

Istituto C. Lorenzini

Settimana della cultura scientifica
Anno scolastico 2005

Energia

Il Riciclaggio

Classe IVB



Il Riciclaggio del vetro



Come abbiamo avuto modo di vedere nelle parti precedenti, il nostro amico vetro ha tra le tante qualità esposte una veramente preziosa: la riciclabilità totale.

Infatti nel campo specifico degli imballaggi che rappresentano, peraltro, una parte non indifferente del complesso dei rifiuti solidi, il vetro è l'unico materiale interamente riciclabile senza alcun problema né di produzione né di degrado qualitativo del prodotto finito.

Il riutilizzo del contenitore in vetro già usato può sembrare il sistema più semplice ed economico. In realtà pone alcuni problemi sia nella fase di raccolta e di trasporto sia nelle operazioni di selezione e di pulizia (sterilizzazione, eliminazione di capsule, etichette, ecc.) necessarie per rendere riutilizzabile il vuoto dalle industrie. Ecco perché il riciclo è la carta vincente sotto il profilo sia economico sia ecologico.



Il riciclo consente di:

a) risparmiare le materie prime minerali (sabbia silicea, calcare, ecc.) necessarie per la produzione del vetro, limitando l'apertura di nuove cave a tutto vantaggio della salvaguardia del territorio;

b) ridurre i consumi energetici

L'utilizzo nella miscela vetrificabile di rottami di vetro, abbassa il punto di fusione e conseguentemente occorrono minori quantità di calore rispetto a quelle necessarie impiegando solo materie prime.

In particolare ogni aumento del 10% di rottame nella miscela vetrificabile consente un risparmio medio compreso tra il 2,5% e il 3,1% dell'energia totale impiegata per la fusione.

Le prove condotte dal Consiglio Nazionale Ricerche, dalla Stazione Sperimentale del Vetro di Murano e dall'Assovetro, hanno confermato questo risparmio di combustibile nel corso di sperimentazioni eseguite in vetrerie associate. Da stime effettuate da organismi internazionali risulta che, grazie alla raccolta del vetro e al suo riciclo, nel 1984 sono stati risparmiati in Europa 135 milioni di litri di olio combustibile.

L'immediata conseguenza ecologica è, che tra l'altro, consumando meno combustibile, si riduce l'inquinamento atmosferico. Infine, come vedremo, anche i Comuni che aderiscono alla raccolta del vetro, risparmiano sui costi di trasporto e smaltimento dei rifiuti, offrendo ai cittadini la possibilità di trasformare il "vuoto a perdere" destinato alla spazzatura in una preziosa risorsa per tutta la collettività. Possiamo quindi dire con piena cognizione di causa che da vetro nasce vetro!

Per quanto riguarda la "Storia" del riciclo del vetro in Italia ed in Europa ecco alcuni dati significativi.

Il vetro rappresenta il 7% circa del totale dei rifiuti urbani pari a 14 milioni e mezzo di tonnellate in Italia e 90 milioni in Europa. Verso la fine degli anni Settanta molti Paesi europei hanno capito l'importanza e la convenienza del riciclo.

Sull'esempio degli altri paesi, l'Italia ha avviato significative esperienze di raccolta fin dal 1977 nelle città di Parma e Padova.

Già nel 1979, ad esempio, nella sola città di Parma, grazie a una convenzione fra l'Assovetro e la Nettezza Urbana, risultavano raccolte 750 tonno di vetro con una media procapite della popolazione coinvolta di 7,9 Kg./anno: una cifra elevata se si pensa che a Ginevra, dopo 10 anni di esperienza se ne recuperano 9,5 Kg./anno pro-capite.

All'inizio degli anni Ottanta il fenomeno della raccolta del vetro "esplode" nelle aree urbane, nelle grandi città (Milano, Bologna, Torino, ecc.) come nei piccoli centri (Valdagno, Bassano del Grappa, ecc.).

Nel 1986 la quantità di vetro riciclato in Italia è molto prossima alle 500.000 tonnellate pari ad oltre il 40% degli imballaggi in vetro per liquidi alimentari presenti nei rifiuti solidi urbani e circa il 25% della produzione totale annua di vetro cavo. Di queste 500.000 tonnellate, 250.000 sono frutto della raccolta del vetro utilizzando ben 30.000 contenitori.

Ma cosa avviene delle bottiglie una volta introdotte nelle "campane" di recupero?

Speciali camion dotati di gru provvedono a svuotare le campane dal vetro raccolto ed a trasportarlo presso il centro di raccolta e trasformazione. Qui il vetro subisce una serie di trattamenti volti a renderlo utilizzabile per la vetreria e, più precisamente:

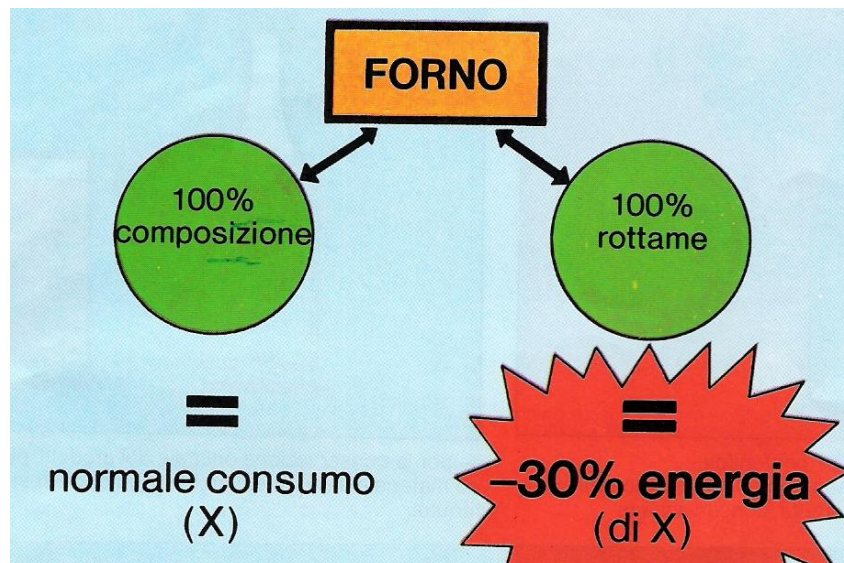
- . Frantumazione: il vetro passa da una tramoggia di raccolta attraverso martelli che lo frantumano a una pezzatura media di circa 2/3 cm.
- . Successivamente, mediante sistemi a magneti di diversi tipi, vengono asportati tutti i metalli ferrosi, che potrebbero inquinare il vetro (capsule, fili di ferro, ecc.).
- . Con sistemi di soffiatura o aspirazione il rottame viene poi "mondato" delle parti più leggere come capsule di alluminio, legno, sughero, carta, etichette, ecc.
- . Infine il rottame frantumato e pulito passa attraverso un tunnel di lavaggio in controcorrente per l'asportazione finale di tutti i residui organici.
- . A questo punto il rottame è diventato una preziosa materia prima, pronta per i forni delle vetrerie.

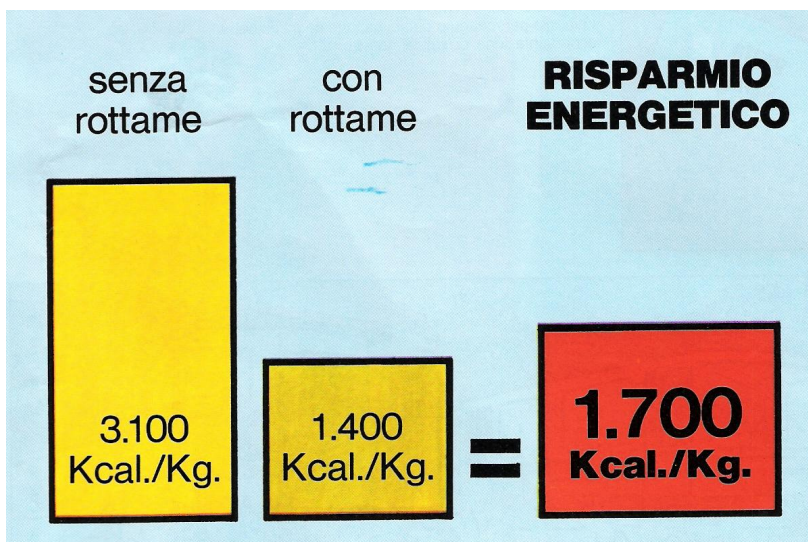
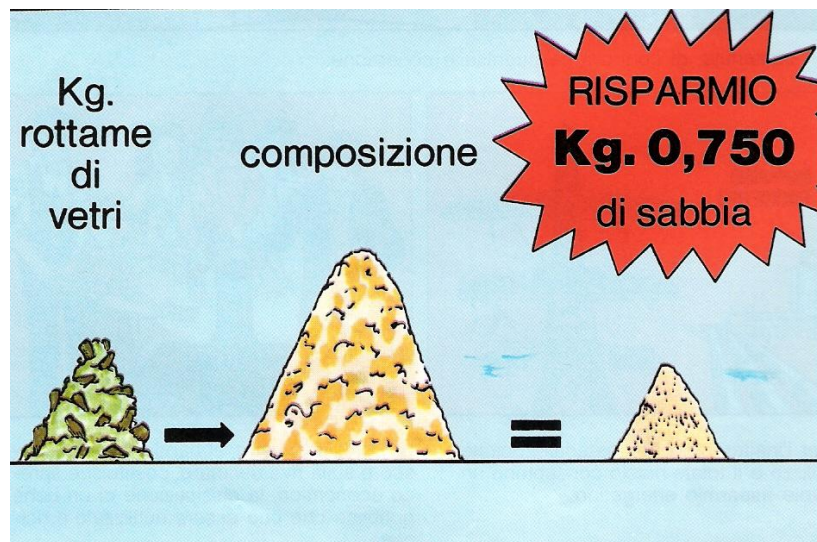
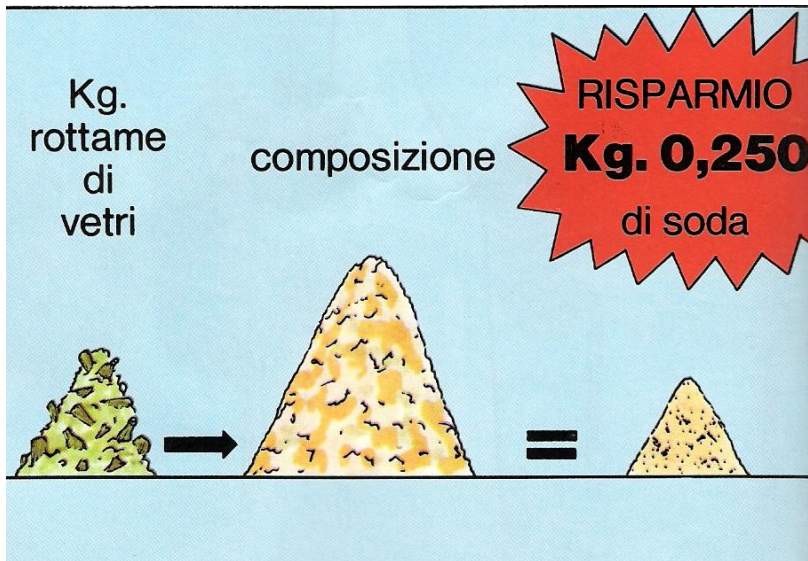
La cosa più interessante è che il vetro stesso, utilizzato dall'uomo nella quotidianità, al di là delle disponibilità al riutilizzo immediato, serve a creare come abbiamo visto, una mole di materia prima già "composta" che può essere riciclata e immessa nel circuito produttivo con un risparmio energetico ed anche di materie prime che non dovranno essere sottratte all'ecosistema. Il vetro quindi diventa eternamente disponibile come materia prima per produrre nuovi contenitori e non, come capita per molti altri prodotti, materiali di scarto, e quindi rifiuti, che devono essere messi in condizione di non nuocere all'ambiente attraverso lavorazioni costose spesso improduttive.

Tutti sanno che non tutti i materiali sono riciclabili poiché alcune sostanze considerate a "rischio" producono, anche nel momento dell'incenerimento, laddove questo è possibile, un inquinamento gassoso certamente più pericoloso dell'inquinamento meccanico.

Il vetro raccolto dopo il suo impiego, qualora non utilizzato allo stato in cui si trova, può diventare quindi materia prima nobile. Le ineguagliabili proprietà igieniche, l'inerzia chimica e la trasparenza collaudate nei secoli, sono una garanzia costante per il mantenimento dei prodotti in esso contenuti. Il contenitore in vetro è un amico che non tradisce mai e si può ben dire che mentre gli altri materiali contengono il vetro conserva. Queste inimitabili caratteristiche restano assolutamente inalterate negli imballaggi ottenuti grazie al recupero urbano.

Dunque da vetro nasce vetro: un vero miracolo di questa materia che si presta a tanti usi e dopo l'uso e il riuso, per chissà quante volte, può diventare materia preziosa per servire ancora l'uomo "dandogli una mano" nel vero senso della parola.







Biogas



Si forma mediante un processo di fermentazione a più fasi. Questa fermentazione avviene in condizioni anaerobiche causata da microrganismi in assenza di aria ovvero ossigeno. Nel processo sono coinvolti una grande varietà di ceppi di organismi la cui composizione è dovuta alle condizioni specifiche del processo (sostanze fermentanti, temperatura, pH, ecc.). Dato che i microrganismi hanno la facoltà di adattarsi ai vari substrati, è possibile decomporre quasi tutte le sostanze organiche attraverso il processo di fermentazione. La sua composizione chimica varia molto a seconda del processo (endotermico o esotermico), delle sostanze che vengono immesse nel fermentatore, della temperatura di funzionamento del processo, della 'salute' dei ceppi batteriologici, dal PH del substrato, ecc.

Il gas prodotto contiene generalmente le seguenti sostanze:

metano	40-75%
anidride carbonica	25-55%
acqua in vapore	0-10%
azoto	0-5%
ossigeno	0-2%
idrogeno	0-1%
ammoniaca	0-1%
idrogeno solforato	0-1%

Sostanza organica biodegradabile

Quasi tutte le sostanze organiche possono essere utilizzate per il processo di produzione di biogas. Da evitare sono le sostanze come il legno o altre fibre resistenti.

Le sostanze più adatte sono:

- liquami animali
- rifiuti domestici organici
- ortaggi, frutta
- latte
- oli e grassi vegetali e animali

Alcune sostanze devono essere igienizzate o pastorizzate per legge con processi a temperature, pressioni e durate variabili a seconda delle sostanze stesse prima di poter essere immesse nelle vasche di fermentazione (residui di macello, rifiuti organici domestici, ecc.)

Le sostanze organiche meno adatte alla fermentazione sono quelle contenenti maggiori quantità di lignina. Essa infatti può essere decomposta dai batteri responsabili del processo però i tempi di decomposizione sono troppo lunghi.

Fermentatore

Il fermentatore, come dice la parola stessa è una vasca in cui le varie sostanze fermentano attivando un processo chimico che decompone il carbonio legato nelle varie molecole organiche alla base della sostanza. Questo carbonio si lega ad atomi di idrogeno formando così il metano (CH₄).

I batteri di metano sono responsabili del processo di fermentazione e devono essere iniettati in piccole dosi generalmente solo durante la presa in funzione dell'impianto. Se il mix di sostanze che vengono immesse nel fermentatore è ben dosato e la sua temperatura viene mantenuta nei limiti di funzionamento questi batteri si moltiplicano autonomamente.

Sostanza digerita innocua

Le sostanze residue del processo di fermentazione a più fasi sono generalmente innocue dal punto di vista battereologico (premesso che le sostanze immesse nel processo siano state adeguatamente igienizzate). Il prodotto è un ottimo fertilizzante a bassa emissione di odore che può essere sparso direttamente sulle coltivazioni.

Con l'energia di 1 kg di biomassa:

- un ferro da stiro (1 000 W) è scaldato per circa 10 minuti
- un televisore (80 W) funziona per circa 1 ora e 45 minuti
- una lampadina (60 W) resta accesa per circa 2 ore e 20 minuti

un'automobile percorre 1 chilometro senza emissioni di CO₂

Gruppo di cogenerazione

I gruppi di cogenerazione di energia elettrica e termica sono il cuore dell'impianto di biogas. Essi non sono direttamente coinvolti nel processo di produzione di biogas, ma valorizzano il gas prodotto. Sono generalmente formati da motori a gas modificati per il funzionamento a biogas, la cui potenza varia a seconda della quantità di biogas prodotta nell'impianto. A questi motori sono direttamente collegati dei generatori di corrente elettrica. Il calore di scarico viene a sua volta utilizzato. Un secondo tipo di gruppo di cogenerazione funziona in modo inverso ma da risultati simili. In questo caso il gas viene bruciato in una camera a combustione a scopo di riscaldamento. Il gas di scarico caldo fa funzionare una microturbina a gas che è collegata ad un generatore di corrente.

Emissioni

Le emissioni di un impianto di produzione di biogas sono determinate dal gruppo di cogenerazione. Esse sono molto simili alle emissioni di un impianto di combustione di puro gas metano.

è comunque da sottolineare il fatto che il processo di produzione di energia in un impianto di biogas è un processo di produzione di anidride carbonica neutrale, vale a dire che la quantità di anidride carbonica emessa dall'impianto è minore o uguale all'anidride carbonica consumata nel processo di fotosintesi delle piante e di produzione delle sostanze organiche che vengono immesse nel ciclo di fermentazione.

Energia elettrica

Il gas prodotto viene valorizzato nei cosiddetti "impianti di cogenerazione di energia". In questi impianti il biogas fa funzionare un semplice motore, al quale è collegato un generatore di corrente elettrica. Il generatore produce energia elettrica mentre il calore di scarico del motore può a sua volta essere utilizzato per il riscaldamento delle vasche e/o immesso in una rete di teleriscaldamento. La produzione di energia elettrica è il modo più conveniente di valorizzare il gas prodotto. Infatti l'energia elettrica prodotta è classificata come "rinnovabile" e quindi è soggetta agli incentivi statali e comunitari di risparmio energetico.

Energia termica

La combustione di biogas produce una grande quantità di energia termica. Questa energia termica viene in parte reimpressa nel ciclo di produzione del biogas stesso, per il riscaldamento delle vasche di fermentazione, per l'igienizzazione dei rifiuti organici, ecc. Il giusto dosaggio dell'energia riutilizzata nel processo può aumentare di molto il rendimento del processo di produzione del biogas. In genere la produzione di energia termica secondaria è comunque maggiore del fabbisogno interno del processo e quindi rende possibile anche l'immissione della stessa in un impianto di riscaldamento o in una rete di teleriscaldamento e va a contribuire alla resa in termini economici di un impianto.

Varianti per la produzione di elettricità, calore e carburante

Impianti a gas di compostaggio (soluzione industriale)

Negli impianti a gas di compostaggio, rifiuti organici sono fatti fermentare tramite una procedura termofila (e cioè in ambiente caldo, ad esempio mediante batteri). Si forma così biogas, trasformato poi in elettricità, calore o carburante.

Vantaggi

- Riutilizzo di rifiuti organici
- Riduzione della quantità di rifiuti domestici
- Nessun odore supplementare
- Produzione di compost e concimi liquidi

Produzione e vendita di elettricità e calore a distanza senza emissioni di CO2

Impianti a biogas compatti (soluzione agricola)

Gli impianti a biogas compatti si prestano per le aziende agricole con almeno 50 unità di bestiame grosso e fermentazione supplementare di rifiuti vegetali estranei all'azienda, ad esempio di Comuni, grandi distributori, ristoranti e giardinieri. L'investimento di 200'000 franchi per un impianto da 50 kW è ammortizzato attraverso la vendita di elettricità in 10-15 anni.

Vantaggi

- Riutilizzo di rifiuti organici
- Produzione propria di elettricità e calore e guadagno accessorio per i contadini
- Impianto economico grazie alla costruzione propria
- Aumento della redditività in caso di unione di più aziende agricole

Produzione e vendita di elettricità e calore a distanza senza emissioni di CO2

Impianti combinati di depurazione e fermentazione (soluzione per le acque di scarico)

Negli impianti di depurazione, oltre al fango di depurazione possono essere fatti fermentare anche rifiuti organici solidi, come resti e scarti di alimenti delle economie domestiche e di grandi cucine (cofermentazione). Ciò permette di aumentare la produzione di biogas e di conseguenza la produzione di elettricità.

Vantaggi

- Maggior grado di autocopertura del consumo di elettricità degli impianti di depurazione
- Fermentazione di 120 000 tonnellate di rifiuti all'anno realizzabile a breve termine
- Circa 50 impianti di depurazione possono essere adattati senza grandi modifiche edilizie

Produzione e vendita di elettricità e calore a distanza senza emissioni di CO2

Impianti di fermentazione regionali (soluzione integrata)

Questo metodo si presta per i Comuni che raccolgono rifiuti vegetali o vogliono riutilizzare i rifiuti organici congiuntamente. Per far sì che la soluzione sia economica, devono essere riutilizzati da 5 000 a 10 000 tonnellate di digestato all'anno.

Vantaggi

- Rafforzamento della collaborazione interregionale
- Utilizzazione ottimale dell'impianto di fermentazione

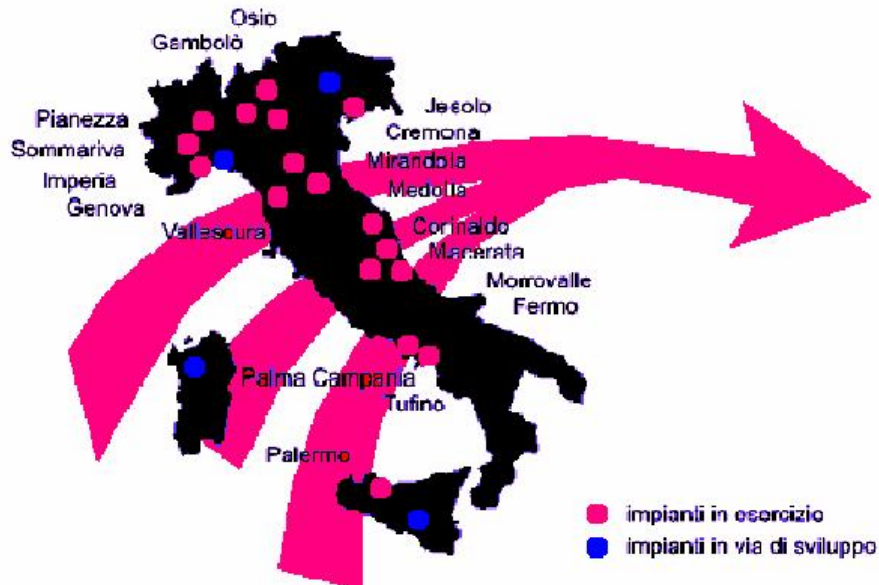
Produzione e vendita di elettricità e calore a distanza senza emissioni di CO2

il settore biogas

Asja, tramite la valorizzazione energetica del biogas generato dalle discariche di rifiuti solidi urbani, produce energia verde. Nel settore specifico Asja detiene, attualmente, un'importante quota del mercato dell'energia verde.

Asja, dal 1995 ad oggi, ha progettato e costruito in Italia 20 impianti di valorizzazione energetica di biogas, di cui 16 attualmente in esercizio direttamente gestiti da Asja, uno gestito tramite una società consortile, tre sono stati ceduti.

elenco e localizzazione impianti in esercizio



FUNZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

L'impianto di valorizzazione energetica del biogas risulta costituito dalle sezioni seguenti:

Sezione di estrazione

La sezione di estrazione è costituita dai componenti che permettono l'estrazione del biogas dal corpo della discarica. I primi elementi della sezione sono i pozzi di captazione del biogas: un pozzo è composto dall'elemento di captazione, ovvero una sonda in polietilene ad alta densità microfessurata introdotta verticalmente nella massa dei rifiuti, e dalla tubazione in acciaio di chiusura, detta "testa di pozzo". I pozzi di captazione del biogas sono di diametro e profondità variabile; la distribuzione dei pozzi copre completamente l'area della discarica. Il biogas estratto dai pozzi è convogliato tramite tubazioni in polietilene ad alta densità dette linee di trasporto verso i collettori di raggruppamento che, raccogliendo il biogas di tutte le tubazioni provenienti dai diversi pozzi, lo inviano al successivo collettore generale.

Sezione di aspirazione e controllo

Il biogas proveniente dalla sezione di estrazione è avviato al trattamento nella sezione di aspirazione e controllo. La sezione di aspirazione e controllo comincia con il collettore generale, che raccoglie il biogas proveniente dai singoli collettori di raggruppamento. Dal collettore generale il biogas è inviato al separatore di condensa primario a pacco lamellare, nel quale viene eliminata la condensa. La purificazione del biogas prosegue con raffreddamento a temperature inferiori a 10°C tramite passaggio in uno scambiatore di calore acqua-biogas a fascio tubero, a servizio del quale opera un chiller refrigeratore a glicole etilenico. Dopo il raffreddamento, il biogas attraversa infine un separatore di condensa secondario di tipo

ciclonico, che ha la funzione di separare le particelle di acqua tramite l'effetto ciclonico e la riduzione della velocità del flusso. Il biogas in uscita dal separatore ciclonico, dopo passaggio in un filtro a secco per la separazione delle polveri, è aspirato da un turbo aspiratore multistadio che è in grado di applicare la necessaria depressione a tutta la rete di captazione del biogas e fornire contemporaneamente la pressione necessaria al biogas che alimenta i gruppi elettrogeni. Della sezione di aspirazione e controllo è parte integrante il sistema di analisi e controllo del biogas, che permette di verificare il funzionamento dell'impianto nella sua globalità e di analizzare in continuo il contenuto di metano e di ossigeno del biogas. L'analisi è effettuata sia lungo le linee di trasporto provenienti dai collettori di raggruppamento sia lungo le linee di collegamento del collettore generale con il turboaspiratore. Nella sezione di estrazione ed in quella di aspirazione e controllo viene prodotto uno scarto liquido, detto condensa, originato dalla condensazione del vapore acqueo di cui il biogas è saturo alle condizioni in cui si trova all'atto dell'estrazione dal pozzo. Tale condensa viene raccolta con sistemi automatici o manuali atti ad impedirne lo sversamento e la dispersione non controllata, e viene restituita al gestore della discarica.

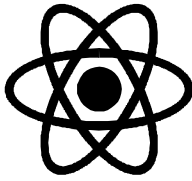
Sezione di produzione di energia

L'impianto di produzione di energia elettrica è costituito dai gruppi elettrogeni e dall'impianto elettrico di trasformazione della tensione da bassa a media (trasformazione bt/MT) e di interfaccia con la rete di distribuzione. Il gas proveniente dalla sezione di aspirazione e condizionamento è inviato, in lieve pressione, ai gruppi elettrogeni di generazione, che sono costituiti da motori a combustione interna a ciclo otto, alimentati con biogas. L'energia elettrica prodotta in bassa tensione è elevata in media tensione mediante le apparecchiature di trasformazione-elevazione, e vettoriata alla rete di distribuzione nazionale. I gruppi elettrogeni, sono provvisti di un sistema di regolazione automatica della carburazione che garantisce, unitamente al sistema di depurazione fumi, il rispetto dei limiti alle emissioni.

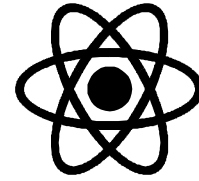
Torcia ad alta temperatura

La torcia ad alta temperatura costituisce un dispositivo di protezione ambientale di cui ciascun gestore di discarica si deve dotare per bruciare il biogas prodotto dalla fermentazione anaerobica dei rifiuti. La torcia ha la funzione di strumento di soccorso in casi di emergenza all'impianto stesso. In particolare, nel caso in cui la portata di biogas estratto dalla discarica sia superiore al fabbisogno energetico massimo dei gruppi di generazione, o in caso di mancato funzionamento dei gruppi elettrogeni, si procede alla combustione in torcia, in modo da garantire costantemente il mantenimento delle condizioni di sicurezza della discarica.





Termochimica



Consiste nell'utilizzo di calore a temperature medio-alte (500-800°C) e un catalizzatore chimico per scomporre l'acqua nei suoi componenti ottenendo idrogeno e in genere anche ossigeno

L' ENEA sta esaminando 4 sistemi di idrolisi termochimica, diversi sia per le caratteristiche tecniche e sia per la maturità scientifica e tecnologica raggiunta:

Processo UT-3 (sviluppato presso l'Università di Tokyo a partire dagli anni '70);

Si articola su quattro reazioni eterogenee gas-solido che si svolgono in quattro reattori a letto fisso connessi in serie, il fluido gassoso circolante è prevalentemente costituito da vapore surriscaldato alla pressione di 20 bar, con minime quantità di bromo, acido bromidrico, idrogeno e ossigeno (Br₂, HBr, H₂ e O₂.)

Altri componenti chimici nelle reazioni sono bromuro di calcio, bromuro di ferro, ossido ferroso-ferrico e ossido di calcio (CaBr₂ e FeBr₂, Fe₃O₄ e CaO,)

Nelle reazioni servono temperature fino a 760°C

La resa termodinamica del ciclo si aggira intorno al 49-50%

Al momento le maggiori criticità per il passaggio di scala dell'impianto sono individuate nei seguenti punti:

cinetica lenta delle reazioni;

corrosività e tossicità dei componenti;

rigenerabilità limitata dei letti solidi;

uso di membrane altamente selettive per gas ad alta temperatura.

Processo Zolfo-iodio (proposto dalla General Atomic negli anni '70);

Questo processo è stato provato sperimentalmente su scala di laboratorio, in Giappone è prevista una dimostrazione su una taglia di 1 MW. E' stato inoltre pubblicato uno studio sulla possibile progettazione di un impianto su scala preindustriale per una potenza nominale di 225 MW. E' un processo che necessita di temperature di 850°C, i componenti chimici di processo sono acido solforico, anidride solforosa, iodio, acido iodidrico (H₂SO₄, SO₂, I₂, HIx)

La stima dell'efficienza di conversione raggiungibile è superiore al 50%.

Problemi:

la natura altamente corrosiva di miscele gassose di acido solforico/anidride solforosa

Il costo elevato dello iodio,

la complessa separazione dei reagenti attraverso processi di distillazione frazionata.

Le attività di ricerca previste per lo sviluppo del ciclo Zolfo-iodio riguardano principalmente l'ottimizzazione e il controllo del processo per il passaggio di scala dell'impianto (da laboratorio a impianto pilota) e la progettazione, realizzazione e verifica sperimentale dei componenti, con particolare attenzione al reattore-ricevitore per la severità e la complessità delle condizioni operative.

Processo ferriti miste (investigato a livello di chimica di base dall'Istituto della Tecnologia di Tokyo dalla prima metà degli anni '90);

Lo schema concettuale prevede che il flusso di vapore surriscaldato, prodotto dall'energia assorbita nei ricevitori solari, attraversi il primo reattore a letto fisso e reagendo con la matrice solida di MnFe₂O₄, in presenza di Na₂CO₃, produca idrogeno, anidride carbonica e la ferrite mista Na(Mn_{1/3}Fe_{2/3})O₂. Nel secondo reattore il flusso di CO₂ converte la matrice solida Na(Mn_{1/3}Fe_{2/3})O₂ in MnFe₂O₄, Na₂CO₃ e ossigeno.

Una volta raggiunta la saturazione dei letti fissi in reazione e rigenerazione, il flusso di vapore viene invertito in modo da mantenere una produzione continua di idrogeno.

Temperatura di reazione circa 800°C

Le attività di ricerca sono ancora indirizzate alla definizione preliminare delle sostanze reagenti e dei supporti, alla valutazione delle cinetiche di reazione e della rigenerabilità dei letti fissi, i vantaggi sono in una maggiore semplicità del ciclo catalitico.

Processo ZnO-Zn (sviluppato presso il Paul Scherrer Institute, Svizzera, a partire dagli anni '90). E' il processo concettualmente più semplice ma la reazione chimica avviene a 2000°C, quindi servono concentratori solari sofisticati.

I processi chimici prevedono solo zinco ed ossido di zinco, (oltre a ossigeno e idrogeno)

Le attività sperimentali finora condotte, riguardanti la definizione e la verifica della fase più critica del processo, ossia la riduzione dell'ossido di zinco, ne hanno rilevato una cinetica favorevole.

TERMOCHIMICA : ESPLOSIONI CONFINATE

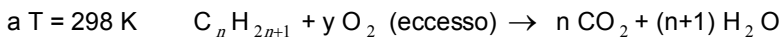
Nelle combustioni il processo a regime può essere considerato adiabatico, le x calorie sviluppate nella combustione non vengono scambiate con l'ambiente ma rimangono nel sistema aumentandone la temperatura :

$$\Delta H_{298}^0 = -x \quad \text{negativo perché l'energia viene persa dal sistema}$$

questa energia non viene ceduta all'ambiente ma è acquistata dal sistema stesso che varia la sua temperatura e vale l'equazione :

$$\Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{T_x} c_{p(\text{prodotti})} dT$$

Schematicamente :



⇓

$$\int_{298}^{T_x} c_{p(\text{prodotti})} dT$$

⇓



Si parla di sistemi confinati quando si ha un effetto termico tale da non avere una cinetica di smaltimento, il calore sviluppato è acquistato dai prodotti di reazione che si portano alla temperatura T_x . Impropiamente si può dire che il sistema si comporta come se fosse adiabatico.

Bisogna però tenere presente i seguenti limiti e le seguenti correzioni :

- i calori specifici a pressione costante variano con la temperatura
- l'eccesso di comburente (O_2 o N_2) che non ha reagito va considerato come presente nel sistema dei prodotti
- la reazione non è completa perché è sfavorita dall'aumento della temperatura essendo la variazione entalpica negativa, la mancanza di combustione completa implica la modifica del ΔH_{298}^0 che è più piccolo e conseguentemente è minore anche il salto termico
- eventuale dissociazione delle molecole che è accompagnata da un valore di energia di legame che a sua volta determina un minore salto termico
- la reazione risulta non confinata cioè il calore viene comunque dissipato all'esterno.

Idrogeno

il primo grande mercato per carburanti magnecolari: l'idrogeno

Ogni programma industriale e' necessariamente basato sul profitto. Il magneidrogeno permette, di gran lunga, i profitti maggiori della tecnologia. Ne consegue che la vendita del magneidrogeno e' la priorità ineluttabile di questo programma industriale. Alla fin fine, il mercato dell'idrogeno ha recentemente sorpassato il livello di 100 miliardi di euro all'anno.

Da notare che il magnegas e' un carburante alternativo nuovo e, come tale, richiede la creazione del proprio mercato. Al contrario, il mercato dell'idrogeno e' già esistente, per cui non richiede la sua organizzazione. Inoltre, l'ingresso nel mercato dell'idrogeno con un prodotto ad un costo molto inferiore al costo attuale, oltre che con proprietà fisico-chimiche superiori a quelle dell'idrogeno convenzionale, fanno prevedere una grande ricettività da parte del mercato, piuttosto che una resistenza.

Grandi ditte come la PIRELLI, la BMW, la BRITISH PETROLEUM ed altre hanno già espresso grande interesse per il magneidrogeno e ne aspettano campioni per la loro verifica delle sue caratteristiche fisico-chimiche, dopo di cui esse sono pronte ad emettere ordini di grandi volumi di magneidrogeno.



*FIGURE II.2: Una vista dell'auto BMW funzionante a idrogeno liquido, con un costo operativo che e' stimato essere almeno **cento volte il costo della benzina**. In paragone, l'uso del magneidrogeno **permette a quest'auto costi operative competitivi rispetto a quelli della benzina**, come illustrato nel testo.*

La stessa cosa accade nell'industria alimentare, dove l'idrogeno viene usato per la creazione della margarina e tanti altri prodotti alimentari. Anche loro aspettano campioni di magneidrogeno per fare varie prove di PRODOTTI NUOVI, i quali sono evidentemente previsti dalle caratteristiche nuove del MH.

Un'altro settore in grande attesa di campioni di magneidrogeno e' quello dell'industria spaziale. Infatti, come noto, questa usa l'idrogeno liquido e l'ossigeno liquido come propellenti. Si prevede che l'uso del magneidrogeno e magneossigeno permetterà una riduzione notevole dei costi di liquefazione, stimata essere di circa il 30%, perché una magnecola e' in effetti già una forma particolare di liquido, per cui, su un profilo tecnico, il MH ed il MO sono "semi-liquidi", implicando così una notevole riduzione dei costi di liquefazione. Inoltre, si prevede che l'uso del MH e MO implica un aumento della forza motrice, e quindi una diminuzione del peso totale, a causa di un aumento delle reazioni chimiche dovuto alla polarizzazione degli atomi.



FIGURE II.3: La foto del lancio di un razzo spaziale al tramonto. I carburanti a struttura magnecolare permettono una riduzione notevole dei costi dei programmi spaziali a causa di una riduzione dei costi di liquefazione, oltre che un aumento dell'efficienza della combustione permessa dalle polarizzazioni magnetiche ed altri fattori.

Cogenerazione di elettricità

IL SECONDO GRANDE MERCATO PER CARBURANTI MAGNECOLARI: CO-GENERAZIONE DI ELETTRICITA'.

Il secondo grande mercato della tecnologia del magnegas di dimensioni illimitate e' la co-generazione di elettricità, dove il termine "co-generazione" va inteso definente una produzione inizialmente solo d'appoggio alle varie produzioni attuali, mentre la programmazione di intere centrali funzionanti a magnegas appartiene al futuro al di là dei tre anni considerati in questa presentazione.



FIGURA II.4: Le centrali elettriche a carburanti fossili sono, di gran lunga, le sorgenti di inquinamento più grandi esistenti nella Terra al momento. Ne consegue che la co-generazione di elettricità e' una delle applicazioni più grandi del magnegas a causa della qualità ecologica della sua combustione.

CO-GENERAZIONE DI ELETTRICITA' #1: Uso del magnegas come additivo ai carburanti fossili correntemente usati per la produzione di elettricità. Senza nessun bisogno di misure ulteriori, le caratteristiche dei gas di scarico del magnegas paragonato a quelle del metano e benzina fatte dal laboratorio americano Liphardt & Associates di Long Island, New York, e riprodotte nella Figure I.16, stabiliscono che l'uso del 10% di magnegas come additivo a carburanti fossili usati nelle centrali elettriche essenzialmente migliora la qualità dei fumi di scarico del 10%.



FIGURA II.5: Foto di un generatore di 10 Kw/Ora costruito dal Prof. Santilli per le misure dei gas di scarico nell'uso del magnegas come additivo al metano, con risultati eccellenti, permettenti il raggiungimento della qualità pre-determinata dei fumi di scarico e l'identificazione consequenziale della percentuale di magnegas richiesta per il suo raggiungimento.

Quindi, **centrali elettriche europee possono pre-determinare la qualità dei fumi di scarico delle loro centrali e calcolare in conseguenza la percentuale di magnegas richiesto per la sua attuazione.** Per esempio, negli USA sarebbe sufficiente con le normative governative attuali, che centrali elettriche usassero il 5% di magnegas come additivo per evitare multe governative di vari milioni di dollari all'anno.

Da notare che il magnegas può essere bruciato nelle centrali elettriche insieme a qualunque combustibile fossile, incluso il carbone. Infatti, quest'ultimo può essere impregnato di magnegas sotto pressione prima della combustione e, in aggiunta, il magnegas può essere bruciato nella fornace, diminuendo così il consumo del carbone, migliorando di conseguenza la qualità dei fumi di scarico in una quantità direttamente proporzionale alla percentuale del magnegas usato.

CO-GENERAZIONE DI ELETTRICITA' #2: Questa è data dalla produzione di elettricità di centrali (relativamente) piccole, fino a mezzo milione di Watts, completamente operanti con magnegas, piazzate in posti strategici nella rete elettrica dove sono previsti punte di domande, con avvio automatico attivato dalla domanda stessa, onde permettere alle grandi centrali di funzionare a carico continuo per il quale si hanno i costi produttivi minimi e l'inquinamenti minimi.

Da notare che un ottimo uso del magnegas è quello in una miscela di 50% di magnegas e 50% di metano, dal momento che, come indicato dai dati della Figure I.16, l'inquinamento prodotto da tale miscela è assolutamente minimo.



FIGURA II.6: Una foto di un generatore di elettricità di 500 Kw/Ora per uso urbano con attivazione automatica dipendentemente dalla richiesta locale, originariamente prodotto per funzionare a metano, il quale generatore può funzionare a magnegas oppure a qualunque miscela di magnegas e metano senza modifica alcuna.

Da notare anche che questa co-generazione di elettricità avviene durante il giorno. Ne segue che la produzione preferibile del magnegas è preferibile farla di notte. Infatti, non è possibile rallentare le grandi

centrali elettriche alla notte e poi accelerarle al mattino, per cui esse funzionano a pieno regime continuamente, giorno e notte, con uso estremamente basso la notte ed estremamente alto il giorno.

Una centrale ideale per la co-generazione di magnegas per fabbisogni in ore di punta giornaliere e' quindi la seguente:

- 1) Riciclare liquidi contaminati la notte, durante il quale il costo dell'elettricità e' minimo e la disponibilità grande;
- 2) Produrre il magnegas alla pressione desiderata ed immetterlo in serbatoi adeguati senza nessun bisogno di compressori; e
- 3) Alimentare il co-generatore di corrente elettrica direttamente da tali serbatoi, piazzando il reattore adronico, il serbatoio ed il generatore nella stessa zona dove la corrente elettrica e' richiesta.

CO-GENERAZIONE DI ELETTRICITA' # 3: uso della tecnologia per la produzione di elettricità mediante l'auto-generazione della corrente continua dell'arco tramite il calore prodotto, e la produzione di corrente alternata mediante l'uso del magnegas prodotto. Questa e' probabilmente l'applicazione più importante della tecnologia dal momento che permette centrali elettriche con un principio fondamentalmente nuovo ed accettabile dal punto di vista ambientalistico, oltre che avere applicazioni essenzialmente illimitate.

Come indicato precedentemente, l'auto-generazione della corrente elettrica richiede una sorgente suppletiva di energia per portare il vapore d'acqua al livello supercritico per il funzionamento ottimale della turbina che produce la corrente continua. Questa sorgente addizionale può essere data da energia di origine eolica, oppure solare.

Da notare che la problematica dell'energia eolica (data dalla mancata regolarità) scompare per il suo uso accoppiato alla tecnologia del magnegas, dal momento che, in quest'ultimo caso, una diminuzione di corrente continua all'arco dovuta a mancanza di vento implica una riduzione automatica del magnegas prodotto senza nessun altro problema. L'aspetto importante e' che l'uso nei reattori adronici con energia elettrica di origine eolica permette **produzioni medie mensili** sufficientemente regolari e quindi valide.

Ricordiamo infine che il Prof. Santilli sta studiando con priorità la produzione di calore nei reattori adronici mediante l'attivazione di sintesi nucleari che non producono nessuna radiazione, come la sintesi dell'azoto dal carbonio creata dai fulmini. Non e' possibile rilasciare informazioni addizionali al riguardo in questa sede per motivi di sicurezza.

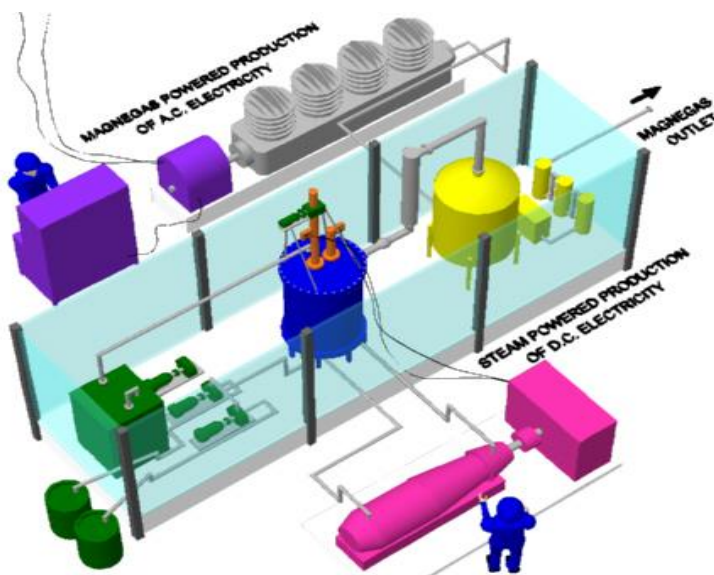


FIGURA II.7: Una vista tri-dimensionale del nuovo tipo di centrale elettrica.

IL TERZO GRANDE MERCATO PER CARBURANTI MAGNECOLARI: USI AUTOMOBILISTICI.

Come stabilito al di là di dubbi credibili da misure e verifiche condotte dal 1998 ad oggi, il costo del magnegas e' competitivo rispetto a quello della benzina. Di conseguenza, **il terzo grande mercato del magnegas e' il suo uso come carburante automobilistico.** Da premettere che questa competitività richiede un volume sufficiente di produzione del magnegas dipendente da fattori locali, come il costo dell'elettricità, l'uso dei reattori la notte oppure il giorno, il liquido riciclato, ecc.



FIGURA II.8: La foto di una FERRARI 308 GTSi 1980 convertita dal Prof. Santilli al funzionamento a magnegas mediante l'aggiunta di bombole al fibra-carbonio leggerissime, tubatura del magnegas, e regolatore di pressione connesso all'acceleratore. La foto mostra questa Ferrari alla pista da corsa Moroso a West Palm Beach nella Florida sud orientale. Questa Ferrari fu convertita dal Prof. Santilli per dimostrare che e' possibile avere delle corse automobilistiche con carburanti puliti. Infatti, il laboratorio Liphardt & Associates ha certificato che questa Ferrari, pur funzionando senza marmitta catalitica, non sorpassa i limiti di emissione stabiliti dalla EPA americana per le auto con marmitta catalitica. Questa Ferrari e' stata guidata da corridori professionisti, ed ha mostrato prestazioni assolutamente simili a quelle con la benzina. In particolare, a pieno carico di magnegas questa Ferrari pesa circa 20 Kg di meno del peso a pieno carico di benzina (perché i serbatoi per il magnegas sono più leggeri di quelli della benzina ed il magnegas e' molto più leggero della benzina); i rifornimenti di magnegas sono molto più rapidi di quelli della benzina (perché fatti con comunicazione di contenitori a pressione che si equilibrano istantaneamente); ed i rifornimenti stessi sono immensamente più sicuri di quelli con la benzina (vedasi commenti di sotto).

In aggiunta, auto capaci di operare a magnegas sono già in produzione e vendita oggi, e sono date dalle auto prodotte per il funzionamento a metano. Infatti, il Prof. Santilli acquistò negli USA un' auto Honda Civic nuova prodotta per funzionare a metano (chiamato negli USA gas naturale) compresso. Il Prof. Santilli fece rimuovere il metano dal serbatoio e lo fece riempire di magnegas, provando così che l'auto funzionò **senza nessuna modifica.** Successivamente il Prof. Santilli fece installare una bobina per auto da corsa per aumentare il voltaggio della scintilla, con conseguente aumento della resa del magnegas.



FIGURA II.9: Foto della Honda Civic nuova comprata dal Prof. Santilli negli USA costruita per funzionamento a metano (gas naturale) ed usata per funzionamento a magnegas senza modifiche alcune. Ottimi risultati di consumo, costo e qualità dei fumi di scarico furono ottenuti usando l'auto con una miscela di magnegas e metano. Un serbatoio di 100 Litri contenente 35.000 Litri di magnegas (pari a circa 35 Litri di benzina) alla pressione di 3.600 psi (circa 240 atmosfere) permette il funzionamento urbano per circa 2 ore ed un quarto, mentre serbatoi delle stesse dimensioni di 100 Litri (che entrano facilmente in qualunque portabagagli) sono disponibili oggi per il funzionamento a 5.000 psi (330 atmosfere) permettendo un funzionamento urbano di più di 4 ore.

Attualmente il magnegas viene prodotto a basse pressioni (fino a 10-20 atmosfere) e va quindi compresso in bombole per uso automobilistico, il quale richiede pressioni fino a 500 atmosfere come per gli ultimi serbatoi ad alta pressione ed a lunga durata recentemente approvati per l'uso negli USA.

Quando il magnegas e' disponibile in bombole ad alta pressione, il rifornimento e' praticamente istantaneo dopo la semplice connessione del bocchettone del serbatoio alle bombole.

Ciononostante va ricordato che l'efficienza del processo di creazione del magnegas nei reattori adronici aumenta con l'aumento della pressione, per cui sono previsti per usi automobilistici reattori adronici speciali che possono raggiungere fino a 500 atmosfere di pressione, onde produrre il magnegas alla pressione necessaria per il rifornimento ed evitandone quindi la compressione, e riducendo così notevolmente i costi.



FIGURA II.10: Una foto di una piccola centrale di rifornimento del magnegas comprendente un compressore a gas convenzionale e bombole a pressione anche convenzionali.

Da notare che il magnegas e' immensamente più sicuro della benzina. In realtà, la benzina e' il carburante più pericoloso al mondo per l'uomo perché, in caso di incidenti automobilistici, i serbatoi di benzina hanno pareti sottilissime per cui si rompono facilmente, la benzina allora si sparge nel suolo, e la scintilla più piccola causa esplosioni mortali (Il Prof. Santilli ha perso due cugini per tragici incidenti del genere, un cugino nella famiglia Santilli ed un'altro nella famiglia di sua moglie).

Al paragone, i serbatoi del magnegas sono robustissimi (perché debbono resistere alla pressione), debbono essere a prova di pallottola, ed assolutamente non si possono rompere in caso di qualunque incidente a qualunque velocità. Al più durante un incidente automobilistico si può rompere una tubatura metallica che porta il magnegas dal serbatoio al motore, nel qual caso il gas immediatamente si dissipa nell'aria perché e' più leggero dell'aria, e qualora una scintilla avvia la combustione del magnegas, questa NON può essere esplosiva come la benzina a causa di leggi chimiche, e semplicemente consiste in una combustione rapida al solo punto d'uscita del magnegas dalla tubatura rotta.

In particolare, fiamme all'esterno del serbatoio di benzina si propagano istantaneamente all'interno del serbatoio stesso causando così un'esplosione per la presenza di ossigeno sopra il livello del liquido. Una tale esplosione e' assolutamente impossibile per un serbatoio a magnegas, per il semplice motivo che quest'ultimo e' **un gas a pressione e non un liquido**, e quindi non permette nessuna presenza di ossigeno atmosferico nell'interno del serbatoio, nel qual caso nessuna esplosione del serbatoio stesso o combustione interna e' possibile (il Prof. Santilli dice spesso che se le auto che causarono la tragica morte di due dei suoi cugini avessero funzionato a magnegas, nessuna vita umana si sarebbe persa).



FIGURA II.11: Una foto di un' auto Honda Civic funzionante a benzina, e convertita dal Prof. Santilli al funzionamento duale a benzina come originariamente prodotta, più il funzionamento a magnegas mediante l'aggiunta di una bombola nel portabagagli, una tubatura ed un regolatore di pressione connesso all'acceleratore. Il funzionamento a benzina e' ad iniezione mentre quello del magnegas e' aspirato dal carburatore. Il passaggio da un carburante all'altro e' possibile con un semplice interruttore anche durante la marcia, onde permettere il paragone diretto ed immediato nell'uso del magnegas rispetto a quello della benzina. Quindi, le auto dimostrative migliori per la tecnologia del magnegas sono quelle duali. Notare dietro questa Honda funzionante a magnegas il reattore da 150 Kw/ora della foto I.8 il quale produce circa 2.000 Litri di magnegas all'ora, richiedendo così 37 minuti di funzionamento per il pieno di magnegas. Notare anche il compressore dietro l'auto. Questa foto quindi include una stazione di produzione e rifornimento del magnegas.

Per chiudere, va infine ricordato che uno dei mercati più grandi della tecnologia e' quello della fabbricazione e vendita di benzina e diesel come descritti nella sezione I.10. Questi carburanti richiedono i **reattori adronici di terzo tipo** (Sezione I.8) che sono in corso di sviluppo. La programmazione della Parte III NON terrà in considerazione quest'altra immensa possibilità industriale onde evitare eccessive attività nei periodi iniziali cruciali.

Riscaldamento ed Uso Domestico

IL QUARTO GRANDE MERCATO PER CARBURANTI MAGNECOLARI: RISCALDAMENTO ED USO DOMESTICO.

Il quarto grande mercato per la tecnologia e' l'uso del magnegas per il riscaldamento delle case, cucina ed altri usi domestici. Questa applicazione e' resa possibile dal fatto che **quando prodotto in grande volume il magnegas ha un costo competitivo rispetto al metano**, aprendo così alla tecnologia questo quarto grande mercato.

L'uso del magnegas per scopi domestici e' grandemente facilitato dal fatto che il magnegas si meschia benissimo col metano per cui il magnegas si può immettere in qualunque punto dei metanodotti. Non c'e' quindi nessun bisogno di mettere il magnegas in bombole per essere usato per usi domestici, perche' la stragrande maggioranza delle case ha la connessione a metanodotti.

L'uso domestico del magnegas e' raccomandato in misura particolare per varie questioni di salute. Infatti, la combustione del metano, anche se più pulita di quella della benzina, produce sempre sostanza altamente carcinogeniche che vengono respirate dagli abitanti delle case, dal momento che la combustione avviene all'interno. In paragone, queste sostanze altamente tossiche non esistono nella combustione del magnegas.

Inoltre, uno dei problemi più grossi per l'uso domestico del metano e' **il consumo dell'ossigeno respirabile nell'interno della casa**, problema particolarmente grave l'inverno sia per l'aumento del consumo per il riscaldamento, che per la chiusura di tutte le finestre e porte con piccoli rinnovi di aria. L'uso del magnegas elimina anche questo gravissimo problema del metano, perché nella combustione in aria il magnegas normale produce fino al 14% di ossigeno respirabile, mentre si possono sintetizzare forme di magnegas con produzione maggiori di ossigeno per uso nell'interno delle case.

Queste applicazioni domestiche della tecnologia sono espresse dal fatto che:

Il magnegas e' il SOLO carburante i cui fumi di scarico possono sostenere la vita,

dal momento che non contengono sostanze tossiche e contengono ossigeno respirabile sufficiente per sostenere la vita. **NESSUN** altro carburante oggi noto ha la stessa capacita'. In particolare **e' assolutamente necessario escludere l'idrogeno per uso interno nelle case a causa del suo alto consumo di ossigeno respirabile che, soprattutto quando usato per il riscaldamento invernale di case chiuse, causerebbe certamente attacchi di cuore per insufficienza di ossigeno.**

Altri

MERCATI ADDIZIONALI DEI CARBURANTI MAGNECOLARI.

In aggiunta ai grandi mercati su considerati, i combustibili a struttura magnecolare hanno un numero di mercati addizionali che sono tipici di tutti i carburanti puliti, tra cui indichiamo brevemente:

USO DEL MAGNEIDROGENO E MAGNEOSSIGENO PER CELLE A CARBURANTE.

I vantaggi dell'uso del MH e MO in celle a carburante sono stati indicati nella Sezione I.10 ed appaiono semplicemente schiacciati rispetto all'uso di idrogeno ed ossigeno convenzionale. Ciononostante, questa applicazione e' considerata "minore" per il semplice fatto che sono previsti decenni prima che le celle a carburante abbiano larghi volumi di vendita.

USO DEL MAGNEGAS NELLE VETRERIE.

La fiamma del magnegas ha una delle temperature più alte di tutte le fiamme, e seconda solo a quella dell'idrogeno puro (che e' contenuto almeno al 50% nel magnegas). Ne segue quindi che l'uso del magnegas nelle fabbriche di oggetti di vetro e' particolarmente significativo, non solo per un aumento dell'efficienza del lavoro e conseguente riduzione di costo, ma soprattutto per la eliminazione delle sostanze carcinogeniche ed il consumo dell'ossigeno causati da altri carburanti, tenendo presente che la lavorazione avviene all'interno.

USO DEL MAGNEGAS NELLE FONDERIE.

Il magnegas e' consigliabile come carburante usato nelle fonderie per gli stessi motivi per cui e' raccomandabile per tutti gli usi interni, oltre all'aumento dell'efficienza, con conseguente riduzione di costi, permessi dalla temperatura della fiamma del magnegas che e' più alta di quelle dei carburanti fossili di uso corrente.

USO DEL MAGNEGAS PER IL TAGLIO DEL METALLO.

Numerose prove fatte sin dal 1998 hanno stabilito che **il magnegas ha dei vantaggi schiacciati per il taglio del metallo rispetto all'uso dell'acetilene**, per i seguenti motivi:



FIGURA II. 12: Una foto del taglio del metallo ad alta velocita' con tagliante automatica usante il magnegas.

- 1) il magnegas costa una frazione del costo dell'acetilene;
- 2) l'acetilene e' molto instabile, richiedendo contenitori speciali, ed il suo trasporto e' pericoloso, mentre il magnegas e' perfettamente stabile e si trasporta come un qualunque altro gas; l;
- 3) l'acetilene ha i fumi con la piu' alta percentuale di sostanze cercinogeniche tra tutti i combustibili, sostanze che vengono respirate direttamente dall'operatore, mentre il magnegas non ne ha alcuna;
- 4) L'acetilene causa il consumo locale dell'ossigeno respirabile, il piu' altro tra tutti i carburanti, cosa potenzialmente letale quando si lavora in luoghi chiusi come nel fondo di una nave in costruzione, mentre il magnegas rigenera l'ossigeno;
- 5) L'acetilene consuma il doppio dell'ossigeno del magnegas;
- 6) Il taglio con l'acetilene richiede la smerigliatura del bordo inferiore causata da eccesso di riscaldamento, mentre il taglio del magnegas e' come quello di un laser, eliminando così completamente quello che e' il piu' grande costo del taglio del metallo con l'acetilene;
- 7) l'acetilene non puo' essere prodotto sul luogo d'uso per l'eccessivo inquinamento della sua produzione, mentre il magnegas puo' essere prodotto con un piccolo reattore adronico che si può far funzionare al momento del fabbisogno, eliminando così anche l'immagazzinaggio. Infatti, il taglio continuo con il magnegas richiede fino a 1.500 Litri di magnegas all'ora che possono essere forniti da un piccolo reattore di circa 1.000 W.

Da notare che **l'acetilene ha circa tre volte il contenuto calorifico del magnegas**. Il magnegas taglia al doppio della velocità dell'acetilene perché **la DENSITA' di energia della fiamma del magnegas e' maggiore di quella dell'acetilene**, implicando così una grande diminuzione del ferro da ossidare, e risultando in un taglio più veloce e più pulito.

Una velocità di taglio del ferro doppia, pur avendo un terzo del contenuto energetico, e' la migliore dimostrazione del carattere estremamente limitante dei valori sul contenuto energetico di un gas.

IL PRIMO GRANDE MERCATO PER IL RICICLAGGIO: LIQUAMI CITTADINI ED ANIMALI.

Secondo le priorità programmatiche della tecnologia del magnegas, dopo aver identificato con priorità i mercati per i carburanti a struttura magnecolare, la seconda priorità; e' quella dell'identificazione dei mercati per il riciclaggio dei liquidi contaminati, riciclaggio che si può solo prendere in considerazione dopo aver identificato la vendita per il magnegas prodotto.



FIGURA II. 13: Uno degli inquinamenti contemporanei più grandi e' fatto dalle fattorie di animali, dal momento che non esiste nessun metodo veramente efficiente per il riciclaggio dei loro liquami. I reattori adronici lineari (Sezione I.8) sono i SOLI noti che possono riciclare questi liquidi producendo un ottimo e pulitissimo magnegas, più acque sterilizzate e filtrate che sono eccellenti per l'irrigazione di prodotti organici.

Secondo queste priorità programmatiche, il primo grande mercato per il riciclaggio e' quello delle acque di fogna siano esse cittadine oppure di fattorie. Questo riciclaggio richiede i **reattori adronici lineari (brevettati in circa cinquanta paesi)** (vedasi Sezione I.8) il cui sviluppo e' in corso di completamento, per cui essi sono contemplati nella programmazione della Parte III come disponibili nel secondo anno di operazione.

Come si ricorda dalla Sezione I.8, questo tipo di reattore adronico sterilizza acque di fogna contenenti fino al 10% di biocontaminanti e carbonizzano tali tutte le sostanze organiche contenute mediante il passaggio forzato delle acque attraverso un Venturi che circonda l'arco elettrico. In questa maniera, le acque di fogna vengono esposte alle temperature di 5.000 gradi C dell'arco, correnti elettriche dell'ordine di 5.000 Ampere ed intensissimi raggi ultravioletti, agenti che assicurano infatti la sterilizzazione completa dei liquami considerati. Dopo di ciò, le sostanze carbonizzate vengono rimosse con una centrifuga oppure altri metodi stabiliti ed usati per la produzione degli elettrodi. Il liquido finale e' filtrato ed e' chiamato "fertilizzante liquido" perché ricco di nutrimenti dati dalle sostanze originarie in soluzione che sono state sterilizzate dal processo.

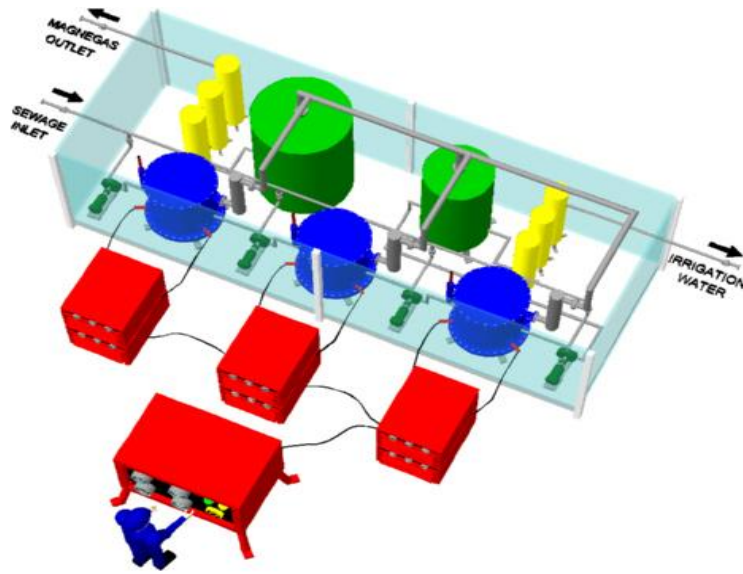


FIGURE II. 14: Una vista tri-dimensionale del reattore adronico lineare che il Prof. Santilli sta attualmente costruendo in Florida, comprendente tre torri di PlasmaArcFlow in connessione lineare, l'insieme essendo totalmente integrato e computerizzato per operazioni e controlli continui a distanza. La vista di questa figura mostra l'ingresso dei liquami di fogna da una parte, e l'uscita dall'altra di acque sterilizzate ottime per l'irrigazione di prodotti organici, oltre che l'uscita di un ottimo tipo di magnegas a bassissimo costo perché il costo attuale di riciclaggio delle acque di fogna essenzialmente paga per le operazioni dell'impianto. Si tratta, quindi, chiaramente di una delle applicazioni più importanti della tecnologia del magnegas con implicazioni finanziarie, ecologiche e politiche molto profonde.

L'aspetto importante di questa nuova forma di trattare le acque di fogna e' che il costo attuale del loro trattamento essenzialmente paga per le spese operative dei reattori, ragion per cui il magnegas e' prodotto a costi bassissimi. Infatti, la tecnologia del magnegas ha cambiato l'equilibrio del secolo scorso attinente ai carburanti, perché ha stabilito che

La competizione futura maggiore del petrolio e prevista essere data dalle acque di fogna, dal momento che queste sono disponibili dovunque in enormi quantità rinnovabili continuamente, ed il loro riciclaggio mediante i reattori adronici lineari produce un carburante pulitissimo ad un costo assolutamente competitivo rispetto a quello della benzina.

I vantaggi ecologici di questa tecnologia rivoluzionaria del Prof. Santilli sono immensi. Infatti, da una parte si tratta della possibilità di produrre immense quantità di carburante pulitissimo, che può essere usato dai mezzi di trasporto pubblico oltre che dagli abitanti. Come una indicazione, il riciclaggio di 10 milioni di litri di acqua di fogna giornaliera può produrre fino a 30 milioni di litri di magnegas al giorno. Per questo,

la tecnologia del magnegas permette alle città di diventare i più grandi produttori futuri di carburanti puliti mediante il riciclaggio delle loro acque di fogna.

Un secondo enorme vantaggio ecologico e' dato dalla eliminazione del rilascio di acque altamente contaminate nei fiumi e mari della Terra, ed il loro utilizzo invece per una fertilizzazione salubre di prodotti organici, con vantaggi ecologici evidenti a tutti.

Sewage Recycling Capacity Per Day	Power Input	Magnegas™ Production Per Day	Magnegas™ Gasoline Gallon Equivalent	Irrigation Water Production Per Day	Physical Footprint Size
86,000 gal. 326,500 liters	150 kW/h	36,000 scf 1,000,000 liters	297	82,000 gal. 310,000 liters	10' x 20' 4 x 8 m
172,000 gal. 653,000 liters	300 kW/h	72,000 scf 2,000,000 liters	595	164,000 gal. 620,000 liters	10' x 20' 4 x 8 m
516,000 gal. 1,960,000 liters	900 kW/h	216,000 scf 6,000,000 liters	1,785	492,000 gal. 1,860,000 liters	15' x 30' 6 x 12 m
856,000 gal. 3,260,000 liters	1,500 kW/h	360,000 scf 10,000,000 liters	2,975	820,000 gal. 3,100,000 liters	20' x 40' 8 x 16 m

FIGURE II. 15: Alcuni dati statistici sui reattori adronici lineari, riguardanti il volume di liquidi riciclati e quello del magnegas prodotto.

Da notare che liquami animali densi richiedono la diluizione fino al 10% di contaminanti per essere riciclati dai reattori adronici lineari, oppure essi possono essere riciclati senza diluizione dai reattori adronici totali. In quest'ultimo caso i reattori vengono riempiti del liquame ed operati fino a quando il liquido e' completamente sterile come indicato da analisi chimiche a tempi reali. Il liquido così sterilizzato viene passato in presse per la rimozione delle sostanze carbonizzate. Il liquido restante e' anche un ottimo e denso fertilizzante liquido sterilizzato che anche qualifica per l'irrigazione dei prodotti organici. Il magnegas prodotto da questo processo e' ottimo, sia nel contenuto energetico che nella qualità della sua combustione.

Liquidi automobilistici, scarti alimentari ed Industriali

IL SECONDO GRANDE MERCATO PER IL RICICLAGGIO: LIQUIDI AUTOMOBILISTICI, SCARTI ALIMENTARI ED INDUSTRIALI.

Il secondo grande mercato per il riciclaggio di liquidi e' quello per i liquidi di rifiuto delle auto, come antigeli ed i vari tipi di oli, gli oli di rifiuto dei ristoranti, ed i liquidi di rifiuto industriali, come solventi spenti, oli di trasformatori, ecc. Questi liquidi sono disponibili in quantità notevoli (anche se NON illimitate) in tutti i centri urbani, e sono di facile reperimento.

Questi liquidi vengono divisi in due gruppi: i liquidi a base di acqua, come l'antigelo, e quelli a base di olio. Nel riciclaggio del primo gruppo il secondo e' usato come additivo per diminuire il consumo degli elettrodi ed aumentare il contenuto energetico del magnegas, mentre il caso opposto accade per il secondo gruppo.

Da notare che l'arco non nota nessuna differenza tra un olio di motore oppure uno dei freni, permettendo quindi il loro miscelamento, con grande semplicità di riciclaggio e relativa economia.

Liquidi di navi civili e militari

IL TERZO GRANDE MERCATO PER IL RICICLAGGIO: LIQUIDI DI NAVI CIVILI E MILITARI.

Poche persone realizzano che navi passeggeri e militari costituiscono la più grande origine dell'inquinamento marino, che è stimato consistere nel rilascio in mare senza alcun trattamento di:

- 1) circa 300.000.000,000 di Litri al giorno di acque di scarico dei gabinetti marini;
 - 2) circa 200.000.000 di litri al giorno di acque oleose contenenti tutta una gamma di rifiuti;
 - 3) circa 100.000.000 di Litri di acque contaminate pompate dal fondo delle navi;
- e tanti altri rifiuti, tutti buttanti a mare senza nessun riciclaggio.



FIGURA II. 16: Vista di una nave passeggeri e di una nave da guerra le quali creano una vera e propria scia di morte marina a causa del loro continuo rilascio nel mare di grandi quantità liquidi contaminati senza nessun trattamento.

Questa situazione e' dovuta alla mancanza di una tecnologia che permetta un riciclaggio a bordo delle navi che sia finanziariamente ed ecologicamente accettabile. Questa mancanza e' risolta dalla tecnologia del magnegas perché essa può riciclare TUTTI i liquidi di bordo divisi in due gruppi:

I) la completa eliminazione di liquidi altamente contaminati mediante i reattori adronici totali,

II) il riciclaggio delle acque di fogna marine mediante i reattori adronici lineari che rilasciano un liquido finale sterilizzato e filtrato che può essere usato di nuovo dalle navi stesse senza il loro rilascio nel mare;

III) la possibilità di completare il riciclaggio del secondo gruppo mediante sistemi osmotici che producono acqua potabile. In ogni caso, una nave può essere resa dalla tecnologia del magnegas completamente non inquinante, nel senso che NESSUN liquido viene rilasciato nel mare.

Inoltre il magnegas prodotto e' enormemente utile a bordo per il funzionamento di vari impianti, come per la generazione di elettricità e la produzione di aria condizionata, con particolare riguardo al funzionamento di motori nel fondo delle navi dove il consumo dell'ossigeno causato da altri carburanti può causare problemi cardiaci al personale ed ai passeggeri.

Siccome questa applicazione richiede un disegno speciale dei reattori, essa NON e' considerata nel programma della Parte III, ed e' qui semplicemente indicata come una possibilità futura, dipendente dalla disponibilità di fondi aggiuntivi di ricerche e personale tecnico aggiuntivo per il suo sviluppo.

Petrolio grezzo

IL QUARTO GRANDE MERCATO PER IL RICICLAGGIO: PETROLIO GREZZO.

E' facile prevedere che l'olio grezzo verrà pompato dal suolo e venduto fino alla sua estinzione naturale. Per questo il Prof. Santilli ha dato importanza particolare alla concezione ed uso dei reattori adronici totali per il riciclaggio dell'olio grezzo in un carburante più pulito della benzina, come la sola maniera possibile per diminuire l'inquinamento mantenendo la produzione di petrolio grezzo allo stato attuale.

La tecnologia del magnegas, invece di essere nemica, e' la migliore amica degli interessi petroliferi.





FIGURA II. 17: Alcune foto del recente disastro ecologico marino accaduto nell'oceano atlantico sulle coste del Portogallo a causa di marosi che hanno addirittura spezzato la petroliera in due. Nel caso della produzione del magnegas all'origine e trasporto del magnegas stesso invece del grezzo, questi immensi danni ecologici sarebbero completamente eliminati perché il magnegas e' un gas ed anche perché e' più leggero dell'aria per cui, in caso di incidente navale, il magnegas si dissiperebbe immediatamente nell'aria.

Un aspetto particolarmente importante e' dato da numerosi riduzione di costi che permettono un aumento dei profitti con l'uso della stessa quantità di oli grezzi. Il primo e' dovuto al costo chiaramente minore di riciclare l'olio grezzo in magnegas quando paragonato al costo delle raffinerie. In cifre, il costo del grezzo per Litro di benzina si aggira oggi sui 0,10 euro, con altri 0.20 euro generalmente spesi per la raffinazione, l'immagazzinamento ed il trasporto. In particolare il solo trasporto del grezzo dai pozzi alla raffinerie costa oggi giorno miliardi di dollari di assicurazione all'anno a causa degli inquinamenti marini catastrofici di questi ultimi anni.

Come si e' visto di sopra, il costo del riciclaggio dell'olio grezzo in magnegas e' al massimo di 0.10 euro per mille litri. Inoltre, la tecnologia permette il riciclaggio direttamente al pozzo, trasportando così il prodotto finito, invece del grezzo. Siccome il magnegas e' un gas ed e' più leggero dell'aria, questa programmazione elimina completamente il problema degli inquinamento catastrofici marini, permettendo da solo alle compagnie petrolifere di ridurre i costi di assicurazione per miliardi di euro all'anno.



FIGURA II.18: Foto di un reattore a due piani costruito dal Prof. Santilli specificatamente per prove nell'uso di olio grezzo con ottimi risultati. Infatti, ai livelli dei processi atomici dell'arco non c'è nessuna differenza importante tra l'olio grezzo e quello raffinato. Per ciò che attiene alla qualità del magnegas, l'uso dell'olio grezzo è chiaramente superiore, evidentemente perché l'olio grezzo è naturale, mentre il cosiddetto raffinato ha una grande quantità di composti chimici aggiunti.

Da notare che i reattori adronici possono funzionare con qualunque sostanza, purché la stessa si pompabile attraverso l'arco; per il caso dell'olio grezzo questo richiede un riscaldamento del liquido onde migliorare la sua fluidità all'inizio del processo, fino a quando il calore prodotto dalle reazioni termochimiche rendono l'olio grezzo fluidissimo. Questa fluidità è anche raggiunta aggiungendo all'olio grezzo solventi di scarto da riciclare ed altri mezzi.



La Termovalorizzazione



I rifiuti possono:

- A] essere bruciati tutti insieme nell'inceneritore;
- B] essere prima selezionati e trattati e poi bruciati come CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti).

In tutti e due i casi producono energia termica ed elettrica.

I vantaggi della termovalorizzazione

- Produce energia in modo pulito. Non vi sono emissioni di gas tossici, poiché si è intervenuti sia sui materiali (che sono stati pre-trattati), sia sugli impianti, che sono dotati di dispositivi per abbattere le emissioni tossiche nell'atmosfera e purificare i fumi della combustione;
- Consente di risparmiare sul consumo di quelle materie prime da cui tradizionalmente si trae l'energia, limitando e rallentando il depauperamento dell'ambiente;
- Consente di riciclare tutti i tipi di plastica che non sarebbero adatti al riutilizzo meccanico e andrebbero dunque distrutti;
- Aiuta a risolvere il problema dello smaltimento dei rifiuti urbani (100 kg di rifiuti bruciati per la termovalorizzazione producono 20/30 kg di residui che vanno nella discarica di prima categoria).

Energia pulita dai rifiuti

In anni recenti la ricerca scientifica e la tecnologia hanno individuato nei rifiuti un'importante risorsa energetica che non rischia di esaurirsi. I rifiuti possono seguire due strade: essere bruciate in un inceneritore con recupero di energia oppure subire un trattamento e diventare CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti).

Termovalorizzazione e nuovi combustibili dai rifiuti solidi urbani

L'”emergenza rifiuti” inizialmente ha fatto sì che la ricerca si concentrasse solo sulle possibilità del riutilizzo e del riciclo dei materiali che componevano i rifiuti, ma con il tempo ci si è resi conto che a queste modalità si poteva aggiungere quella della termovalorizzazione.

Per termovalorizzazione si intende l'utilizzo dell'energia prodotta dalla combustione dei rifiuti, soprattutto quelli non altrimenti riciclabili per motivi di natura fisica o economica; può infatti verificarsi il caso in cui selezionare e trattare alcuni rifiuti risulta controproducente, in quanto sforzi e quindi costi eccessivi. Il recupero di energia da questi materiali consente invece di riciclarli creando non “materie prime seconde” bensì calore e quindi energia elettrica, da impiegare per tutti gli usi abituali.

L'impianto di termovalorizzazione

Una volta si sentiva parlare semplicemente di “inceneritori”, la cui funzione era solo quella di ridurre, mediante la combustione, il volume dei rifiuti. Oggi con la termovalorizzazione un chilogrammo di rifiuti indifferenziati è in grado di sviluppare energia pari a 10.000 kJ: ciò significa che la combustione di una tonnellata di tali rifiuti può fornirci energia elettrica per 450 kWh (un ventilatore consuma circa 50 kWh). Il potere calorifico del PP e del PET è più che doppio rispetto a quello del PVC, che a sua volta è all'incirca equivalente a quello del legno, della carta e della lana.

Uno dei problemi che a lungo hanno reso impopolari alcune vecchie tipologie di impianti sono le emissioni di sostanze inquinanti. Le sostanze che derivano dalla combustione sono divise in microinquinanti e macroinquinanti, a seconda della loro concentrazione. Attualmente gli impianti sono in grado di emettere sostanze con valori inquinanti inferiori a quelli fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Le scorie, dopo l'incenerimento, sono soltanto il 20-30% del peso iniziale dei rifiuti. Estratte e raffreddate, possono essere inviate in discarica o usate come fondo per la costruzione di strade.

Bruciare tutto

Un kg di rifiuti indifferenziati produce energia pari a 10.000 kJ. Con questa quantità di energia una lampadina da 60 W può rimanere accesa per 46 ore!

CDR

Il trattamento termico dei rifiuti negli ultimi anni è stato oggetto di accurati studi. Carta, plastica, legno e stoffa sviluppano ad esempio un potere calorifico di 15 kJ/g. Proprio questi materiali sono percentualmente in crescita all'interno della massa complessiva dei rifiuti raccolti.

Gli impianti per la produzione di Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR) sono impianti di trattamento dei Rifiuti Solidi Urbani e dei Rifiuti Speciali e hanno lo scopo di recuperare la parte più adatta alla combustione. I materiali di scarto, i metalli, le macerie e gli organici, sono raccolti a parte e avviati a diverse destinazioni. Vanno al riciclaggio il ferro e gli altri metalli, le macerie vanno in discarica e gli organici vanno al compostaggio.

I vantaggi sono evidenti: si recupera più energia e si avviano al riciclaggio i materiali che andrebbero dispersi.

Al termine del processo di trasformazione, il CDR è pronto per essere utilizzato come combustibile nelle centrali termoelettriche, ossia in quegli impianti che producono energia elettrica attraverso lo sviluppo del calore.

La situazione italiana

Per quanto riguarda la termovalorizzazione dei RSU, va purtroppo registrato un certo ritardo dell'Italia rispetto agli altri paesi europei. Si consideri infatti che la percentuale di RSU sottoposti a termovalorizzazione in Italia è intorno al 6-7%, mentre negli altri paesi europei si va da un 35% fino a oltre il 50%, con punte dell'80% come nel caso della Svizzera, o del 55% della Svezia.

L'Italia sta procedendo alla costruzione d'impianti che, nel giro di qualche anno, potranno far aumentare la quantità di rifiuti trattati con la termovalorizzazione.

Potere calorifico

Materiali – potere calorifico in kilojoule per grammo (kJ/g)

Carta – 18 kJ/g

Legno – 20 kJ/g

Metalli – 0 kJ/g

Organici – 0 kJ/g

PVC – 20 kJ/g

PET – 46 kJ/g

PP – 46 kJ/g

Plastiche termoindurenti – 20 kJ/g

Vetro – 0 kJ/g

Altri – 0 kJ/g

Metano – 54 kJ/g

Petrolio – 46 kJ/g

Carbone – 21 kJ/g