



I. S. E. A. Istituto di Sviluppo Eco Ambientale

Associazione senza scopi di lucro a carattere etico, culturale, scientifico e ambientale per la promozione di esperienze mirate alla difesa della natura dell'ambiente e degli esseri viventi

www.isea.altervista.org

e-mail: associazioneisea@libero.it

Gestione dei Rifiuti:

BREVI CONSIDERAZIONI SULLE ALTERNATIVE IMPIANTISTICHE PER IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE DI RIFIUTI INDIFFERENZIATI PROVENIENTI DALLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

IL TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO

LA GASSIFICAZIONE

L'INCENERIMENTO (TERMOVALORIZZAZIONE)

Dr. Carlo Naddeo

INDICE:

Premessa

1.1 Introduzione

1.1.a: **La Raccolta Differenziata**

1.1.b: Compostaggio della frazione Umida

1.1.c: Isole (ecologiche) di Scambio

1.1.d: Conclusioni

1.2 : **I Rifiuti Indifferenziati**

1.2.1: Trattamento Meccanico Biologico (TMB)

1.2.2: Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR)

1.2.3: Trattamento Termico dei Rifiuti

1.2.3.a: Termovalorizzatore con Combustione di CDR

1.2.3.b: Termovalorizzatore con Combustione di RSU

1.2.3.c: Gassificatore, Dissociatore Molecolare e Torcia al Plasma

1.2.3.d: Conclusioni

1.2.4: La Discarica

1.3: Opportuna Localizzazione degli Impianti

1.4: Conclusioni Finali

PREMESSA

Con questa breve relazione si vogliono analizzare alcune tecniche utilizzabili per la gestione del ciclo dei rifiuti, accennando sinteticamente anche le modalità con le quali è possibile aumentare l'efficienza del ciclo di gestione dei rifiuti per ridurre, contemporaneamente, al minimo i rischi per la salute delle persone e l'impatto ambientale per il territorio.

L'analisi verrà dedicata ai **Termovalorizzatori e ai Gassificatori** e all'impatto che questi hanno sulla salute pubblica e sull'ambiente. Si approfondirà, inoltre, il **Trattamento Meccanico Biologico (TMB)**, andando a dimostrare che essa è una tecnologia che può tranquillamente sostituire il Termovalorizzatore e che, rispetto a quest'ultimo, risulta essere conveniente sia dal punto di vista economico e dell'impatto sanitario, che dal punto di vista degli scarti residui conferiti in discarica.

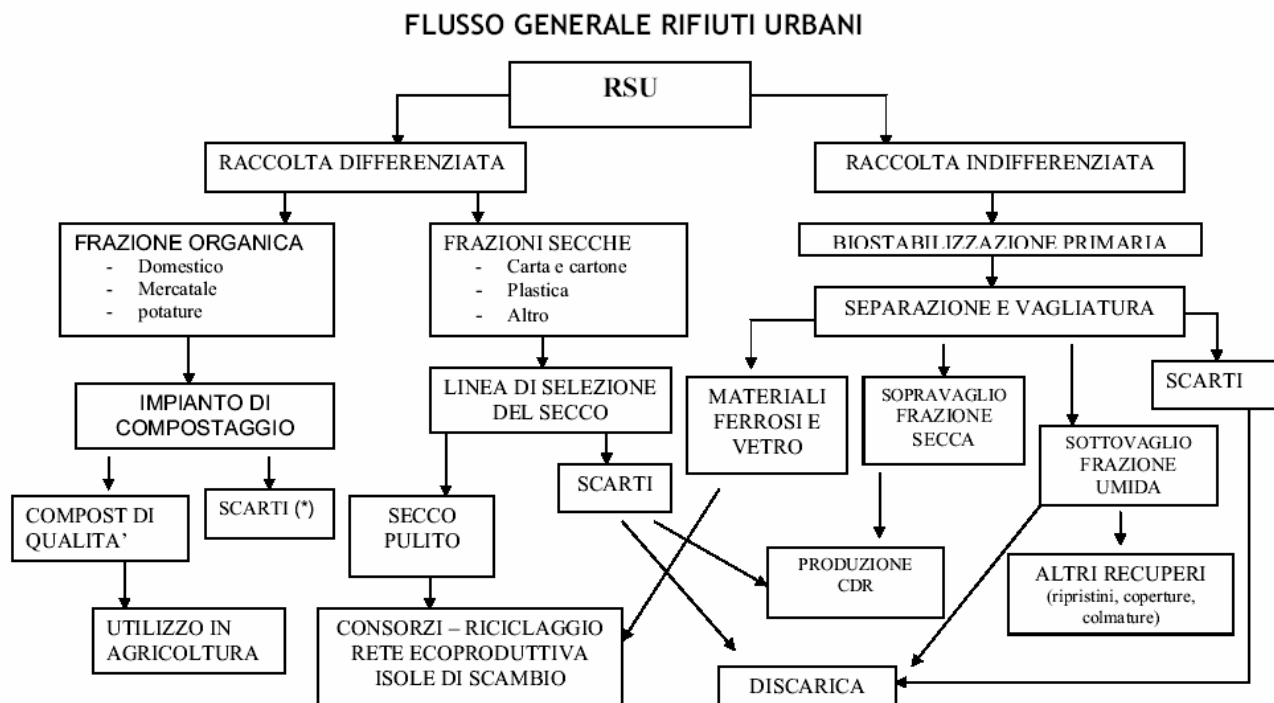
Nelle *conclusioni finali* si arriverà, quindi, a indicare quali sono, secondo noi, le migliori tecnologie da adottare per una corretta gestione del ciclo dei rifiuti, che consentono i minori costi di gestione e realizzazione, le maggiori efficienze, la minore produzione di scarti da conferire in discarica e, soprattutto, il minor impatto per la salute pubblica e per l'ambiente.

1- INTRODUZIONE

Per **gestione dei rifiuti** si intende l'insieme delle opzioni volte a gestire l'intero processo dei rifiuti, dalla loro produzione fino alla loro sorte finale, e coinvolgono quindi: la raccolta, il trasporto, il trattamento (riciclaggio o smaltimento) e anche il riutilizzo dei materiali di scarto, solitamente prodotti dall'attività umana, nel tentativo di ridurre i loro effetti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente e sul contenimento delle risorse esauribili del Pianeta.

Tutti i rifiuti prodotti dall'uomo vengono chiamati *Rifiuti Solidi Urbani (RSU)*. Proprio relativamente all'obiettivo di ridurre gli effetti sulla salute dell'uomo e sull'ambiente, è ormai da ritenersi obsoleto e pericoloso il semplice conferimento in discarica degli RSU, senza che vi sia stata, a monte del ciclo, una preventiva differenziazione dei rifiuti che ne consenta il riutilizzo e, quindi, una drastica riduzione da conferire in discarica. Ancora più grave e pericoloso sarebbe smaltire tutti gli RSU non differenziati bruciandoli direttamente all'interno di un Termovalorizzatore. Questa soluzione causerebbe un inquinamento inaccettabile per qualsiasi paese che voglia dirsi civile e un conseguente impatto disastroso sulla salute dei cittadini e sull'ambiente. E' per questo che oggi, un **ciclo dei rifiuti ottimale** prevede necessariamente una ***raccolta differenziata***, degli ***Impianti di Compostaggio***, delle ***Isole (ecologiche) di Scambio***, e degli ***Impianti di produzione di CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti)***.

Solo a valle di questi passaggi obbligatori, si può discutere sulle Tecnologie migliori per trattare la frazione finale di **Rifiuti Indifferenziati** non riutilizzabili o non trattabili in altro modo.



(*) gli scarti rivenienti dalla produzione di compost vengono avviati alla produzione di CDR, come più avanti specificato

1.1: a) LA RACCOLTA DIFFERENZIATA

La raccolta differenziata comprende tutte le strategie organizzative e tecnologiche per riutilizzare, come materie prime, materiali di scarto altrimenti destinati allo smaltimento in discarica o a quello distruttivo. **Legno, vetro, carta, cartone, tessuti, pneumatici, alluminio, acciaio, alcuni tipi di plastiche e la materia organica sono tutti materiali che è possibile riciclare e rivendere come materie prime.** Il riciclaggio domestico, in particolare, si basa principalmente sul coinvolgimento dei cittadini e consiste nella differenziazione dei rifiuti, nel momento in cui vengono gettati nei cestini da parte dei cittadini stessi.

I rifiuti, in genere, vengono separati in 4 principali categorie: l'**Umido** (ossia la frazione organica dei rifiuti), la **Carta**, il **Multimateriale** (vetro, plastiche, alluminio, etc..) e l'**Indifferenziato** (ossia tutti i rifiuti che ogni singolo cittadino non riesce a differenziare).

Vi sono tuttavia complessità associate ai materiali cosiddetti "**poliaccoppiati**", cioè costituiti da più materiali differenti, come ad esempio flaconi di succhi di frutta o latte, nonché per oggetti complessi come per esempio **automobili, elettrodomestici, computer** ecc. Non sono tuttavia problemi insormontabili e possono essere risolti con tecnologie particolari, in parte già adottate anche in Italia. Particolare, poi, è il caso della plastica, che come noto esiste in molte tipologie differenti e può essere costituita da molti materiali differenti (PET, PVC, polietilene ecc.). Questi diversi materiali vanno gestiti separatamente e quindi separati fra loro: una complicazione che in passato ha reso l'incenerimento economicamente più vantaggioso del riciclo. Questi materiali, infatti, non possono essere separati autonomamente dai cittadini e vengono perciò gettati nei rifiuti indifferenziati. Oggi, tuttavia, appositi macchinari e dispositivi possono automaticamente e velocemente separare i diversi tipi di plastica anche se raccolti in un unico contenitore, pertanto l'adozione di queste tecnologie avanzate permette un vantaggioso riciclo anche all'interno della filiera dei rifiuti indifferenziati (c.f.r. Impianti di TMB, par. 1.2.1).

Attualmente con la raccolta differenziata "**porta a porta**" (separazione nelle abitazioni dei vari materiali e raccolta per ogni abitazione delle frazioni separate, senza contenitori stradali) è possibile arrivare a percentuali di riciclaggio intorno all'80%. Nelle grandi città, dove la raccolta differenziata "porta a porta" è più complessa, si possono comunque raggiungere livelli del 60% e oltre.

1.1: b) IL COMPOSTAGGIO DELLA FRAZIONE UMIDA

Il **compostaggio** è una tecnologia biologica usata per trattare la frazione organica dei rifiuti (**umido**) che, sfruttando un processo di bio-ossidazione, la trasforma in *ammendante¹ agricolo di qualità* (o **compost di qualità**) da utilizzare quale concime naturale: da 100 kg di frazione organica si ricava una resa in compost di circa 40 kg. Il processo di compostaggio avviene all'interno di **Impianti di Compostaggio**, nei quali viene depositata la frazione umida, separata in precedenza mediante la raccolta differenziata. Il *compostaggio industriale* permette un controllo ottimale delle condizioni di processo (umidità, acidità, ossigenazione, temperatura, ecc.) mentre la presenza di eventuali inquinanti nella materia prima, ad esempio residui di metalli pesanti e inerti vari o microrganismi patogeni per l'agricoltura, viene eliminata, rispettivamente, tramite trattamenti di ulteriore separazione meccanica e trattamenti biologici. Se il processo di compostaggio avviene tramite **digestione aerobica** (cioè in presenza di aria), si ha la produzione di *compost di qualità* che può essere convenientemente sfruttato in agricoltura avvantaggiandosi in tal modo di un fertilizzante naturale ed evitando il ricorso a concimi chimici di sintesi a pieno campo. Anche il florovivaismo, dilettantesco e professionale, si avvale convenientemente di questo compost.

Se, invece, il compostaggio avviene tramite **digestione anaerobica** (cioè in assenza di aria) oltre al compost viene ottenuto anche del *biogas* che può essere bruciato per produrre energia elettrica e calore. C'è da precisare, comunque, che con la digestione anaerobica viene prodotto un *digestato solido* (compost di minore qualità), che può essere utilmente sfruttato per migliorare le proprietà agricole del suolo (bonifiche agrarie) e per le coperture di discariche e il ripristino di cave.

Il timore principale collegato al processo di compostaggio consiste principalmente nella emissione di cattivi odori dall'impianto stesso; cosa che si evita facilmente tramite l'uso di opportuni filtraggi dell'aria. **In generale è sempre consigliabile realizzare impianti di compostaggio che funzionino con digestione anaerobica, così da recuperare biogas ed essere sempre sicuri di poter utilizzare il digestato (compost) solido finale.**

Per dare una idea sui **costi di un moderno impianto di compostaggio**, si consideri che per costruire un impianto in grado di trattare 25.000 t/anno di rifiuti servendo un bacino di utenza di 400.000 abitanti, il costo è valutabile in 3,5 milioni di euro, cioè circa 130-140 € per tonnellata trattabile. Un tale impianto richiede un tempo di costruzione e collaudo di 1 anno e garantisce una vita media di 20 anni. **I prezzi del compost prodotto** variano in relazione al settore di destinazione e agli acquirenti interessati. In riferimento al compost vagliato e sfuso non confezionato, si passa da 2,5 euro/t per il recupero ambientale a 5-10 euro/t per l'agricoltura a pieno campo e a 10-20 euro/t per la paesaggistica e il florovivaismo. I privati cittadini possono acquistare compost venduto al dettaglio e miscelato ad altri componenti al prezzo di 30-40 euro/t.

1.1: c) LE ISOLE (ecologiche) DI SCAMBIO

Le **isole di scambio** sono i luoghi nei quali vengono portati i materiali differenziati, separati mediante la raccolta differenziata, per essere rivenduti ad aziende o privati che utilizzano questi prodotti (vetro, carta, plastica, alluminio, ferro, etc..) come materie prime. I Cittadini possono conferire direttamente nelle isole di scambio anche materiali riciclabili in grandi volumi, che non possono essere raccolti mediante la normale raccolta differenziata. Allo stesso modo, è possibile conferirvi rifiuti di grandi dimensioni costituiti da più materiali, come materiali di arredo, elettrodomestici, computer, etc.. Altro materiale differenziato

può arrivare alle Isole di Scambio dal recupero effettuato in *Impianti di TMB* (c.f.r. par. 1.2.1).

Le isole di scambio possono essere di **grandi o di piccole dimensioni**, ossia centri di raccolta veri e propri vicini ai centri urbani o “*isole ecologiche a scomparsa*”² (container per rifiuti interrati) all’interno dei centri abitati stessi. In questi ultimi il materiale differenziato viene conferito dai cittadini stessi attraverso appositi compattatori posti in superficie: il container viene poi sostituito attraverso dei sollevatori pneumatici o oleodinamici che lo riportano in superficie per essere caricato su camion.

1.1: d) CONCLUSIONI

Come è facilmente intuibile, una corretta gestione della raccolta differenziata permette di rientrare abbondantemente dei costi necessari per gestione della raccolta stessa: consente anzi un certo ricavo tanto più alto quanto più è “spinta” la raccolta differenziata.

Tali ricavi sono infatti dovuti:

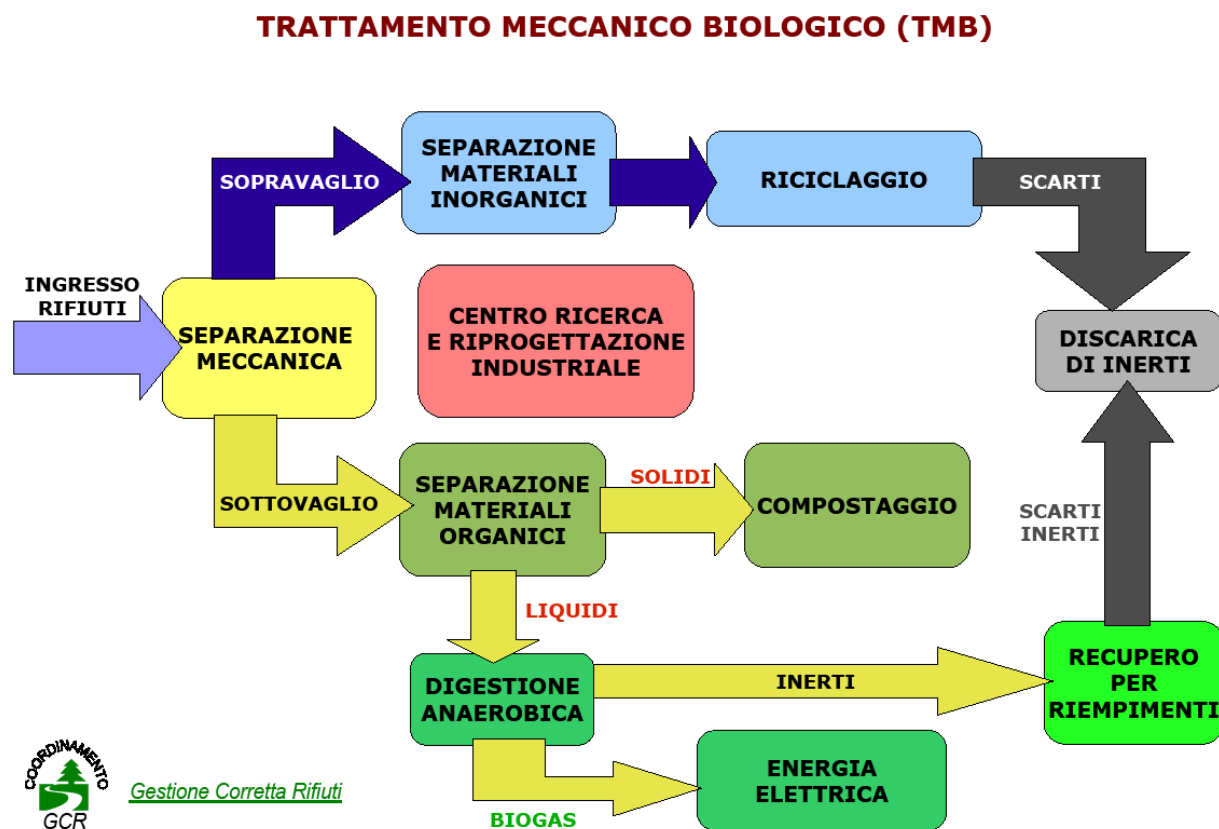
- Alla vendita del compost di qualità alle aziende agricole e per il florovivaismo, o al suo utilizzo come copertura per discariche o per bonifiche agrarie.
- Alla vendita, al gestore nazionale, dell’energia prodotta sfruttando il biogas derivante dalla digestione anaerobica negli impianti di compostaggio.
- Alla vendita, alle aziende che lo utilizzano come materia prima (cartiere, acciaierie, etc...), del materiale differenziato.

1.2: I RIFIUTI INDIFFERENZIATI

Nell'analizzare il trattamento dei rifiuti indifferenziati si da per scontato che, essendo noi in un paese civile, il ciclo dei rifiuti, prima di arrivare alla filiera dei rifiuti indifferenziati, sia passato per la filiera della raccolta differenziata.

Andiamo quindi ad analizzare le possibili soluzioni per il trattamento di questi rifiuti indifferenziati residuali (20-40% dei rifiuti prodotti) che non è stato possibile differenziare a monte con la raccolta porta a porta.

1.2.1: IL TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO (TMB) A FREDDO



Scopo dei processi di *trattamento a freddo* dei **rifiuti indifferenziati** (ossia dei rifiuti che rimangono dopo la raccolta differenziata) è recuperare una ulteriore parte di materiali riciclabili, ridurre ulteriormente il volume del materiale in vista dello smaltimento finale e stabilizzare i rifiuti in modo tale che venga minimizzata la formazione dei gas di decomposizione e del pericoloso percolato.

Il **Trattamento Meccanico Biologico (TMB** o, in inglese, **MBT**, Mechanical Biological Treatment) **è una tipologia di trattamento a freddo dei rifiuti** che viene utilizzato sia come passaggio intermedio tra la Raccolta Differenziata e lo smaltimento finale mediante inceneritore o gassificatore, sia come vero e proprio processo finale, in grado di “chiudere” da solo il ciclo dei rifiuti. Al di là delle varie tecnologie di TMB esistenti, è importante evidenziare subito la distinzione tra impianti di TMB con triturazione e senza triturazione iniziale dei rifiuti ³. Nei secondi è possibile differenziare e recuperare i materiali riciclabili presenti nei rifiuti indifferenziati, cosa che non è possibile fare in quelli con triturazione iniziale. Vediamo perché.

Negli impianti di TMB che non prevedono la triturazione iniziale dei rifiuti (vedere schema pag. 10), dopo un primo *pretrattamento*, che separa cartone e rifiuti urbani pericolosi (R.U.P, inviati in discariche speciali) dal resto, **è prevista una fase meccanica di vagliatura molto accurata**, che consente di selezionare i materiali riciclabili separandoli da una frazione secca e non differenziabile dei rifiuti e da una parte ricca di sostanza organica e altamente fermentescibile. Tale separazione viene effettuata mediante nastri trasportatori, magneti industriali, separatori galvanici a corrente parassita, vagli a tamburo, macchine spezzettatrici e altre apparecchiature appropriate che fanno anche uso di getti d’aria. In genere è comunque necessaria, in alcune parti del processo di vagliatura, una separazione “a mano”. Una recente tecnologia

adottata è quella della “*spettrografia nel vicino infrarosso*” che permette ad un computer di individuare le diverse tipologie di plastiche presenti e di comandare un sistema di getti d'aria compressa per la separazione.

I **materiali riciclabili differenziati**, come carta, alluminio, vetro, metalli, plastica riciclabile, etc., vengono inviati alle Isole di Scambio (c.f.r. 1.1.c) per essere riciclati. La **parte secca e non riciclabile dei rifiuti** (plastica fine o non riciclabile, poliaccoppiati, ecc.) costituisce, in genere, una frazione minima dei rifiuti in ingresso, sufficientemente inerte da poterla conferire, come scarto, in discarica (c.f.r par. 1.2.4). Tuttavia, nel caso questa frazione secca sia sufficiente ad alimentare un impianto di trasformazione dei rifiuti in **CDR** (*Combustibile Derivato dai Rifiuti*), la si può destinare allo smaltimento finale mediante incenerimento o gassificazione.

La **sostanza organica**, accuratamente selezionata, viene invece sottoposta ad abbattimento del contenuto organico e a trattamento biologico atto ad accelerare la fermentazione e produrre quindi materiale finale a bassa fermentescibilità, ossia **biostabilizzato** (la fermentescibilità viene ridotta fino al 90%). Se il trattamento biologico è eseguito mediante **digestione anaerobica** si ha la produzione di un “*digestato solido*” (che può essere sfruttato per migliorare le proprietà agricole del terreno o come copertura per le discariche), e il recupero di *biogas* (fino al 100% del biogas prodotto), utilizzato per produrre energia. Se invece è eseguito mediante **digestione aerobica** si ha formazione di *anidride carbonica* e *compost* (da utilizzare come concime in agricoltura), ma non si ha il vantaggio di produrre energia verde (biogas). Alcuni sistemi industriali già in uso, come quello UR-3R (si veda più avanti), utilizzano invece sia una fase di digestione anaerobica parziale che una fase secondaria di compostaggio. Durante tutto il processo viene separata, dal resto, anche una

frazione residua non altrimenti utilizzabile che costituisce lo scarto da inviare in discarica (tale frazione, nel caso non sia contemplata la produzione di CDR, comprenderà anche la parte secca non differenziabile dei rifiuti). A seconda dell'efficienza della raccolta differenziata a monte della filiera indifferenziata e a seconda della possibilità di produrre o meno CDR, **con il TMB senza triturazione iniziale restano da conferire in discarica scarti pari al 8 - 10%^{4,5} di quel 20-40% di rifiuti che vi sono stati introdotti, contro circa il 20 - 50%⁶ che devono essere conferiti in discarica trattando la stessa quantità di rifiuti indifferenziati attraverso la filiera dell'incenerimento.**

Gli impianti di TMB senza triturazione iniziale dei rifiuti sono quindi prettamente finalizzati al riuso dei rifiuti che vi vengono introdotti, sia attraverso la differenziazione e riciclaggio che attraverso il compostaggio con recupero di biogas e quindi di energia. Ciò nonostante, nel caso la frazione di rifiuti secchi non differenziabili sia sufficiente e l'impianto sia predisposto, **è possibile produrre anche CDR.** Ad esempio, nell'impianto inglese di "Seamer Carr", in Inghilterra (vedere più avanti, pag. 15), viene differenziato e riciclato il 90% di metalli, alluminio, plastica rigida e materiale organico presente nei rifiuti indifferenziati in ingresso nell'impianto; il 70% del vetro presente in ingresso, e dal 30 al 90% della carta e cartone presenti nei rifiuti introdotti nell'impianto (a seconda se una parte di carta e cartone deve essere destinata o meno alla produzione di CDR).

In questo stesso impianto, inoltre, a seconda della volontà o esigenza del momento, è possibile produrre o meno CDR.

Gli Impianti di TMB con triturazione iniziale dei rifiuti in ingresso, invece (detti anche "**processi integrati**"⁷), seppur prevedono anch'essi la separazione tra una parte secca e poco fermentescibile (*sopravaglio*) e una parte

prevalentemente organica (*sottovaglio*), non consentono un'accurata differenziazione e riciclaggio dei rifiuti perché **la fase preliminare di triturazione compromette definitivamente le successive modalità di recupero e riciclaggio dei materiali omogenei**. In questi impianti quindi, successivamente alle prime operazioni di triturazione e vagliatura (con separazione di *sopravaglio* e *sottovaglio*) e dopo un'ulteriore separazione magnetica dei residui metallici, si procede in genere alla selezione e trasformazione dell'intero **sopravaglio** (ossia della parte secca e poco fermentescibile) in CDR (c.f.r par. 1.2.2) e/o in una *Frazione Secca (FS)*, non adatta alla produzione di CDR, che può essere inviata direttamente in discarica (previa stabilizzazione) o smaltita in inceneritori o gassificatori. Soltanto la **frazione metallica separata** viene inviata al riciclaggio. Il **sottovaglio**, invece, viene sottoposto ad un ulteriore processo di selezione che separa i materiali pesanti (vetro, R.U.P e metalli inerti) e leggeri (plastiche, tessili e legno) dalla frazione organica. I materiali leggeri, insieme al sopravaglio, vengono inviati alla produzione di CDR e/o FS, mentre quelli pesanti (costituiti in genere anche da R.U.P.- rifiuti urbani pericolosi) vengono conferiti, come scarto, in discarica. La **frazione organica** presente nel sottovaglio subisce un trattamento biologico simile a quello previsto negli impianti di TMB senza triturazione iniziale: la stabilizzazione mediante *digestione aerobica* o *anaerobica* a cui viene sottoposta consente, rispettivamente, la produzione di *compost* o di *digestato solido* con recupero di *biogas*. Va anche evidenziato che **in questi impianti la separazione tra sopravaglio e sottovaglio è molto più grossolana rispetto agli impianti senza triturazione iniziale**, sia a causa della triturazione iniziale stessa (che rende i vari materiali non più omogenei), sia perché vengono usati sistemi di vagliatura meno accurati: ma d'altronde è proprio la triturazione iniziale a far sì che non abbia senso utilizzare sistemi di selezione "spinta".

Negli impianti di TMB con triturazione iniziale dei rifiuti quindi, non essendo possibile un puntuale riciclaggio dei rifiuti che vi vengono conferiti, **si produce una quantità di scarti superiore agli impianti di TMB senza triturazione iniziale.** Buona parte di questi sistemi è quindi volto a privilegiare la produzione di CDR e/o FS, e pertanto si trovano, in genere, all'interno della "filiera dell'incenerimento" (intesa come processo volto principalmente allo smaltimento finale mediante incenerimento o gassificazione).

Negli impianti di TMB senza triturazione iniziale dei rifiuti, invece, la produzione di CDR ha un'importanza secondaria o marginale rispetto all'obiettivo primario di differenziare, riciclare e compostare il rifiuto in ingresso. In questi impianti, **il forte recupero dei materiali riciclabili evita, tra l'altro, che vengano trasformati anch'essi in CDR, e in questo modo ne impedisce la dispersione nell'atmosfera (con conseguente ulteriore inquinamento) durante la combustione necessaria al suo smaltimento.** In tutti gli impianti di TMB (sia con che senza triturazione iniziale) che utilizzano la digestione anaerobica, **l'energia prodotta tramite biogas** viene, tra l'altro, utilizzata nell'impianto stesso e nonostante questo ne rimane un surplus da vendere al gestore nazionale dell'energia; inoltre, tramite un processo di depurazione, vi è un completo riciclo dell'acqua utilizzata. Pertanto **l'impianto di TMB è autosufficiente sia per l'energia che per l'acqua utilizzata.** Sfruttando la **digestione anaerobica o il compostaggio della frazione biodegradabile, il trattamento dei rifiuti tramite TMB permette di ridurre le emissioni di gas serra.**

Ma la cosa più importante è **che i residui di un impianto di TMB (da inviare in discarica) sono rifiuti totalmente inerti** (materiale organico stabilizzato, sabbia, etc..), e non costituiscono pericolo alcuno per l'ambiente o per la salute

dei cittadini. Viceversa, le scorie residue dell'incenerimento dei rifiuti vanno conferite in discariche speciali perché altamente tossiche e volatili, o comunque vanno sottoposte a un ulteriore trattamento per essere rese inerti, con conseguente spreco di soldi.

Va infine rilevato **che il costo di trattamento unitario TMB è sensibilmente inferiore a quello dell'incenerimento**⁸ se si escludono le distorsioni dovute a contributi pubblici in conto capitale (fondi strutturali), che tra l'altro non sono permessi dall'unione Europea (a tal proposito va evidenziato che l'Unione Europea ha avviato una procedura di infrazione nei confronti dell'Italia a causa degli incentivi (**CIP 6**) dati dal governo italiano per produrre energia bruciando rifiuti inorganici considerandoli, a torto, "fonte rinnovabile"). **Anche considerando tali sovvenzioni statali all'incenerimento, il TMB rimane ancora competitivo rispetto a questa e ad altre tecnologie di smaltimento dei rifiuti indifferenziati.** Infine, tali impianti **sono progettati per minimizzare gli odori e le emissioni.** Ogni spurgo d'aria viene fatto passare attraverso bio-filtri che ne riducono ulteriormente gli odori. Per tale motivo ed essendo, inoltre, totalmente assente una fase di combustione, gli impianti di TMB non producono nessun tipo di inquinamento. Per questi motivi, **gli Impianti di TMB, in particolare quelli senza triturazione iniziale dei rifiuti, sono un'efficace alternativa all'incenerimento e possono bastare da soli a chiudere il ciclo dei rifiuti, senza il bisogno di produrre CDR in vista di una successiva fase di incenerimento o gassificazione** e evitando quindi l'inquinamento che ne deriverebbe. Alcuni esempi in cui il TMB senza triturazione iniziale è usato per chiudere il ciclo dei rifiuti sono la Tecnologia UR-3R⁹ utilizzata nell'impianto di TMB di Sydney; la Tecnologia Arrow-Bio Process ¹⁰ utilizzata nell'impianto di TMB di Tel-Aviv; L'Impianto di TMB di Muster¹¹ (Westfalia - Germania); Inoltre, la stessa azienda che gestisce l'impianto di Sydney sta costruendo un altro

impianto TMB in Australia, The Macarthur Recovery Park ¹²(south-west Sydney councils - Camden, Campbelltown, Wollondilly e Wingecarribee), dove verrà utilizzata la tecnologia Arrow-Bio Process per trattare i rifiuti indifferenziati dell'intera area. Nell'Impianto di TMB di Seamer Carr ¹³(Nord Yorkshire – Inghilterra), a differenza degli altri, è anche possibile a richiesta produrre CDR. In Italia sono presenti 114¹⁴ impianti di TMB, che trattano più di 9.000.000 di tonnellate di rifiuti ogni anno¹⁵. Una delle regioni più “virtuose” è il Piemonte, con 11¹⁶ impianti di TMB funzionanti, della capacità variabile tra le 26.000 e le 110.000 t/a di rifiuti trattati e di cui soltanto 3 prevedono anche la produzione di CDR. Tra l'altro va sottolineato che in Piemonte il tasso di raccolta differenziata varia tra un 23% (Vercelli) e un 61% (Novara). La sola Provincia di Alessandria, con un tasso di RD pari al 31.7%, vede la presenza di ben 4 Impianti di TMB, nessuno dei quali destinato alla produzione di CDR. Lo stesso dicasi per Biella (RD= 31,8%), dove si ha un impianto da 110.000 t/a ma non destinato al CDR. Va infine rilevato che in Piemonte, gli unici 2 impianti di Termovalorizzazione sono presenti nelle province di Vercelli e del Verbano¹⁷, dove non sono presenti impianti di TMB.

In conclusione possiamo affermare che mediante il processo di TMB senza triturazione è possibile:

- ***Il forte recupero di materiali riciclabili da inviare alle isole ecologiche per essere riciclati: questo recupero evita anche che tali materiali, trasformati in CDR, vengano poi dispersi nell'atmosfera durante lo smaltimento ad alta temperatura, causando un maggiore quanto inutile (perché evitabile) inquinamento.***
- ***La produzione di compost o di digestato solido (a seconda del tipo di digestione effettuata) da rivendere come concime per l'agricoltura o***

da utilizzare per migliorare le proprietà agricole del suolo o come copertura per le discariche.

- *Il recupero di biogas da utilizzare per la produzione di energia elettrica (solo per il processo di digestione anaerobica).*
- *La produzione di una percentuale minima di scarti, totalmente inerti, rispetto al rifiuto in ingresso.*

1.2.2: IL COMBUSTIBILE DERIVATO DAI RIFIUTI (CDR)

Il **Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR)**, è un combustibile solido, triturato e secco, ottenuto dal trattamento dei rifiuti solidi urbani (RSU) e raccolto generalmente in blocchi cilindrici denominati “**ecoballe**”. Il CDR è classificabile in diversi gradi qualitativi, sulla base delle norme tecniche Uni 9903-1. Quello di qualità normale è detto semplicemente CDR e quello di qualità elevata è classificato come CDR-Q, entrambi recuperati dai rifiuti urbani e dai rifiuti speciali non pericolosi che sono sottoposti a diversi trattamenti, finalizzati a:

- garantire un potere calorifico sufficiente;
- ridurre e controllare il rischio ambientale e sanitario;
- ridurre la presenza di materiale metallico, vetri, inerti, materiale putrescibile, e il contenuto di umidità;
- rimuovere le sostanze pericolose ai fini della combustione, come alcuni tipi di polimero e i materiali potenzialmente esplosivi.

Secondo le normative italiane vigenti (in particolare il D.Lgs. n. 22/1997 e successive modifiche e integrazioni), il CDR viene ottenuto tramite processi volti a separare i materiali non combustibili (vetro, metalli, inerti, frazione organica, etc.), dai rifiuti adatti alla produzione del CDR stesso. Negli **impianti di CDR**

tradizionali, i rifiuti in ingresso vengono innanzitutto triturati; successivamente, dopo aver separato magneticamente la componente ferrosa, i rifiuti triturati vengono sottoposti ad un processo di vagliatura, in cui si ha la separazione, molto grossolana, di una frazione prevalentemente inorganica (*sopravaglio*) e di una molto eterogenea (*sottovaglio*). **Il sopravaglio**, costituito prevalentemente da materiale secco come plastiche e tessili, viene inviato direttamente alla produzione di CDR: ovvero dopo un'ulteriore separazione magnetica dei materiali ferrosi residui, viene triturato finemente, dosato opportunamente, omogeneizzato, disgregato e trasformato in CDR.

Il sottovaglio, per la presenza di numerosi composti eterogenei (materiale organico, celluloso, vetro e inerti, metalli, rifiuti pericolosi ed inquinanti presenti nel RU come pile, siringhe, ecc.) e senza particolari caratteristiche di valore, viene solitamente sottoposto a Stabilizzazione Biologica Aerobica (SBA) per ottenere come prodotto una *Frazione Organica Stabilizzata (FOS)* da utilizzare come materiale di ricopertura delle discariche.

Negli impianti per CDR “tradizionali” quindi tutta la catena è finalizzata esclusivamente alla produzione di CDR. Negli impianti di TMB, invece, seppure è possibile produrre CDR, vi è anche un forte recupero del sottovaglio, che altrimenti andrebbe conferito, come infatti avviene negli impianti di CDR tradizionali, interamente in discarica. Nei TMB senza triturazione iniziale, poi, c'è anche un forte recupero dei materiali riciclabili presenti nei rifiuti indifferenziati, lasciando ben poco alla produzione di CDR. Per tale motivo **è preferibile costruire impianti di TMB rispetto ai normali impianti di produzione di CDR**: questi ultimi hanno una produzione di scarti decisamente più grande rispetto agli impianti di TMB, in quanto praticamente tutto il sottovaglio, una volta stabilizzato, viene conferito in discarica.

Per la produzione del CDR è vietato dalla legge l'uso di materiali o rifiuti contenenti cloro: il cloro infatti causa la produzione di diossina durante la combustione. La produzione deve avvenire in impianti idonei al contenimento delle emissioni di polveri e al deposito dei rifiuti nelle diverse fasi di trattamento. Viene ammesso dalla legge, in fase di produzione del CDR (o "*ecoballa*"), l'utilizzo, per non più del 50% in peso, di alcuni rifiuti riciclabili, quali le plastiche non clorurate (PET, PE, ecc.), poliaccoppiati plastici (come gli imballaggi multimateriale plastica-alluminio o plastica-alluminio-carta), gomme sintetiche non clorurate, resine e fibre sintetiche non contenenti cloro.

Il **CDR così prodotto viene smaltito** in impianti incenerimento (c.f.r. par 1.2.3.a) o nei gassificatori (c.f.r. par. 1.2.3.c) o in forni industriali di diverso genere, anche non specificamente progettati a questo scopo (come quelli dei cementifici), ma per i quali può essere un combustibile economicamente vantaggioso.

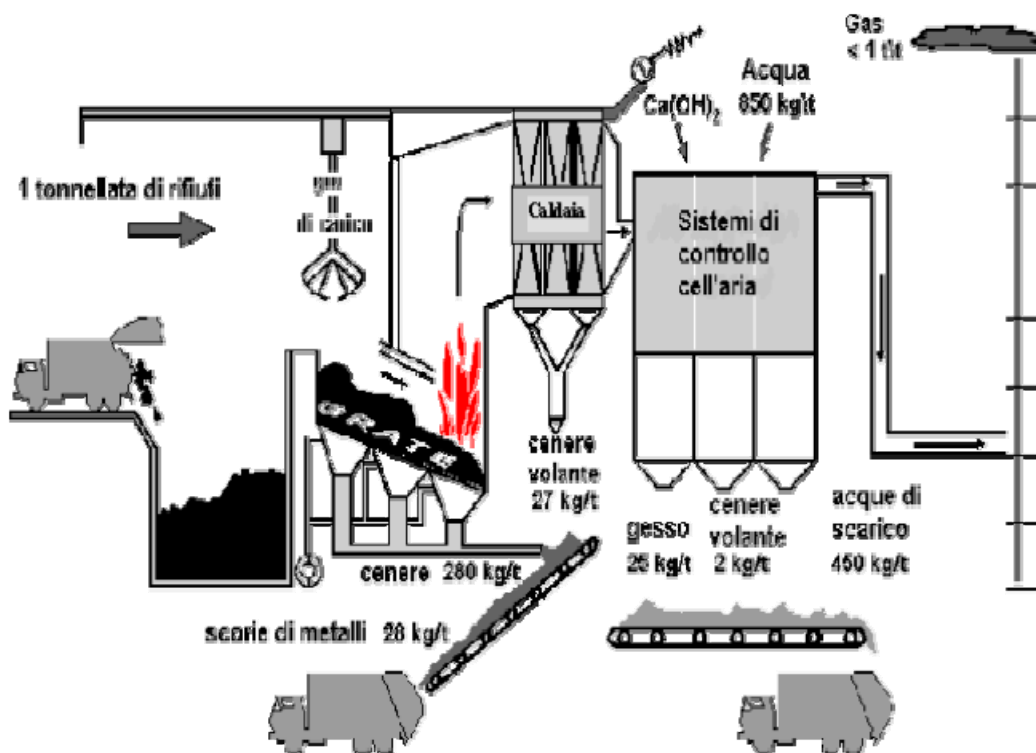
1.2.3: IL TRATTAMENTO TERMICO DEI RIFIUTI

Le tecniche di trattamento termico dei rifiuti possono essere di 3 tipi:

L'Incenerimento, la Dissociazione Molecolare (Pirolisi) e la Gassificazione tradizionale.

1.2.3: a) **INCENERIMENTO CON COMBUSTIONE DI CDR**

Gli inceneritori sono impianti principalmente utilizzati per lo smaltimento dei rifiuti mediante un processo di combustione ad alta temperatura (*incenerimento*). I **prodotti finali (o residui) della combustione sono: un effluente gassoso, ceneri solide e ceneri volatili, polveri e nanopolveri, oltre a una certa percentuale di scorie di metalli pesanti.**



Negli impianti più moderni, il calore sviluppato durante la combustione dei rifiuti viene recuperato e utilizzato per produrre vapore, poi utilizzato per la

produzione di energia elettrica o come vettore di calore (ad esempio per il teleriscaldamento). Questi impianti con tecnologie per il recupero vengono indicati col nome di *inceneritori con recupero energetico*, o più comunemente “Termovalorizzatori”. ***Il termine Termovalorizzatore, seppur di uso comune, è inadeguato e fuorviante. Infatti, secondo le più moderne teorie sulla corretta gestione dei rifiuti gli unici modi per "valorizzare" un rifiuto sono il riuso ed il riciclo, mentre l'incenerimento (anche se con recupero energetico) costituisce solo un semplice smaltimento.*** Si fa notare che il termine “Termovalorizzatore” non viene inoltre mai utilizzato nelle normative europea e italiana di riferimento, nelle quali si parla solo di “inceneritori” o “termodistruttori”.

Il rendimento di tali impianti è sempre minore di quello di una normale centrale elettrica, poiché i rifiuti non sono un buon combustibile, per via del loro basso potere calorifico, e le temperature raggiunte in camera di combustione sono inferiori rispetto alle centrali tradizionali. **L'efficienza energetica di un termovalorizzatore è variabile tra il 19 e il 27%** se si recupera solo l'energia elettrica, ma aumenta nel caso ci sia recupero del calore (**cogenerazione**). Ad esempio, nel caso dell'inceneritore di Brescia, si ha un rendimento del 26% in produzione elettrica e del 58% in calore per teleriscaldamento. Tipicamente per ogni tonnellata di rifiuti trattata possono essere prodotti circa 0,67 MWh di elettricità e 2 MWh di calore per teleriscaldamento. **In Italia, i costi dello smaltimento dei rifiuti tramite incenerimento (o Termovalorizzazione) sono indirettamente sostenuti dallo Stato sotto la forma di incentivi alla produzione di energia elettrica:** infatti questa modalità di produzione era considerata (in violazione delle norme europee), come da fonte rinnovabile (*assimilata*) alla stregua dell' idroelettrico, solare, eolico e geotermico. Le modalità di finanziamento sono sostanzialmente due, correlate ma diverse:

- **pagamento maggiorato dell'elettricità prodotta per 8 anni** (incentivi cosiddetti **CIP 6**);
- **2) riconoscimento di "certificati verdi"** (solo tramite combustione del CDR di alta qualità, CDR-Q) che il gestore dell'impianto può rivendere per 12 anni.

In realtà, **secondo la normativa europea, solo la parte organica dei rifiuti potrebbe essere considerata rinnovabile; la restante parte deve essere considerata esclusivamente una forma di smaltimento del rifiuto, escludendo esplicitamente la valenza di "recupero". E' per questo motivo che la Commissione Europea ha avviato una procedura di infrazione contro l'Italia a causa degli incentivi dati dal Governo italiano per produrre energia bruciando rifiuti inorganici considerandoli, erroneamente, "fonte rinnovabile".** A tal proposito già nel 2003¹⁸ il Commissario UE per i Trasporti e l'Energia, Loyola De Palacio, ha ribadito l'opposizione dell'Unione Europea all'estensione del regime di sovvenzioni europee previsto dalla Direttiva 2001/77 per lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili all'incenerimento delle parti non biodegradabili dei rifiuti. Queste le affermazioni testuali del Commissario all'energia: *«La Commissione conferma che, ai sensi della definizione dell'articolo 2, lettera b) della direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, la frazione non biodegradabile dei rifiuti non può essere considerata fonte di energia rinnovabile»*. Il fatto che una legge nazionale (v. art. 17, D. Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387.) includa, nell'atto di recepimento italiano della Direttiva 2001/77, i rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle fonti rinnovabili, ivi compresi i rifiuti non biodegradabili non elimina l'infrazione alla normativa europea, rendendola invece certa e palese.

L'incenerimento dei rifiuti produce ceneri e scorie solide pari a circa 1/3 del peso ¹⁹ (cioè il 33 % !!) dei rifiuti introdotti nell'inceneritore mentre l'altra parte combusta produce dei fumi che dovranno essere opportunamente pretrattati prima di essere emessi dal camino. Si distinguono **due tipologie di ceneri**: quelle volanti (3-5%), che sfuggono ai sistemi di filtraggio aereo e le ceneri solide di fondo (circa 30%), che si depositano alla base delle caldaie e **che dovranno essere smaltite come rifiuti tossici in discariche speciali**, andando a costituire una grossa voce di spesa. Tra i rifiuti a valle di un impianto di incenerimento, oltre ceneri e scorie, bisogna annoverare la **presenza di materiale non combusto**: non di rado, infatti, accade che le condizioni operative della camera di combustione o di post combustione non siano idonee a garantire un completo trattamento dei rifiuti in entrata. **La tossicità delle ceneri è legata sia alla presenza di diossine e metalli, sia alla loro facilità di dispersione nell'ambiente che provoca problemi di trasporto e di smaltimento finale in discarica.** Una volta conferite in discariche speciali per rifiuti tossici, le ceneri rappresentano una potenziale fonte di contaminazione del sottosuolo e delle acque di falda. In alcuni casi, infatti, è stata accertata la contaminazione delle acque ad opera di metalli, come piombo e cadmio, rilasciati dalle ceneri. In aggiunta va considerato che un ciclo di trattamento dei rifiuti indifferenziati, costituito da un impianto di CDR e un termovalorizzatore, produce scorie e rifiuti pari al 20-50% ²⁰del peso dei rifiuti indifferenziati trattati molto maggiore di quel 8-10% prodotte da un Impianto TMB. Anche le **emissioni in atmosfera**, seppure nei limiti di legge, sono di gran lunga superiori a quelle prodotte da altri impianti di trattamento termico dei rifiuti, come i *Dissociatori Molecolari (o pirolizzatori) e i gassificatori che analizzeremo nel seguito (c.f.r. par 1.2.3c)*. A tale proposito si veda la seguente tabella dove è riportato il Confronto tra i valori delle emissioni

dei diversi trattamenti termici dei rifiuti (tra parentesi la specifica tipologia di impianto, dati in mg/Nm³ e diossine in ng/Nm³)²¹

Inquinante	Massificazione (Thermoselect/Kawasaki)	Pirolisi+ Vetrificazione	Incenerimento con la migliore tecnologia disponibile	Incenerimento Silla 2
Polveri Totali	0.2	<0.05	<1 o 1-5	0.14
T O C	2	<1	<2	n.d.
HCl	<0.2	<0.5	1-8	5.8
HF	<0.1	<0.05	<1	n.d.
SOx	<1	<0.7	<5	2.2
NOx	<10	n.d.	120-180	138.7
CO	<3	<2.3	5-30	8.2
Cd e Tl	<0.002	<0.002	<0.001	0.0003(Cd)
Hg	0.007	0.006	<0.001	0.001
Metalli Pesanti	<0.04	<0.05	<0.05	n.d.
Diossine (PCDD/PCDF)	<0.02	<0.005	<0.05	0.0147
Nm3 di Fumi	3130	3470	3950-4800	n.d.
Su Ton. Rifiuti				

Confronto tra i valori delle emissioni dei diversi trattamenti termici dei rifiuti (tra parentesi la specifica tipologia di impianto, dati in mg/Nm³ e diossine in ng/Nm³)²¹

Va inoltre evidenziato che, a differenza delle comuni convinzioni, **non esiste alcun tipo di filtro industriale capace di bloccare il particolato di diametro da 2,5 micron ²² o inferiore a questo (chiamate anche *nanoparticelle*), presente in grandi concentrazioni nei fumi di scarico degli inceneritori e prodotto durante la combustione, a causa dell'alta temperatura.** Si legge, a tal proposito, nella relazione “*Inceneritori e Nanopatologie* ²³” di Stefano Montanari – Direttore Scientifico del laboratorio Nanodiagnosics: <<[...] **la legge prescrive che l'inquinamento da particolato dell'aria sia valutato determinando la concentrazione di particelle che abbiano un diametro aerodinamico medio di 10 micron (le ormai famose *PM₁₀*), e prescrive che la valutazione avvenga per massa. Nulla si dice ancora, invece, a proposito delle polveri più sottili: le *PM_{2,5}* (cioè particelle con un diametro aerodinamico medio di 2,5 micron), le *PM_{1,0}* (diametro da 1 micron) e le *PM_{0,1}* (diametro da 0,1 micron). Sono proprio queste le polveri sottili realmente patogene, con una patogenicità che cresce in modo quasi esponenziale con il diminuire del diametro. Dal punto di vista pratico, la massa di una particella da 10 micron corrisponde a quella di 64 particelle da 2,5 micron, oppure di 1.000 da un micron, oppure, ancora, a quella di 1.000.000 di particelle da 0,1 micron. Perciò, valutare il particolato in massa e non per numero e dimensione delle particelle non dà indicazioni utili dal punto di vista sanitario e può, anzi, essere fuorviante.[...] ma, dal punto di vista dei calcoli che si fanno in base alle leggi vigenti, questo ha ben poca importanza: il “*termovalorizzatore*” produce pochissimo *PM₁₀* (peraltro, la legge sugli inceneritori prescrive la ricerca delle cosiddette polveri totali ed è, perciò, ancora più arretrata) e la quantità enorme di altro particolato ultrafine non rientra nelle valutazioni. Ragion per cui, a norma di legge l'aria è pulita. Ancora malauguratamente, tuttavia, l'organismo non si cura delle leggi e le**

patologie da polveri sottili (le PM_{10} sono tecnicamente polveri grossolane), un tempo ignorate ma ora sempre più conosciute, **sono in costante aumento**. Tra queste, le **malformazioni fetali e i tumori infantili**. [...]>

In aggiunta a questo, **gli aspetti sanitari** relativi alle ricadute sulla popolazione di una data attività umana non possono essere valutati solamente sulla base dei valori di emissione al camino (o allo scarico per inquinanti liquidi). In altri termini, fra i valori di emissione e l'effetto sulla salute possono inserirsi altri fattori, direttamente influenzati dalle emissioni ma intermedi fra "emissione" e "salute". Tali inquinanti "intermedi" sono detti **inquinanti secondari** per distinguerli dagli **inquinanti primari** direttamente emessi dagli impianti. Risulta ad esempio noto dalla chimica ambientale che alcuni inquinanti di estrema importanza per la salute sono inquinanti secondari (come l'ozono, non prodotto dalla combustione ma generato dall'interazione fra inquinanti primari derivati dalla combustione con la radiazione solare).

FONTE	AREA	Disegno dello Studio	RISULTATI
Buggeri et al. 1996	Trieste	Caso-Controllo	Incremento del rischio di cancro polmonare
Michelozzi et al. 1998	Roma	Mortalità micro geografica	Incremento della mortalità per alcune cause e riduzione della sex-ratio alla nascita
Chiellini et al. 2002	Prato	Mortalità micro geografica	Incremento del rischio di cancro polmonare

Comba et al. 2003	Mantova	Caso-Controllo	Incremento del rischio di sarcoma dei tessuti molli
Buggeri e Catelan 2005	Campi bisenzio	Mortalità Comunale	Incremento dei linfomi non Hodgkin
Buggeri e Catelan 2006	17 aree Toscana con inceneritori	Mortalità Comunale	Incremento dei linfomi non Hodgkin
Bianchi e Minichilli 2006	25 Comuni Italiani con inceneritori	Mortalità Comunale	Incremento dei linfomi non Hodgkin
Tessari et al. 2006	Venezia	Caso-Controllo	Incremento del rischio di sarcoma dei tessuti molli nella donna
Ranzi et al. 2006	Forlì	Corte di Residenti	Incremento di mortalità nelle donne per tutte le cause, tumore del colon e della mammella, per diabete e malattie cardiovascolari
Zambon at al. 2007	3 ASL Provincia Venezia	Caso-Controllo	Incremento del rischio di sarcoma in entrambi i generi e di tumori del connettivo e di altri tessuti molli nelle sole donne

Tabella ripresa da: Urban solid waste incinerator plants: technical aspects and health impact. Torino 29,30 novembre 2007.

Un recente studio ²⁴ (del 2004) portato a termine dall'Istituto Superiore di Sanità ha analizzato 46 studi scientifici portati avanti con rigore scientifico negli anni 1987-2003. **È così emerso che, nei 2/3 degli studi analizzati, nelle zone attigue agli inceneritori aumentano gli effetti cancerogeni e vi è un significativo incremento di mortalità. Le maggiori neoplasie correlate sono: cancro al polmone, linfomi, sarcomi ai tessuti molli e neoplasie infantili.**

Altre **indagini epidemiologiche** prendono in considerazione gli inceneritori come fonte d'inquinamento da metalli pesanti, ed eseguono accurate analisi considerando sia fattori socioeconomici, sia le popolazioni esposte nelle precise zone di ricaduta (mappe di isoconcentrazione tracciate per rilevamento puntuale e interpolazione spaziale col metodo di kriging). L'analisi, accurata pur se limitata solo ad alcune popolazioni, evidenzia inequivocabilmente aumenti statisticamente significativi di patologie tumorali nelle donne residenti in zona da almeno cinque anni. Nello studio viene ugualmente rilevata l'esposizione ad ossidi di azoto (NO_x) ²⁵. In Giappone, in particolar modo, si è rilevata correlazione tra l'aumento di una serie di disturbi minori nei bambini e distanza dagli impianti di incenerimento ²⁶.

Passando a problemi di ordine maggiore, si sono rilevati aggregati (*cluster*) di aumento di mortalità per linfoma non Hodgkin ²⁷. Altri studi, nonostante difficoltà relative all'analisi dei dati, aggiungono risultati significativi sull'incidenza di tumore polmonare, linfoma non Hodgkin, sarcomi ai tessuti molli, tumori pediatrici, malformazioni neonatali ²⁸. Sull'effetto dei metalli pesanti dispersi dalla combustione di rifiuti pericolosi sulla salute della popolazione si rileva che le emissioni non si limitano alle sostanze aerodisperse, ma possono riguardare anche le acque o i siti di stoccaggio delle ceneri. Diversi studi europei rivelano

infine, sempre nell'ambito delle patologie tumorali, correlazioni con la presenza di inceneritori, in coerenza con analoghi studi precedenti. **E' per questo che rispetto ai Termovalorizzatori sono preferibili altre tecnologie di smaltimento termico dei rifiuti come i Dissociatori Molecolari (*Pirolizzatori*) o i *Gassificatori Tradizionali di cui parleremo più avanti* (c.f.r par. 1.2.3.c).**

Gli inceneritori devono, eventualmente, essere costruiti soltanto al termine di un corretto ciclo dei rifiuti che contempli, prima di tutto, la differenziazione, il *riciclaggio*, il *compostaggio* e il "*Trattamento Meccanico Biologico*" degli RSU. E tali impianti devono essere costruiti possibilmente **lontani dai centri abitati e vicino a discariche** per ridurre al minimo i rischi di contaminazione ambientale dovuti alla perdita delle scorie prodotte dalla combustione durante il trasporto alla discarica. Ma soprattutto **devono essere costruiti soltanto dove e se servono**, cercando di utilizzare al massimo quelli già esistenti a livello regionale. Costruirne di nuovi, lasciandoli parzialmente inutilizzati, in quanto il CDR prodotto dal bacino di utenza non ne permette l'accensione per tutto l'anno, 24 ore su 24, è soltanto un'inutile spreco di soldi e un ulteriore rischio per la salute pubblica che potrebbe e dovrebbe essere assolutamente evitato. Infine, considerando che i *Dissociatori Molecolari* e i *Gassificatori* (c.f.r par. 1.2.3.c) **svolgono lo stesso compito degli inceneritori e possono quindi sostituirli senza problemi comportando, in aggiunta, un minore impatto ambientale (sia come fumi che come scorie e ceneri prodotte), è senz'altro opportuno costruire questi ultimi impianti al posto dei termovalorizzatori.**

1.2.3: b) **INCENERIMENTO CON COMBUSTIONE DI RSU TAL QUALE**

Teoricamente, nei Termovalorizzatori potrebbero essere combusti direttamente gli RSU, ossia i Rifiuti Solidi Urbani tali e quali a come sono stati raccolti dai cassonetti, senza nessun tipo di differenziazione a monte. Il processo di combustione e produzione di calore e energia è uguale a quello descritto nel paragrafo precedente. Va sottolineato che il rendimento, nel caso di combustione diretta di RSU è inferiore a quello con combustione di CDR, perché gli RSU, essendo composti anche da materiale a basso o nullo rendimento energetico, hanno un potere calorifico inferiore al CDR. Il problema serio è che **bruciando direttamente gli RSU si avrebbe un inquinamento ambientale spaventoso, e un ricaduta sulla salute della popolazione veramente pericolosa**. A tale proposito è bene evidenziare i risultati degli **studi del Laboratorio Nanodiagnosics** ²⁹ e dell' **Associazione dei Medici Per l'Ambiente - ISDE Italia** ³⁰ dalla cui lettura si evince quanto segue:

*<< L'Associazione dei Medici Per l'Ambiente (ISDE Italia) è fortemente preoccupata in merito all' incremento dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani (RSU) tramite incenerimento. [...]L' incenerimento degli RSU è, fra tutte le tecnologie, la meno rispettosa dell' ambiente e della salute. E' **inevitabile la produzione di ceneri** (che rappresentano circa 1/3 in peso dei rifiuti in ingresso e devono essere smaltite in discariche speciali) e **l'immissione sistematica e continua nell'atmosfera di milioni di m³ di fumi contenenti polveri grossolane (PM₁₀), fini (PM_{2,5}), ultrafini (PM_{0,1}) e nanoparticelle; di sostanze chimiche (metalli pesanti, idrocarburi policiclici, policlorobifenili, benzene, diossine e furani, ecc.) estremamente pericolose, perché persistenti ed accumulabili negli organismi viventi. La combustione trasforma infatti anche i***

rifiuti relativamente innocui quali imballaggi e scarti di cibo in composti tossici e pericolosi sotto forma di emissioni gassose, polveri fini, ceneri volatili e ceneri residue che richiedono costosi sistemi per la neutralizzazione e lo stoccaggio. [...]>>.

Insomma, se già la combustione delle “Ecoballe” (di CDR-Q) comporta comunque un fortissimo inquinamento per l’ambiente (come dimostrano i citati studi epidemiologici, c.f.r 1.2.3.a), **la combustione diretta degli RSU produce un impatto ambientale disastroso, inimmaginabile e insostenibile, sia per l’ambiente che per l’uomo.** Qualsiasi Amministrazione che voglia percorrere una simile strada per lo smaltimento dei rifiuti sarebbe senza ombra di dubbio criminale. Oramai, infatti, più nessuna amministrazione accetta o spinge per questa soluzione di trattamento dei rifiuti.

1.2.3: c) GASSIFICATORE, DISSOCIATORE MOLECOLARE E TORCIA AL PLASMA

Come più volte accennato un'alternativa a tutti gli impianti di incenerimento per combustione ad elevata temperatura dei rifiuti sono i **Gassificatori tradizionali (GASSIFICATORI)** e i **Dissociatori Molecolari (Pirolizzatori)**. Questi sono impianti che, a partire da vari materiali (fra cui determinati tipi di rifiuti) ricavano combustibili gassosi impiegabili per la produzione di energia. In tali impianti, i rifiuti vengono decomposti termochimicamente mediante riscaldamento a basse o moderate temperature (comprese tra 300 e 800°C) in assenza o presenza di ridotte quantità di Ossigeno. Il risultato di questa operazione è che si viene a trasferire il contenuto energetico della sostanza solida di partenza (i rifiuti) in un combustibile in fase gassosa e quindi di più facile, più ampio e più flessibile impiego. Alla fine del processo si otterranno, come prodotti finali, un gas combustibile detto “**syngas**” (chiamato anche *gas di gasogeno* o *gas di sintesi*), **ceneri** e **char**. In pratica, mentre negli inceneritori il materiale viene riscaldato in presenza di ossigeno e avviene una combustione (a 1200-1300 °C) che genera calore e produce composti gassosi ossidati, negli impianti di Dissociazione Molecolare operanti a circa 300-400°C lo stesso riscaldamento viene effettuato in assenza totale di ossigeno e il materiale subisce la scissione dei legami chimici originari con formazione di molecole più semplici (il processo di dissociazione molecolare avviene in ambiente chiuso e per un periodo di oltre 12 ore, con velocità di processo molto più basse rispetto ai processi di combustione che avvengono negli inceneritori). Negli impianti in cui la gassificazione viene operata a circa 800°C (**GASSIFICATORI**) in presenza di una certa quantità di ossigeno si produce anche una ossidazione parziale, e può essere quindi considerata come una tecnologia intermedia tra l'incenerimento e la dissociazione molecolare propriamente detta.

Il **syngas** prodotto contiene diverse impurità (char) tra cui polveri, catrami e metalli pesanti. Pertanto, prima di essere utilizzato per la combustione, verrà raffreddato e purificato mediante piccoli e sicuri impianti di trattamento, con costi di esercizio decisamente più bassi rispetto all'incenerimento³¹: in questo modo viene ridotta drasticamente la presenza di HCl, H₂S (di norma con lavaggio alcalino) e metalli pesanti. Così depurato, il syngas viene successivamente utilizzato per produrre energia elettrica (il potere calorico oscilla tra 1,3 e 3 Kwh/Nm³) nonché ovviamente calore: durante la combustione, infatti, i fumi che vanno alla caldaia per produrre vapore, sono puliti e non aggressivi, assicurando un bassissimo impatto ambientale e, alla caldaia stessa, una manutenzione ed una vita decisamente più lunga.

Il **livello delle emissioni** di questi impianti, sempre e comunque nettamente inferiore a quello di un termovalorizzatore, **cambia però a seconda delle temperature** alle quali avviene il processo di dissociazione molecolare e successiva combustione del syngas. Questo perché, da una parte la diossina viene emessa soprattutto dai 400 agli 800 gradi: è per questo, infatti, che gli inceneritori furono portati intorno ai 1200°C. Dall'altra parte, però, più la temperatura è alta più la combustione è turbolenta e più si ha la produzione di "nanopolveri" (responsabili delle patologie tumorali). E' per questo motivo che i **Dissociatori Molecolari** (con tecnologia WTE, CAM, BOS³²), lavorando a "basse" temperature, sono da preferirsi ai **Gassificatori tradizionali** (che comunque rimangono sempre da preferirsi agli Inceneritori). Nei primi, il processo di dissociazione avviene in un ambiente chiuso, a temperature limitate e comunque inferiori a 400 gradi centigradi e in assenza di ossigeno se non per la quantità necessaria per mantenere il processo alla temperatura desiderata; nei "**Gassificatori tradizionali**" invece (per esempio a letto fisso o fluido), il principio di funzionamento è simile, ma le temperature di esercizio sono

superiori (tra i 800 e i 1000°C, a seconda della tecnologia). Inoltre, rispetto ai “Gassificatori tradizionali”, il “Dissociatore Molecolare” non utilizza altri combustibili, eccetto che nel quarto d’ora in cui viene portato a temperatura. E quindi non essendoci bisogno per esempio di metano per mantenere in temperatura il sistema, mancano le emissioni in atmosfera di questi combustibili. Per questi motivi, un **Dissociatore Molecolare** è in grado di lavorare il 97% della materia in ingresso cosicché il **residuo finale** si aggira intorno al 3%³³ della massa di rifiuti introdotta nell’impianto (invece che il 33% dell’inceneritore), oltre a vetro e metalli che sono facilmente recuperati a valle del trattamento. **Le temperature limitate di processo (circa 400°C) evitano inoltre tre fenomeni che avvengono solitamente negli inceneritori (che lavorano a 1200°C)**³⁴ ovvero :

- la fusione o sublimazione (gassificazione) dei metalli, e il conseguente rilascio degli stessi nei fumi come particelle tossiche.
- la formazione di legami Carbonio – Cloro - Idrogeno che costituiscono le Diossine ed i Furani.
- la elevata formazione di micro e nano-polveri, trasportate nei fumi, a causa della elevatissima turbolenza indotta dall’elevata temperatura.

Dal lato delle emissioni, osservando la tabella sotto riportata, questi impianti, rispetto agli inceneritori, sono tali che :

Parametro	Unità di misura	Dissociatore di Husavik	Inceneritori
Particolato	Mg/Nm³	14.5	1000-5000
HCl	“	730	500-1000
HF	“	2.8	5 - 20
SO₂	“	77	200-1000
NOx come NO₂	“	111	250-500
T O C	“	<1	1 – 10
CO	“	<2	5 – 50
Metalli pesanti totale	“	1	<50
Metalli classe 3	“	0.2	<3
Cd + Tallio e simili	“	0.2	<3
Mercurio (Hg)	“	<0.05	<0.05

Concentrazioni espresse a 20°C in ambiente secco a pressione pari a 101.3 KPa.

- la **bassa temperatura riduce di oltre cento volte l'emissione di polveri sottili e di nanopolveri**, che si formano soprattutto ad alte temperature in presenza di forti turbolenze. - la **concentrazione di acido fluoridrico HF scende alla metà**;
- la **concentrazione di anidride solforosa SO₂ scende a meno della metà**;
- la **concentrazione degli ossidi di azoto NO/NO_x è ridotta di tre volte**, perché nella combustione l'idrogeno ne sequestra i precursori;
- la **concentrazione di monossido di carbonio CO si riduce più della metà**, perché data la bassa temperatura ne è ridotta la sublimazione e la liberazione nell'aria sotto forma di piccole impurità;
- la **concentrazione di diossine e furani è inferiore ai livelli misurabili**: la cinetica di reazione che negli inceneritori porta alla formazione di diossine, non interviene alle normali temperature d'esercizio (la diossina si forma soprattutto fra i 400 e gli 800° C), senza contare che l'alta efficienza della combustione abbassa la quantità di composti organici necessari alla loro formazione.

Tutto questo si riscontra nei fatti nell'**impianto islandese di Husavik**³⁵, che opera a temperature inferiori ai 400° C permettendo, fra l'altro, la completa autonomia di funzionamento, in quanto per raggiungere questa temperatura si usa parte del gas di sintesi prodotto. Alla fine del processo rimangono **ceneri** per il 3% della massa immessa. Il **rendimento energetico totale** (elettricità + calore) **di tali impianti** ("*Dissociatori Molecolari*") è attorno al 70-80%³⁶: risulta quindi essere maggiore e gestibile in modo molto più flessibile rispetto ad un inceneritore. Si può infatti scalare, a seconda della necessità e della stagione da un 60% elettrico + 10% termico ad un 20% elettrico + 50% termico. Viceversa un inceneritore è molto più rigido ed in ogni caso la produzione elettrica a stento

supera il 25% anche nelle migliori condizioni. Nei Gassificatori tradizionali (tecnologia a GRIGLIA, a FLUSSO TRASCINATO, A LETTO FLUIDO A BASSA E ALTA PRESSIONE), le emissioni sono superiori a quelle di un “Dissociatore Molecolare” vero e proprio, ma rimangono comunque nettamente inferiori a quelle di un inceneritore. In particolare, nel syngas, a parità di rifiuti termodistrutti, si produce una quantità di gas circa 1/6 ³⁷ inferiore a quella dei fumi dell’inceneritore (si veda anche tabella pag. 21), oltre che largamente inferiori ai limiti previsti dall’attuale normativa, in particolare per quanto riguarda polveri, HCl e radicali dello zolfo.

E ancora, il Gassificatore tradizionale vanta rendimenti del 23- 38% ³⁸(mediante utilizzo di impianto a ciclo combinato IGCC) seppure, come già visto, risultano inferiori a quelli di un “Dissociatore Molecolare”, rimangono però superiori a quelli di un inceneritore (19-27 % ³⁹). Per cui a parità di rifiuto impiegato si può arrivare a produrre più del doppio di energia elettrica. Ovviamente, anche in questo caso l’efficienza aumenta se vi è anche un recupero del calore (cogenerazione). **Le applicazioni più diffuse e collaudate, sia dei Gassificatori tradizionali che dei Dissociatori Molecolari, riguardano specifiche tipologie di rifiuti**, quali ad esempio scarti di cartiera, pneumatici, plastiche, biomasse (scarti vegetali, legno, sansa di olive ecc), ma anche gli RSU tal quali (come nell’impianto islandese di Husavik). Tuttavia, sia nei Gassificatori che nei Dissociatori è inoltre sempre possibile utilizzare CDR come combustibile ⁴⁰ (c.f.r. par. 1.2.2). Tali impianti **sono altresì impiantisticamente molto versatili** ⁴¹: impianti di questo tipo possono essere composti, come quello operativo in Islanda, da "celle elementari", ciascuna di capacità pari a 12 tonnellate al giorno, consentendo quindi l'installazione di sistemi in grado di trattare anche limitate quantità di rifiuto, con ridottissimo impatto ambientale, molto più prossimi ai siti di produzione e raccolta dei rifiuti e così escludendo i

notevoli impatti dovuti al trasporto a lunga distanza delle ingentissime quantità di rifiuti (CDR) che alimentano gli inceneritori. La stessa capacità di operare su scale molto ridotte favorisce la ottimizzazione della raccolta differenziata fino al massimo possibile, una pratica che, invece, è oggettivamente in contrasto con la logica dell'incenerimento. Inoltre, a fronte di un **investimento relativamente modesto** sia in fase di costruzione che di gestione (decisamente più bassi rispetto all'incenerimento, grazie alla possibilità di introdurre una grande varietà di materiale organico e in virtù della **non necessità di smaltire o filtrare grandi quantità di emissioni o rifiuti tossici**), permettono di ottenere un guadagno costante e sicuro, il che dà loro alte potenzialità di sviluppo anche nel medio-breve termine.

Un processo di gassificazione differente, di cui ultimamente si sente spesso parlare, adotta come fonte di calore una **Torcia al Plasma**. Il plasma generato dalla torcia comprende gas ionizzato a temperature comprese fra i 7000 e i 13000 °C. L'elevatissima quantità di energia, applicata ai rifiuti:

- decompone le molecole organiche (in una zona di reazione dove la temperatura va dai 3000 ai 4000 °C), che, con l'aggiunta di vapore d'acqua, producono così **un gas di sintesi** simile a quello prodotto una volta nei gasogeni a carbone, e più precisamente composto di idrogeno (53%) e monossido di carbonio (33%), nonché anidride carbonica, azoto molecolare e metano (recuperato per produrre elettricità);
- fonde i materiali inorganici e li trasforma in una roccia vetrosa simile alla lava, totalmente inerte e non nociva, che può essere usata come materiale da costruzione (in questo modo non può essere recuperato il materiale ferroso o l'alluminio). In questa "lava" sono totalmente conglobati e quindi resi inerti tutti i metalli pesanti, perciò non si hanno ceneri volanti che li contengano.

Tuttavia, **si ipotizza che in procedimenti mediante torce al plasma si producano enormi quantità di nanopolveri, ancora più nocive delle ceneri,**

dei fumi e delle polveri: le nanoparticelle sono i principali responsabili dell'incremento dei tumori registrati nelle zone in prossimità degli inceneritori (o termovalorizzatori) (<http://www.nanodiagnosics.it/Default.aspx>). Senza contare che per raggiungere le alte temperature necessarie, c'è bisogno di utilizzare grandi quantità di energia, il che comporta dei costi di gestione molto elevati. Pertanto rimane comunque preferibile la costruzione e l'utilizzo di Dissociatori Molecolari che utilizzano tecnologie a bassa temperatura.

1.2.3: d) CONCLUSIONI relative al trattamento termico dei rifiuti

- **Tutte le tecnologie di trattamento termico dei rifiuti consentono di recuperare energia e calore da rivendere.**
- **Il Dissociatore Molecolare risulta essere, tra quelle esaminate, la tecnologia con minore impatto ambientale e meno dannosa per la salute umana: riduce di oltre cento volte l'emissione di polveri sottili e nanopolveri, consente la riduzione di ossidi di azoto e metalli pesanti, e produce una concentrazione irrisoria di diossina e di furani molto al disotto dei valori misurabili. Inoltre ha un rendimento molto superiore agli inceneritori e un costo di gran lunga più basso.**
- **Il Gassificatore tradizionale risulta essere più inquinante di un Dissociatore Molecolare e presenta un rendimento inferiore a quest'ultimo. Ciò nonostante, rimane comunque molto meno inquinante e molto più efficiente di un inceneritore (termovalorizzatore).**
- **La Torcia al Plasma è una tecnologia di gassificazione ad altissima temperatura, non causa produzione di scorie, ma produce un'altissima concentrazione di nanopolveri ritenute molto dannose per la salute umana. A causa delle alte temperature di esercizio,**

presenta anche dei costi di esercizio più alti rispetto ai Dissociatori Molecolari o ai Gassificatori tradizionali.

- **Il Termovalorizzatore con combustione di CDR** causa un'elevatissima produzione di micro e nanopolveri, ceneri volanti e ceneri solide nonché scorie di metalli pesanti. E' meno efficiente e più costoso dei Dissociatori Molecolari e dei Gassificatori tradizionali.
- **Il Termovalorizzatore con combustione diretta degli RSU tal quali** è in assoluto la tecnologia di trattamento termico più inquinante, perché innalza a livelli inaccettabili la produzione di polveri sottili, nanopolveri, ceneri e scorie di metalli pesanti pesanti.

1.2.4: LA DISCARICA

La **discarica di rifiuti** è un luogo dove vengono depositati in modo non selezionato i rifiuti solidi urbani (RSU) e tutti i rifiuti provenienti dalle attività umane (detriti di costruzioni, scarti industriali, eccetera) che non si è potuto riciclare o trattare in altro modo. La normativa italiana col Dlgs. 36/2003 recepisce la direttiva europea 99/31/CE che prevede tre tipologie differenti di discarica:

- Discarica per rifiuti inerti
- Discarica per rifiuti non pericolosi (tra i quali gli RSU, Rifiuti Solidi Urbani)
- Discarica per rifiuti pericolosi (tra cui ceneri e scarti degli inceneritori)

L'uso delle discariche per il rifiuto indifferenziato (senza previo trattamento) deve essere assolutamente evitato. L'Unione Europea con la direttiva sopra citata (99/31/CE) ha stabilito che in discarica devono finire solo materiali a basso contenuto di *carbonio organico* e materiali non riciclabili. In altre parole, dando priorità al *recupero di materia*, la direttiva europea prevede il compostaggio ed il riciclo quali strategie primarie per lo smaltimento dei rifiuti (del resto la legge prevede che la raccolta differenziata debba raggiungere il 65% entro il 2011). Infatti, i residui di molti rifiuti, soprattutto di RSU organici, restano attivi per oltre 30 anni e, attraverso i naturali processi di decomposizione anaerobica, producono biogas e numerosi liquami (**percolato**) altamente contaminanti per il terreno e le falde acquifere per cui il conferimento senza preventivo trattamento di compostaggio è da evitarsi. Dati gli enormi tempi di degradabilità dei materiali normalmente conferiti in discarica (come le plastiche e ancor peggio i rifiuti pericolosi) è ragionevole stimare la

possibilità di rilevare tracce di queste sostanze dopo la chiusura di una discarica per un periodo che va fra i 300 e i 1000 anni, per cui andrebbero trattati diversamente. Dal punto di vista **dell'emissione in atmosfera di gas responsabili dei cambiamenti climatici**, le discariche sia per rifiuti non pericolosi che per rifiuti pericolosi risultano nocive se il rifiuto non viene preventivamente trattato e/o differenziato (come purtroppo spesso capita). È infatti scientificamente provato dall'organizzazione internazionale sui cambiamenti climatici, IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) che i rifiuti in discarica causano emissioni ad alto contenuto di metano e anidride carbonica, due gas serra molto attivi. Una moderna discarica deve pertanto prevedere sistemi di captazione di tali gas (in particolare il metano, che può essere usato anziché disperso in atmosfera). I problemi delle **emissioni di gas possono tuttavia essere ridotti o eliminati** con l'adozione di tecniche costruttive specifiche e con il pretrattamento dei rifiuti: in particolare la raccolta differenziata (c.f.r par. 1.1.a) di quanto è riciclabile e della frazione umida (responsabile delle citate emissioni liquide e gassose), e il cosiddetto *trattamento meccanico biologico* (TMB) (c.f.r. par. 1.2.1) mediante il quale si accelera la decomposizione dei rifiuti prima del conferimento in discarica.

Come detto, la stessa Unione Europea vieta il conferimento di materiale organico in discarica. Va però evidenziato che **le discariche non possono mai essere del tutto eliminate**, in quanto vi devono essere obbligatoriamente conferiti (in differenti discariche e a seconda della pericolosità dei rifiuti) tutti i rifiuti che non è possibile trattare in altro modo ovvero :

- **Gli scarti degli impianti di CDR, Compostaggio o TMB, non differenziabili e non utilizzabili in altro modo.**

- **Residui dei processi di incenerimento o gassificazione**, quali ceneri volatili, polveri e scorie pesanti (c.f.r. par. 1.2.3.a-b-c)
- **Tutti gli altri rifiuti non differenziabili e non trattabili in altro modo** (detriti di costruzioni, scarti industriali)

1.3: OPPORTUNA LOCALIZZAZIONE DELLE ATTIVITA' E DEGLI IMPIANTI

Per definire un'opportuna localizzazione delle attività e degli impianti precedentemente analizzati, per aumentarne l'efficienza e diminuirne l'impatto ambientale, vanno considerati alcuni fattori :

- bacino di utenza degli impianti
- capacità di trattamento dei rifiuti
- impatto ambientale derivante dal trasporto dei rifiuti non trattabili in discarica
- impatto ambientale derivante dal traffico veicolare e dalle emissioni dovute a tale trasporto (emissioni dovute a camion, tir, etc..)

La **raccolta differenziata** (c.f.r 1.1.a) va ovviamente gestita a livello strettamente locale (comuni), e possibilmente attraverso il "porta a porta", così da aumentare la frazione di rifiuti che si riesce a differenziare.

Le **Isole di Scambio** (c.f.r 1.1.c) andrebbero costruite quanto più a livello locale, così da limitare il più possibile l'inquinamento e il traffico veicolare dovuto al trasporto dei rifiuti differenziati da e per tali impianti e agevolare il conferimento diretto dei rifiuti differenziati più ingombranti da parte dei cittadini stessi.

Gli **Impianti di Compostaggio** (c.f.r par. 1.1.b) e **di TMB** (c.f.r par 1.2.1) dovrebbero essere realizzati lontano dalle zone abitate, per evitare che gli odori derivanti dal trattamento biochimico possano creare disagio ai cittadini . Allo stesso tempo, però gli **Impianti di TMB** dovrebbero essere costruiti non lontano dalle discariche (c.f.r par. 1.2.4), così da limitare il traffico veicolare dovuto al conferimento in discarica dei rifiuti (separati in tali impianti) non riciclabili e non trattabili diversamente. Sia gli impianti di Compostaggio che di TMB riescono a

trattare grandi quantità di rifiuti, pertanto sarebbe economicamente poco efficiente costruirli a livello comunale (a meno che non servano città di grandi dimensioni) , in quanto potrebbero restare parzialmente inutilizzati (ossia la loro capacità potrebbe non essere sfruttata al 100%). Pertanto ne andrebbe decisa l'ubicazione a livello provinciale, in modo tale che possano servire un bacino di utenza di più comuni contemporaneamente.

Gli Impianti di CDR (c.f.r par. 1.2.2), **tra i quali vengono considerati anche gli Impianti di TMB che prevedono, al loro interno, la produzione di CDR**, dovrebbero essere costruiti non lontano dalle **discariche** (c.f.r par. 1.2.4), così da limitare il traffico veicolare dovuto al conferimento in discarica dei rifiuti (separati in tali impianti) non riciclabili e non trattabili diversamente. Tali impianti riescono a trattare grandi quantità di rifiuti, pertanto sarebbe economicamente poco efficiente costruirli a livello comunale (a meno che non servano città di grandi dimensioni) , in quanto potrebbero restare parzialmente inutilizzati (ossia la loro capacità potrebbe non essere sfruttata al 100%). Quindi ne andrebbe decisa l'ubicazione a livello provinciale, in modo tale da “spalmarli” opportunamente in più aree provinciali, così che possano servire un bacino di utenza di più comuni contemporaneamente.

Gli Inceneritori (**Termovalorizzatori** - c.f.r par. 1.2.3.a-b) e i **Gassificatori** (c.f.r par. 1.2.3.c) andrebbero costruiti vicino alle discariche speciali, così da limitare l'impatto ambientale dovuto al traffico veicolare per il trasporto delle scorie residue del processo, ma soprattutto per evitare il più possibile i rischi di contaminazione dell'ambiente dovuti al trasporto di ceneri e polveri volatili. Riguardo ai *Termovalorizzatori*, seppur la loro costruzione vicino a impianti di CDR permetterebbe una diminuzione dell'impatto ambientale dovuto al traffico veicolare (il CDR è il combustibile dei termovalorizzatori), va anche detto che

sarebbe impossibile costruire i termovalorizzatori sempre vicino a impianti di CDR, perché i primi riescono a trattare grandi quantità di CDR, anche derivante dalla produzione di più impianti di CDR contemporaneamente. E' per questo che l'ubicazione dei termovalorizzatori viene decisa a livello regionale, perché la capacità di uno solo di questi impianti potrebbe essere superiore al CDR prodotto in un'intera provincia. In aggiunta a questo, visto che gli impianti CDR vanno "spalmati" in più parti di una provincia (perché servono un bacino di utenza più ampio di un singolo comune) costruire più termovalorizzatori per ogni impianto CDR significherebbe lasciarli inutilizzati per la maggior parte dell'anno, senza contare il maggiore inquinamento derivante da più termovalorizzatori. Viceversa, costruire tutti gli impianti di CDR di una provincia vicino a un termovalorizzatore, significherebbe aumentare enormemente (e non diminuire) l'impatto ambientale dovuto al traffico veicolare, perché tutti i rifiuti provinciali da trasformare in CDR dovrebbero essere trasportati in un'unica zona della provincia. Infine, visto il forte inquinamento prodotto dai termovalorizzatori, è opportuno costruirne il meno possibile, cercando di sfruttare al massimo quelli già esistenti in ambito regionale. I *Gassificatori*, invece, essendo molto più versatili dei termovalorizzatori (ossia possono essere di varia tipologia e potenza), potrebbero essere costruiti direttamente dove servono (ossia sempre vicino ai rispettivi impianti CDR), diminuendo perciò i costi e l'inquinamento del trasporto.

1.4:CONSIDERAZIONI FINALI

In considerazione di tutto quanto detto fin'ora, un ciclo dei rifiuti a livello provinciale che consenta il minore impatto ambientale, dovrebbe essere gestito in questo modo :

1- Attivare in ambito locale un raccolta differenziata (c.f.r par. 1.1.a) il più possibile spinta, anche e soprattutto mediante il “porta a porta”, così da differenziare almeno l’80% dei rifiuti .

2- Costruire Isole di Scambio (c.f.r par. 1.1.c), così da rendere possibile la vendita e il riuso del materiale differenziato e riciclabile.

3- Realizzare Impianti di Compostaggio che utilizzino la digestione anaerobica (c.f.r par. 1.1.b), per utilizzare la frazione umida, separata mediante raccolta differenziata, per produrre il *digestato solido (compost)* da rivendere o riutilizzare e recuperando biogas da utilizzare per produrre energia elettrica e calore.

4- Realizzare Impianti di TMB senza triturazione iniziale dei rifiuti in ingresso, che utilizzino la digestione anaerobica e che consentano anche la produzione di CDR (c.f.r par. 1.2.1 e 1.2.2); in questo modo si otterrà :

- **Un’accurata selezione e recupero di materiali riciclabili da inviare alle isole ecologiche per essere riciclati: questo recupero evita anche che tali materiali, trasformati in CDR, vengano poi dispersi nell’atmosfera durante lo smaltimento, causando un maggiore quanto inutile (perché evitabile) inquinamento.**
- **La produzione di un “*digestato solido*” da utilizzare per migliorare le proprietà agricole del suolo, o come copertura per le discariche.**
- **Il recupero di *biogas* da utilizzare per produrre energia elettrica e calore.**

- La produzione di CDR da inviare a smaltimento finale mediante pirolizzatore.
- La produzione minima di scarti, totalmente inerti, da conferire in discarica.

Impianti di questo tipo sono, ad esempio :

- L' impianto di TMB “*Eastern Creek*” a Sydney, realizzato dalla WSN, che utilizza la tecnologia UR-3R⁴² ed è finalizzato alla sola differenziazione e produzione di biostabilizzato (con recupero di biogas) e non alla produzione di CDR.

- Il *Macarthur Recovery Park*⁴³ (south-west Sydney councils - Camden, Campbelltown, Wollondilly e Wingecarribee) in fase di realizzazione dalla stessa “WSN”, dove verrà utilizzata la tecnologia Arrow-Bio Process per trattare i rifiuti indifferenziati dell'intera area e dove non è prevista la produzione di CDR.

- L'Impianto di TMB di *Seamer Carr*⁴⁴ (Nord Yorkshire – Inghilterra), costruito dalla Wastec, che a differenza degli altri prevede anche la possibilità, a seconda delle esigenze del momento, di produrre o meno anche CDR-Q.

5- Costruire (solo nel caso ve ne sia reale bisogno, ossia nel caso la produzione di CDR sia sufficiente ad alimentarli) “Dissociatori Molecolari” con temperature di esercizio inferiori a 400°C (c.f.r par. 1.2.3.c) che consentano:

- Lo smaltimento del CDR prodotto tramite gli impianti di TMB
- Un inquinamento di gran lunga inferiore (fino a 100 volte) a qualsiasi impianto di incenerimento o gassificazione esistente.
- Un efficienza nettamente maggiore rispetto agli impianti di incenerimento esistenti.
- Una esigua produzione di scorie, pari ad appena il 3% dei rifiuti indifferenziati inizialmente introdotti nell'impianto.

- La possibilità di dimensionarli alla reale quantità di CDR da smaltire (sono impiantisticamente molto versatili), così da poterne costruire uno per ogni impianto di TMB esistente: costruendoli vicino all'impianto di TMB stesso, si andrebbe anche a evitare l'inquinamento dovuto al trasporto del CDR da smaltire nell'impianto stesso.
- Un costo di costruzione e gestione minore degli impianti di incenerimento.

Un esempio di questo tipo di impianti è:

L' *Impianto islandese di Husavik* ⁴⁵ che consente la produzione di scorie pari appena al 3% dei rifiuti introdotti nell'impianto, rendimenti del 70-80% e un inquinamento 100 volte inferiore ai termovalorizzatori. In alternativa, è anche possibile chiudere il ciclo dei rifiuti in una provincia utilizzando esclusivamente impianti di TMB senza triturazione iniziale dei rifiuti, ossia senza che sia prevista la produzione di CDR e il suo smaltimento finale mediante Dissociatore Molecolare: gli impianti di TMB senza triturazione iniziale dei rifiuti, infatti, permettendo un forte recupero di materiale riciclabile, consentono una produzione di scarti (da inviare in discarica) notevolmente inferiore agli impianti di incenerimento (o termovalorizzazione) esistenti.

Riferimenti e informazioni bibliografiche

E' possibile visionare un filmato in inglese sul funzionamento dell'impianto di TMB di Seamer Carr in Inghilterra, tramite questo indirizzo internet: <http://www.wastec.co.uk/video/index.html> Nella colonna a destra è possibile "cliccare" sul link "See it Working" e, successivamente, sul link "download video".

1 L'*Ammendante* sono sostanze o miscugli che migliorano le caratteristiche fisiche del suolo

2 Fonte: *Ecoisola – Ecologia: soluzione ambiente*: http://web.tiscali.it/David_Lubrano/ecoisola.htm

3 Fonte: "No Inceneritori! Meglio il Trattamento meccanico biologico (TMB)" – Peacelink: <http://www.peacelink.it/tarantosociale/a/23744.html>

4 Fonte: "The Eastern Creek UR-3R Facility: Maximising Recovery Minimising Impact"- WSN: [http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/\\$FILE/WSN_UR-3R_Brochure.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/$FILE/WSN_UR-3R_Brochure.pdf) (tabella "Resource out" pag. 4)

5 Fonte: "Gestione dei Rifiuti a Freddo- MBT" – Green-Peace: <http://www.greenpeace.org/raw/content/italy/ufficiostampa/rapporti/gestione-rifiuti-a-freddo.pdf>

6 Fonte: "La produzione di CDR di qualità nell'impianto Vesta di Fusina" – Politecnico di Milano-Sede di Piacenza: http://www.sede-piacenza.polimi.it/avvisi_eventi/file_recupero/Paoli.pdf (pag. 10)

7 Fonte: "2. Processo Integrato Promeco": <http://www.promeco.it/impianti.htm>

8 Fonte: "Il Trattamento Biologico in Italia: gli aspetti tecnici e strategici di un sistema"- Massimo Cementero – Consorzio italiano Compostatori: <http://www.compost.it/materiali/Massimo%20Centemero%20-%20Bologna%20gen2005.pdf> (pag. 11)

9 Fonte: "UR-3R Process" – Global Renewables: <http://www.globalrenewables.com.au/en/ur3r-process/> Fonte: "The Eastern Creek UR-3R Facility: Maximising Recovery Minimising Impact" - WSN: [http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/\\$FILE/WSN_UR_3R_Brochure.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/$FILE/WSN_UR_3R_Brochure.pdf)

Fonte: "What Happens at the Eastern Creek Waste and Recycling Centre" – WSN: [http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_EC/\\$FILE/WSN_A5_EC+info+sheet_FINAL.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_EC/$FILE/WSN_A5_EC+info+sheet_FINAL.pdf)

10Fonte: "Technology Solution: ArrowBio for Mixed Waste" – Ecolibrium: [http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrium_arrowbio/\\$FILE/Arrowbio_brochure.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrium_arrowbio/$FILE/Arrowbio_brochure.pdf)

11 Fonte: "No Inceneritori! Meglio il Trattamento meccanico biologico (TMB)" – Peacelink: <http://www.peacelink.it/tarantosociale/a/23744.html>

12Fonte: *Fact Sheet: The Macarthur Recovery Park*- WSN: http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/Content/Education%20and%20Safety_Facts%20and%20Figures%20The%20Macarthur%20Recovery%20Park Fonte: "Technology solution case study: Macarthur Recovery Park"-WSN: [http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrium_casestudy_macarthur/\\$FILE/Macarthur_case_study.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrium_casestudy_macarthur/$FILE/Macarthur_case_study.pdf)

13 Fonte: <http://www.wastec.co.uk/> Fonte: "Wastec complete 'clean' MRF trial on co-mingled recyclables" – Wastec: <http://www.wastec.co.uk/news/cleanmrf.pdf> Fonte: "Wastec's Seamer Carr plant achieving targets" – Wastec: <http://www.wastec.co.uk/news/seamercarr.pdf>

14 Fonte: "Rapporto Rifiuti 2007" – APAT, Cap. 1° pag. 52: http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti/

15 Fonte: "Rapporto Rifiuti 2007" – APAT, Cap. 1° pag. 52: http://www.apat.gov.it/site/IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti/

16 Fonte: "Indagine sui Rifiuti Urbani prodotti nel 2006" – Regione Piemonte: http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/rifiuti/dwd/documentazione/produzione_06.pdf (pag. 22) Fonte: <http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/rifiuti/>

17 "Indagine sui Rifiuti Urbani prodotti nel 2006" – Regione Piemonte: http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/rifiuti/dwd/documentazione/produzione_06.pdf (pag. 19)

18 20 novembre 2003, risposta E-2935/03IT. (Fonte Wikipedia)

19 Fonte: "GreenPeace: obiettivo zero": <http://web.tiscali.it/salernodasalvare/inceneritore.htm> Fonte: "Caso: Incenerimento dei Rifiuti" – Nanodiagnosics: <http://www.nanodiagnosics.it/Caso.aspx?ID=13>

20 Fonte: "La produzione di CDR di qualità nell'impianto Vesta di Fusina" – Politecnico di Milano-Sede di Piacenza: http://www.sede.piacenza.polimi.it/avvisi_eventi/file_recupero/Paoli.pdf (pag. 10)

21 Fonte: "Sviluppi tecnologici dei trattamenti termici dei rifiuti"- De Stefani - ENEA: http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/rifiuti/convegno9lug07/De_Stefanis%2009_luglio.pdf (pag. 18)

22 Fonte: "Inceneritori e Nanopatologie" - Stefano Montanari – Nanodiagnosics: <http://www.nanodiagnosics.it/Caso.aspx?ID=12>

23 C.f.r. nota 21

24 Fonte: "Dove c'è un inceneritore aumenta il rischio di cancro" – Emiliana Gentilizi, Oncologa - Nanodiagnostic: <http://www.nanodiagnosics.it/Caso.aspx?ID=16>

25 Valutazione dello stato di salute della popolazione residente nell'area di Coriano (Forlì) Progetto "Environmental health surveillance system in urban areas near incinerators and industrial premises / ENHANCE HEALTH" 1999-2001 / 2003-2005

26 Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M, Shimizu T. *Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan.* *Eur J Epidemiol*, 2005;20(12):1023-9. PMID: 16331434.

27 Biggeri A; Catelan D. *Mortality for non-Hodgkin lymphoma and soft-tissue sarcoma in the surrounding area of an urban waste incinerator. Campi Bisenzio (Tuscany, Italy) 1981-2001.* *Epidemiol Prev.*, 2005 May-Aug;29(3-4):156-9.

28 Franchini M; Rial M; Buiatti E; Bianchi F. *Health effects of exposure to waste incinerator emissions:a review of epidemiological studies.* *Ann Ist Super Sanità*, 2004;40(1):101-15.

29 Fonte: Nanodiagnosics: <http://www.nanodiagnosics.it/Default.aspx>

30 Fonte: "Caso: Incenerimento dei rifiuti" – Associazione Medici per L'Ambiente - Nanodiagnostic:<http://www.nanodiagnosics.it/Caso.aspx?ID=13>

31 Fonte: "2. Processo Integrato Promeco": <http://www.promeco.it/impianti.htm> (pag. 39)

32 Fonte: *Energio*: <http://www.energio.st/compani.html>

33 Fonte: *oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti - Equologia*:http://www.equologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf (pag. 16)

34 Fonte: *oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti - Equologia*: http://www.equologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf 35 Fonte: "Oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti" - Equologia: http://www.equologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf

35 Fonte: "Oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti" - Equologia:
http://www.ecquologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf

36 Fonte: "Oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti" - Equologia:
http://www.ecquologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf (pag. 13)

37 Fonte: "2.Processo Integrato Promeco": <http://www.promeco.it/impianti.htm> (pag. 39)

38 Fonte: "2.Processo Integrato Promeco": <http://www.promeco.it/impianti.htm> (pag. 39) Fonte: "Relazione sul recupero energetico nel ciclo integrato di gestione dei rifiuti" - di De Stefanis – Enea:
http://www.arpa.emr.it/rimini/download/Convegno%20Inceneritore%20giu06/Incenerit_Slide_mattina_06/04_DeStefanis_incener_06.pdf (pag. 16)

39 C.f.r nota 37, seconda fonte menzionata.

40 C.f.r. nota 26, seconda fonte: "Relazione sul recupero energetico nel ciclo integrato di gestione dei rifiuti" - di DeStefanis – Enea (pag. 9 e 18)

41 Fonte: "Oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti" - Equologia:
http://www.ecquologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf (pag. 9)

42 Fonte: "The Eastern Creek UR-3R Facility: Maximising Recovery Minimising Impact" - WSN:
[http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/\\$FILE/WSN_UR-3R_Brochure.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/UR-3R/$FILE/WSN_UR-3R_Brochure.pdf) Fonte: "What Happens at the Eastern Creek Waste and Recycling Centre" – WSN:
[http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_EC/\\$FILE/WSN_A5_EC+info+sheet_FINAL.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_EC/$FILE/WSN_A5_EC+info+sheet_FINAL.pdf)

43 Fonte: "Fact Sheet: The Macarthur Recovery Park"- Sito Internet di WSN:
http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/Content/Education%20and%20Safety_Facts%20and%20Figures%20The%20Macarthur%20Recovery%20Park Fonte: "Technology solution case study: Macarthur Recovery Park"- WSN:
[http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrum_casestudy_macarthur/\\$FILE/Macarthur_case_study.pdf](http://www.wsn.com.au/dir138/wsn.nsf/AttachmentsByTitle/brochure_ecolibrum_casestudy_macarthur/$FILE/Macarthur_case_study.pdf)

44 Fonte: <http://www.wastec.co.uk/> Fonte: "Wastec's Seamer Carr plant achieving targets" - Wastec:
<http://www.wastec.co.uk/news/seamercarr.pdf> Fonte: "Wastec complete 'clean' MRF trial on co-mingled recyclables" - Wastec: <http://www.wastec.co.uk/news/cleanmrf.pdf> Fonte: "MBT: A Guide for Decision Makers - Processes, Policies and Markets"- Juniper Consultancy Services Ltd: http://www.juniper.co.uk/Publications/mbt_report.html

45 Fonte: oltre l'età del fuoco: il superamento definitivo dell'incenerimento dei rifiuti - Equologia:
http://www.ecquologia.it/sito/rifiuti/superamento_inceneritori.pdf