

OLTRE L'ETA' DEL FUOCO

IL SUPERAMENTO DEFINITIVO DELL'INCENERIMENTO DEI RIFIUTI

I Consiglieri Regionali dei Verdi della Toscana, Fabio Roggiolani, Presidente della Commissione Sanità al Consiglio Regionale della Toscana e Responsabile Nazionale dei Verdi per l'innovazione e l'energia, e Mario Lupi, Capogruppo in Regione Toscana, sono stati nel nord dell'Islanda, presso il villaggio di Husavik, accompagnati da imprenditori, tecnici e giornalisti, per verificare le caratteristiche e le prestazioni del locale impianto di *dissociazione molecolare* dei rifiuti, operativo da molti mesi.

Un passaggio di grande importanza per superare definitivamente l'incenerimento dei rifiuti.



l'impianto di Husavik, dall'interno dello stabilimento

PREMESSA

La sostanza vivente, solitamente chiamata sostanza organica, e' costituita da complesse molecole di Carbonio, Idrogeno ed altri microelementi.

Nei legami che si costituiscono tra gli atomi di Carbonio e Idrogeno si concentra l'energia solare, fissata attraverso il processo della fotosintesi vegetale. Nella catena alimentare questi legami si rompono, attraverso il processo di ossidazione, liberando l'energia che garantisce le funzioni vitali. Una parte di questa energia, una sorta di surplus energetico dell'energia solare, si e' raccolta nelle ere geologiche nella forma fossile (metano, petrolio, carbone) e costituisce la fonte energetica nettamente prevalente dei sistemi tecnologici e delle economie attuali.

Dalle molecole complesse del petrolio si ottengono inoltre i numerosi polimeri utilizzati nelle industrie plastiche, farmaceutiche, ecc.

Questi prodotti plastici, costituiti sempre da complesse molecole organiche, ed i resti del nostro cibo, di solito chiamati *frazione umida*, costituiscono la quasi totalità dei rifiuti prodotti.

Premessa essenziale e irrinunciabile della gestione integrata di rifiuti è quella del recupero della maggior parte possibile della materia, per mezzo del riuso o del riciclo, e quindi della massimizzazione della raccolta differenziata: considerando che l'energia spesa per produrre i manufatti di qualsiasi tipo è molto maggiore dell'energia che si trova nei materiali stessi, la raccolta differenziata costituisce anche una grande opportunità di risparmio energetico!

La compatibilità con la progressiva riduzione dei volumi di rifiuti prodotti, con l'aumento fino al massimo possibile della raccolta differenziata, del riuso e riciclo dei manufatti e dei materiali, costituiscono quindi criteri fondamentali per la selezione delle tecnologie più opportune di smaltimento dei rifiuti a valle della raccolta.

LA GESTIONE DEI RIFIUTI A VALLE DELLA RACCOLTA: SUPERARE L'INCENERIMENTO

Per incenerimento si intende il processo di combustione dei rifiuti operato in condizioni d'eccesso d'aria (ossigeno), che sviluppa energia sotto forma di calore; da questa reazione si generano nuovi componenti, i prodotti della combustione.

La combustione è di solito largamente imperfetta, lasciando quindi una frazione significativa di residui carboniosi; le altissime temperature e la vigorosa turbolenza all'interno della camera di combustione, inoltre, fanno sì che le particelle metalliche e le polveri inerti, in gran parte di dimensioni microscopiche, vengano trasportate in grandi quantità insieme ai fumi della combustione ed emesse nell'ambiente, essendo difficilmente intercettate di sistemi di filtrazione a causa proprio delle piccole dimensioni.

Nelle fasi di riscaldamento e raffreddamento, inoltre, possono formarsi composti fortemente tossici, quali diossine e furani, che sono difficili o impossibili da intercettare prima dell'emissione nell'ambiente.

La serie di dati che si stanno accumulando sulla pericolosità delle polveri sottili è impressionante e arriva principalmente sulla base di studi epidemiologici sulle malattie e i decessi.

A questo quadro si aggiunge la necessità di selezionare e pre-trattare i rifiuti per assicurare che il "combustibile" sia dotato di sufficiente potere calorifico, mentre la scarsa efficienza della combustione e la disponibilità, a valle degli impianti di incenerimento, di energia nella forma più povera che è il calore, determina la necessità di utilizzare enormi quantità di rifiuti, che devono essere conferiti a pochi impianti centralizzati, con ovvi impatti in termini di trasporto, emissioni in atmosfera, rumore.

LA DISSOCIAZIONE MOLECOLARE DEI RIFIUTI

Il dissociatore delle molecole organiche utilizza un processo di scissione delle suddette molecole organiche in molecole più semplici, di solito Monossido di Carbonio CO, Idrogeno H₂ e Metano CH₄, che possono essere successivamente ossidate per liberare l'energia dei legami ed ottenere i prodotti stabili Anidride Carbonica CO₂ e Acqua, dai quali ricomincia il ciclo della vita.

Il processo avviene in un ambiente chiuso, a temperature limitate e comunque inferiori a 400 gradi centigradi, in assenza di ossigeno se non per la quantità necessaria per mantenere il processo alla temperatura desiderata.

Per mezzo del processo sono generati i gas, detti anche “gas sintetici” o “syngas”, che possono essere utilizzati per ottenere le diverse forme di energia:

- 1) termica, attraverso la loro combustione in una caldaia, come se si trattasse di metano o di gasolio;
- 2) meccanica, in un motore a scoppio come fosse metano;
- 3) elettrica, attraverso le celle a combustibile, o *fuel cell*, alimentate dall'idrogeno, gas ottenibile attraverso un processo denominato *Reforming*.

In altri termini, in funzione della forma necessaria, è possibile definire la soluzione impiantistica ottimale.

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.

Questo consente di avvicinarsi meglio ai tempi naturali di degradazione delle molecole, come avveniva, in pratica, nelle antiche carbonaie.

Così facendo, tutto il materiale organico viene degradato, per cui i residui del processo non superano mediamente, il 3% della massa iniziale, oltre a vetro e metalli che sono facilmente recuperati a valle del trattamento.

La materia si ritrova nel gas prodotto e nel vapore ottenuto.

Le temperature limitate di processo evitano inoltre due fenomeni che avvengono solitamente negli inceneritori:

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

E' quindi evitata qualsiasi presenza significativa, nei fumi, di metalli pesanti, di micro e nanopolveri, e di diossine, consentendo di abbatterne la concentrazione di uno o due ordini di grandezza (da 10 a 100 volte) rispetto agli attuali limiti di legge.

L'ENERGIA

A differenza degli inceneritori, gli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti consentono il recupero di energia sotto forma di gas di sintesi, in quantità superiore – confermata dalla minore quantità di residui ricchi di carbonio – e in forma più utilizzabile rispetto al calore prodotto dagli inceneritori stessi.

Gli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti sono quindi energeticamente più efficienti rispetto agli inceneritori, nella misura di circa il 30%.

LE EMISSIONI IN ATMOSFERA

In considerazione dell'importanza delle emissioni in atmosfera, che più di ogni altro qualifica e distingue una tecnologia di recupero energetico dei rifiuti a valle della raccolta, è opportuno approfondire brevemente l'argomento.

L'ambiente di gassificazione ed ossidazione, tipico degli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti, è estremamente avverso alla formazione di diossine.

Infatti queste si formano come combinazione tra componenti organici con anelli aromatici e cloro; nella camera di dissociazione, l'ambiente è povero di ossigeno, e quindi il cloro viene sequestrato dall'idrogeno e le diossine che si formano risultano ordini di grandezza inferiori rispetto ad una normale combustione con eccesso di aria, come avviene invece negli inceneritori.

Gli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti comprendono generalmente anche una fase di dissociazione secondaria, a valle della prima, in cui la temperatura è portata per pochi secondi a circa 1100 gradi centigradi, finalizzata a dissociare anche i residui composti carboniosi che si trovano nel gas di sintesi.

La dissociazione in questa seconda fase è pressoché totale, e anche nel caso di temporanee formazioni di diossine, queste vengono distrutte dalla temperatura; poiché il processo di dissociazione è estremamente efficiente, la quantità di composti organici non combustibili, responsabili della formazione di diossine quando la temperatura scende sotto gli 800 gradi centigradi, è qualche ordine di grandezza inferiore, per cui la concentrazione di diossine è talmente bassa da non essere neppure misurabile.

Analogamente, la situazione che si verifica negli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti è molto sfavorevole per la formazione degli Ossidi di Azoto NO_x, in quanto nella camera di

dissociazione l'ambiente è povero di ossigeno, mentre nella fase del brevissimo riscaldamento secondario l'ambiente è povero di aria, ed è noto che gli Ossidi di Azoto provengono in buona parte dalla combinazione dell'azoto che si trova nell'aria utilizzata per il processo con l'ossigeno.

Il gas di sintesi, o syngas, che viene così formato, risulta quindi sufficientemente puro per una combustione diretta che, producendo vapore caldo, può azionare le turbine di una centrale elettrica. In questo caso, le emissioni in atmosfera, generate dalla combustione del gas di sintesi prodotto da impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti, risultano nettamente inferiori rispetto a quelle prodotte direttamente dall'incenerimento dei rifiuti; i risultati riportati sotto si riferiscono al confronto dell'impianto di dissociazione molecolare dei rifiuti di Husavik con i valori medi rilevati per gli inceneritori, e prima del passaggio nei sistemi di filtraggio e purificazione (quindi all'uscita in atmosfera le concentrazioni di sostanze inquinanti sono ancora più basse):

- **la concentrazione di polveri sottili scende di almeno 100 volte, e questo è il dato più importante;**
- **la concentrazione di acido fluoridrico scende alla metà;**
- **la concentrazione di anidride solforosa scende a meno della metà;**
- **la concentrazione di ossidi di azoto diminuisce di tre volte;**
- **la concentrazione di monossido di carbonio si riduce più della metà;**
- **la concentrazione di metalli pesanti è abbattuta tra 20 e 50 volte;**
- **la concentrazione di diossine e furani risulta inferiore ai valori misurabili.**

ALTRE CONSIDERAZIONI

Nel caso in cui il gas di sintesi prodotto da un impianto di dissociazione molecolare dei rifiuti sia utilizzato in motori a combustione interna, per la produzione di energia elettrica o per la produzione combinata di energia elettrica e calore ("cogenerazione"), il gas stesso deve essere ulteriormente purificato dai pur minimi residui carboniosi, dalle concentrazioni già limitatissime di acido cloridrico, dal particolato, che è presente in concentrazioni comunque molto basse, e dalla umidità.

In questa eventualità, il gas di sintesi subisce una serie di processi tecnologicamente molto avanzati, quali il cosiddetto "lavaggio" e il filtraggio elettrostatico: i residui carboniosi recuperati vengono passati nuovamente alla camera di dissociazione e quindi recuperati come altro gas di sintesi, l'acqua viene depurata e in parte recuperata, mentre la parte di acqua residua viene neutralizzata e smaltita in fogna.

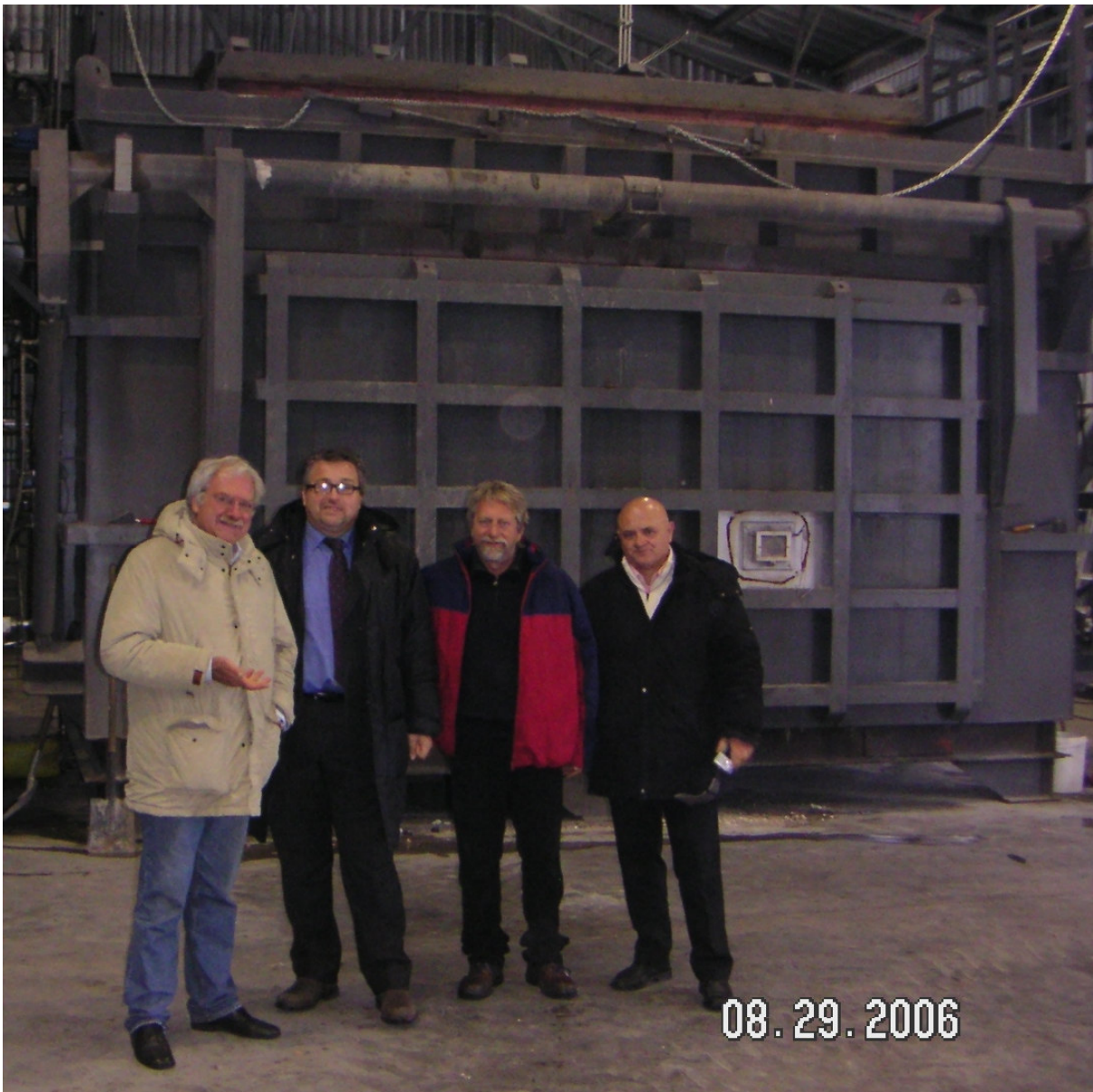
A questo punto, il gas di sintesi prodotto da un impianto di dissociazione molecolare dei rifiuti è pronto per l'impiego in motori a combustione interna (come del resto avviene da tempo).

Le emissioni in atmosfera da questi motori rispettano abbondantemente i limiti, ed i risultati qualitativi sono di molto superiori perfino a quelli del metano; infatti le caratteristiche del gas di sintesi danno luogo ad una minore emissione di Ossidi di Azoto rispetto al metano, in quanto l'idrogeno presente nel gas di sintesi *sequestra* i componenti degli Ossidi di Azoto stessi, mentre la combustione dell'idrogeno e dell'ossido di carbonio che costituiscono gran parte del gas di sintesi produce una emissione di polveri sottili molto inferiore rispetto a quella del metano.

Considerazioni simili valgono nel caso in cui si intenda utilizzare il gas di sintesi per produrre Idrogeno, attraverso un processo che prende il nome di "Reforming", per poi alimentare celle a combustibile ("fuel cells"), così da produrre energia elettrica con efficienze elevatissime.

L'IMPIANTO DI DISSOCIAZIONE MOLECOLARE DEI RIFIUTI DI HUSAVIK

Tre giorni di visita all'impianto, completamente operativo in condizioni reali di esercizio, di Fabio Roggiolani e Mario Lupi, insieme al Co-responsabile della Conferenza programmatica nazionale dei Verdi sui rifiuti, Renato Bauducco, al Presidente dell'Associazione "Capitalismo Naturale", Giuseppe Vitiello, nonché a dirigenti e tecnici dell'azienda proponente, la Telecommunication & System SpA, Divisione ENERGO, di Formello (Roma), a tecnici indipendenti e giornalisti, a rappresentanti di altre Aziende italiane operanti nel settore della gestione dei rifiuti.



da sinistra: Renato Bauducco, Fabio Roggiolani, Mario Lupi, Giuseppe Vitiello

La visita in Islanda ha consentito di verificare che le prestazioni dell'impianto rispondono pienamente alle aspettative, confermando sul campo la praticabilità del superamento dell'incenerimento dei rifiuti.

Oltre a tutte le considerazioni già illustrate in precedenza, è importante osservare quanto segue.

- I rifiuti, di qualsiasi tipo, possono essere introdotti "tal quali", senza alcun pre-trattamento.



i rifiuti sono inseriti nell'impianto nello stato in cui si trovano

- Le efficienze di dissociazione molecolare delle frazioni organiche, sia biodegradabili (biomasse) che non biodegradabili (per es. plastiche), in gas di sintesi ricco di idrogeno, sono elevatissime.
- L'energia necessaria alla dissociazione delle componenti organiche viene fornita dalla combustione di una piccola frazione del gas di sintesi prodotto, quindi il processo è autosufficiente e non necessita di altri combustibili.
- I residui consistono nelle sole frazioni non organiche, da cui possono facilmente essere estratti i metalli "tal quali", mentre la parte restante può essere facilmente smaltita in discarica oppure inertizzata (cioè "vetrificata") per mezzo di tecnologie esistenti e consolidate.



la "cenere bianca" risultante dal processo, che include metalli e vetro nello stato e forma originali, e soltanto il 3% dei composti carboniosi originali

- **Un impianto di questo tipo può essere composto, 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 del trasporto a lunga distanza delle ingentissime quantità di rifiuti 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.**
- Nel caso specifico dell'impianto Islandese, il gas di sintesi è bruciato sul posto per produrre vapore caldo, inviato poi a un vicino impianto geotermoelettrico dove partecipa insieme ai vapori caldi geotermici alla produzione di energia elettrica; è utile sottolineare, per inciso, che l'impianto geotermoelettrico utilizza tecnologie estremamente avanzate che consentono, in completa sicurezza, di recuperare molta energia a partire da vapori a temperature moderate, che

tra l'altro scorrono per quasi 20 km in tubazioni completamente interrato: sicuramente meglio dei tanto decantati impianti nostrani...



la centrale geotermoelettrica, prossima all'impianto di trattamento dei rifiuti di Husavik, dotata di tecnologie particolarmente innovative



una fase dell'interramento dei tubi di trasporto del vapore alla centrale geotermoelettrica

CONSIDERAZIONI FINALI

La dissociazione molecolare dei rifiuti è quindi una tecnologia, dimostrata dalla operatività in situazioni reali, estremamente efficiente, affidabile, flessibile e adattabile alle diverse esigenze, compatibile con la massima raccolta differenziata e il recupero della più elevata frazione dei manufatti e dei materiali, in grado di eliminare tutti gli impatti ambientali negativi prodotti dall'incenerimento dei rifiuti.

Una tecnologia, o meglio un insieme di tecnologie funzionanti e collaudate, che insieme ad altre costituisce un quadro di alternativa immediatamente praticabile all'incenerimento dei rifiuti, di tutti i rifiuti, per tutto il Paese.