

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN:

Gassificazione Di Rifiuti Solidi Urbani Con Torcia Al Plasma

Relatore:

Chiar.mo prof. Amedeo Lancia

Candidato:

Giovanni Napolano N49/53

Correlatore:

Ing. Alessandro Erto

ANNO ACCADEMICO 2012 / 2013

Introduzione

La problematica legata alla gestione e allo smaltimento dei rifiuti è da sempre un tema molto delicato e, ad oggi, numerose sono le soluzioni tecnologiche proposte che mirano a limitarne l'impatto ambientale.

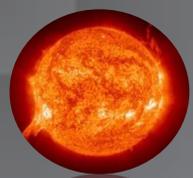


In Italia, la discarica è ancora la forma più diffusa di smaltimento dei rifiuti urbani, nonostante sia l'opzione meno adeguata dal punto di vista ambientale. Nel 2009 sono state inviate in discarica 15,4 milioni di tonnellate di rifiuti, pari al 40,6% di quelli complessivamente gestiti;



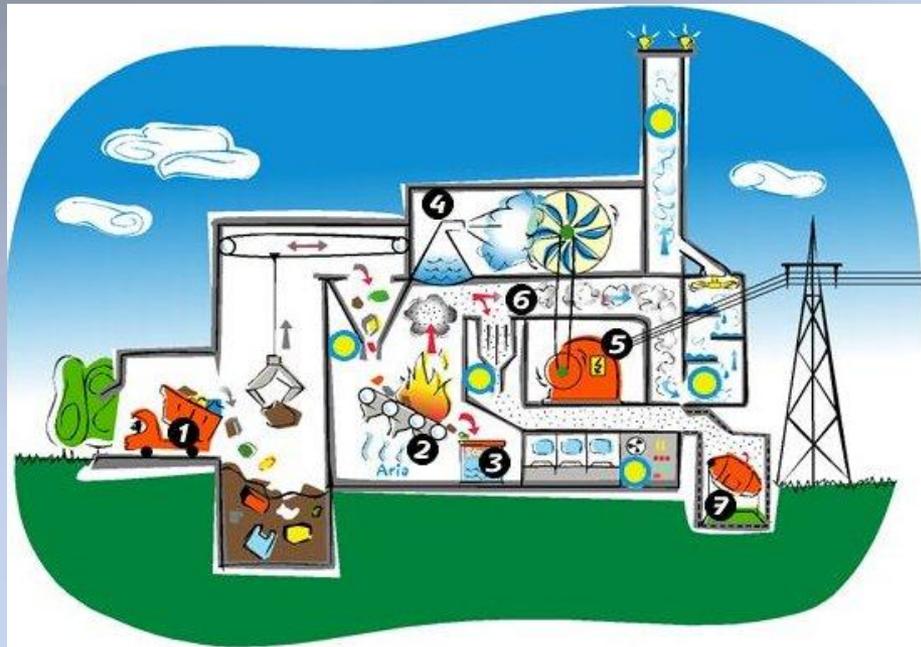
POSSIBILI ALTERNATIVE ALLO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI:

- Raccolta differenziata - Riciclaggio
- Compostaggio (frazione umida)
- Trattamenti termici (frazione secca)

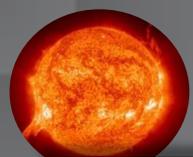


Trattamenti Termici

I trattamenti termici sono processi chimici ad alta temperatura nei quali il rifiuto è soggetto a trasformazione, con produzione di sostanze aventi composizioni chimiche più semplici e meno dannose per l'ambiente e per l'uomo, e conseguente riduzione delle quantità di sostanze da mandare allo smaltimento finale.



Generalmente, si prevede anche un recupero energetico, di entità e caratteristiche dipendenti dal tipo di processo e dalla configurazione impiantistica scelta, in maniera da rendere anche economicamente sostenibile il processo.



Trattamenti Termici

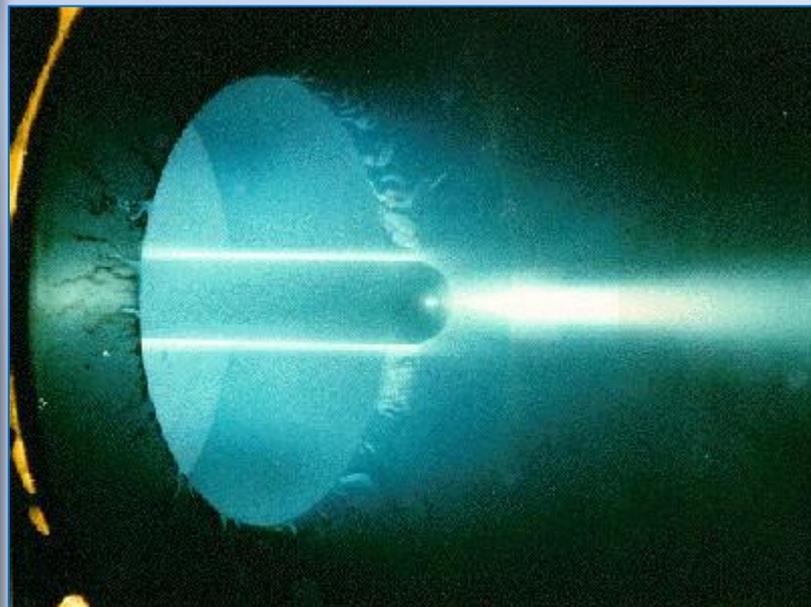
- **Incenerimento:** processo di ossidazione diretta del rifiuto, le sostanze organiche sono bruciate con ossigeno in eccesso, dando origine a molecole allo stato gassoso (fumi). La parte inorganica del rifiuto in genere non subisce reazioni ed esce dal processo come residuo solido da smaltire e/o recuperare (cenere o scoria);
- **Gassificazione:** consiste in una serie di reazioni di riduzione e parziale ossidazione del rifiuto ad opera di un *agente gassificante* (aria, ossigeno, o acqua); tali reazioni avvengono con un quantitativo di ossigeno inferiore al valore stechiometrico definito dalle reazioni di ossidazione. Il risultato è la produzione di un *syngas*.
- **Pirolisi:** processo termochimico che comporta una degradazione termica della sostanza organica in assenza di ossigeno, con formazione di gas di pirolisi (*syngas*) e, similmente alla gassificazione, di un residuo liquido (*tar*) e di un residuo solido carbonioso (*char*) nel quale si concentrano le sostanze inerti;
- **Dissociazione Molecolare:** processo fisico-chimico, assimilabile ad una combinazione di pirolisi e gassificazione, capace di convertire la carica organica del rifiuto in gas e cenere inerte. Il processo avviene in un ambiente chiuso a temperature limitate (intorno ai 400 °C), in carenza di ossigeno;



Torcia al Plasma

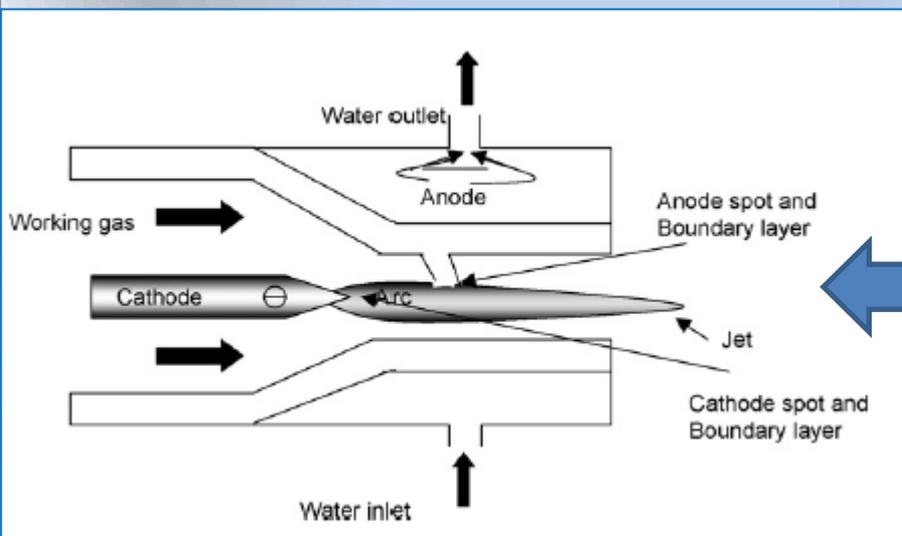
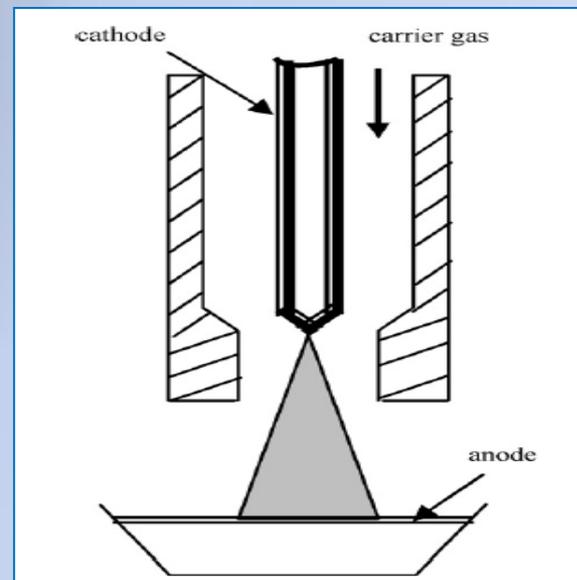
Il gas ionizzato prodotto dalle torce al plasma è in grado di decomporre a livello molecolare la sostanza organica presente nel rifiuto e di fondere i materiali inorganici. E' una tecnologia che si presta ad un'applicazione su una vasta gamma di rifiuti dal pericoloso all'urbano.

- Alte temperature di processo tra i 6000 – 15000 °C nella zona di generazione del plasma;
- Decomposizione molecolare della sostanza organica e fusione dei materiali inorganici; il risultato finale consiste in un processo di vetrificazione–gassificazione che può essere applicato a rifiuti solidi eterogenei e a rifiuti organici pericolosi;
- Efficienze di distruzione superiori al 99%;
- Residui liquidi assenti e emissioni volatili limitate;
- Il limite principale della tecnologia al plasma è dato dai consistenti costi di esercizio;

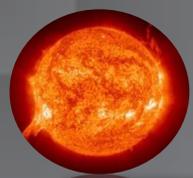


Tipologie di Torce al Plasma

Arco Trasferito: Sono forni caratterizzati dalla presenza di un elemento cilindrico tubolare detto “torcia”. Esso contiene un elettrodo di un metallo resistente (generalmente in lega di rame e tungsteno), da cui scocca la scintilla che genera un arco elettrico (arco voltaico). Nel caso di plasma ad arco trasferito, un elettrodo è nel corpo della torcia e funge da anodo o catodo (a seconda del modello di torcia) mentre il materiale che deve essere trattato funge da altro elettrodo.



Arco non Trasferito: In questo caso entrambi gli elettrodi sono contenuti nella torcia. In queste torce il plasma viene prodotto mediante una scarica elettrica tra due elettrodi metallici. Gli elettrodi sono molto ravvicinati e un'opportuna geometria consente l'inserimento di un flusso di gas di processo; il gas entra in contatto con l'arco elettrico e fuoriesce dalla torcia, dopo essere stato da esso riscaldato, sotto forma di un getto ad alta temperatura.



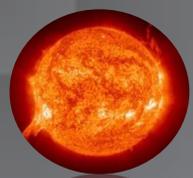
Confronto tra Torcia al Plasma ed Incenerimento

Dal confronto si evidenziano i seguenti vantaggi della torcia al plasma:

- **Minore Impatto Ambientale:** non sono prodotti fumi tossici, ma un gas di sintesi combustibile; non sono prodotte cenere volanti, nè residui liquidi, né scorie;
- **Economicità Del Processo:** l'investimento ed i costi di esercizio di un impianto di grossa taglia con Torcia al Plasma (a parità di prestazioni in termini di energia netta) sono inferiori in misura variabile dal 20 al 40% in funzione della capacità di trattamento;
- **Maggiore Flessibilità:** i reattori al plasma possono trattare oltre il CDR anche separatamente o miscelati RSU, rifiuti ospedalieri, pneumatici, PVC ed altri rifiuti;
- **Maggiore Modularità:** le torce possono lavorare tra il 30% e il 110% della loro potenza nominale, assicurando elasticità alla variazione stagionale del flusso dei rifiuti;

1 TON di Rifiuto: →

Torcia al plasma	Incenerimento
800-1200 Nm ³ di syngas	4500-6000 Nm ³ di fumi
180-190 Kg di scoria vetrosa	200-300 Kg di ceneri
-	20-40 kg fly ash
-	0,15-0,40 m ³ effluente liquido

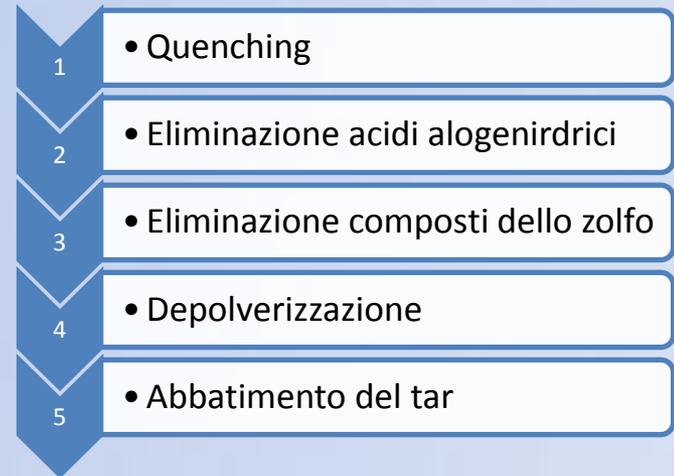


Il Syngas

Il syngas ottenuto dalla **gassificazione con torcia al plasma** deve essere preventivamente trattato per essere utilizzato per produrre energia o in altri impieghi.

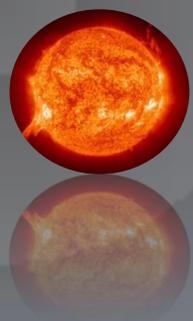


Trattamento syngas



Il syngas depurato e immagazzinato in appositi serbatoi, può trovare i seguenti impieghi alternativi:

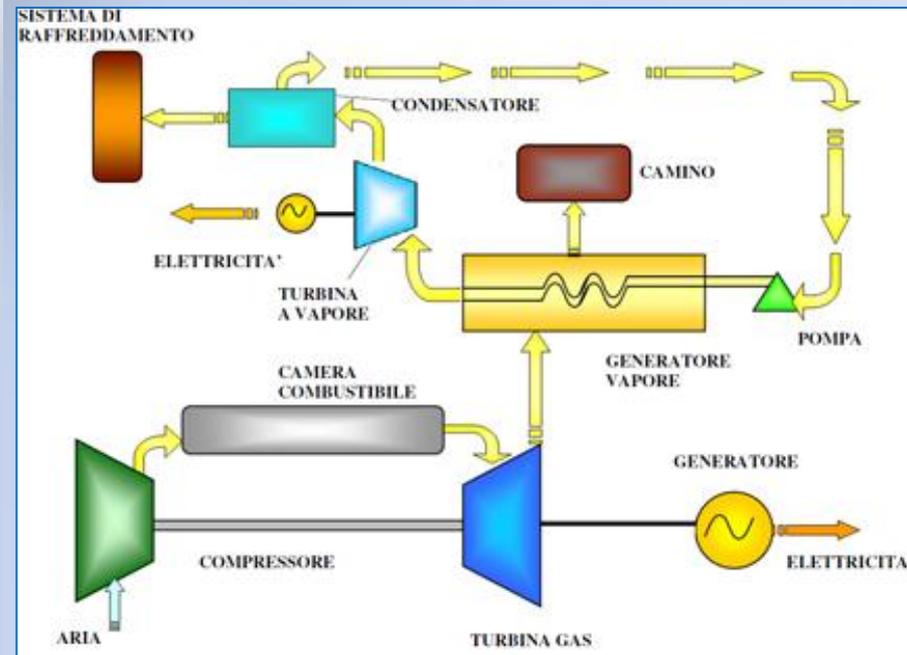
- Combustione in ciclo combinato co-generativo per la produzione d'energia elettrica e vapore/acqua calda;
- Produzione di energia elettrica e/o termica da microturbina a gas;
- Produzione di energia elettrica da motore a combustione interna;
- Produzione di Chemicals;



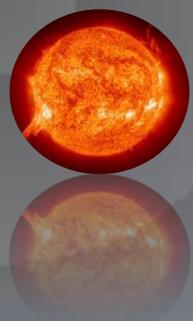
Ciclo Combinato

Il ciclo combinato è costituito essenzialmente da una unità ad asse unico in ciclo combinato composta da:

- Un turbogeneratore costituito da una turbina a gas, un generatore elettrico e una turbina a vapore a condensazione;
- Un generatore di vapore a due livelli di pressione con recupero calore;
- Un condensatore di vapore d'acqua;



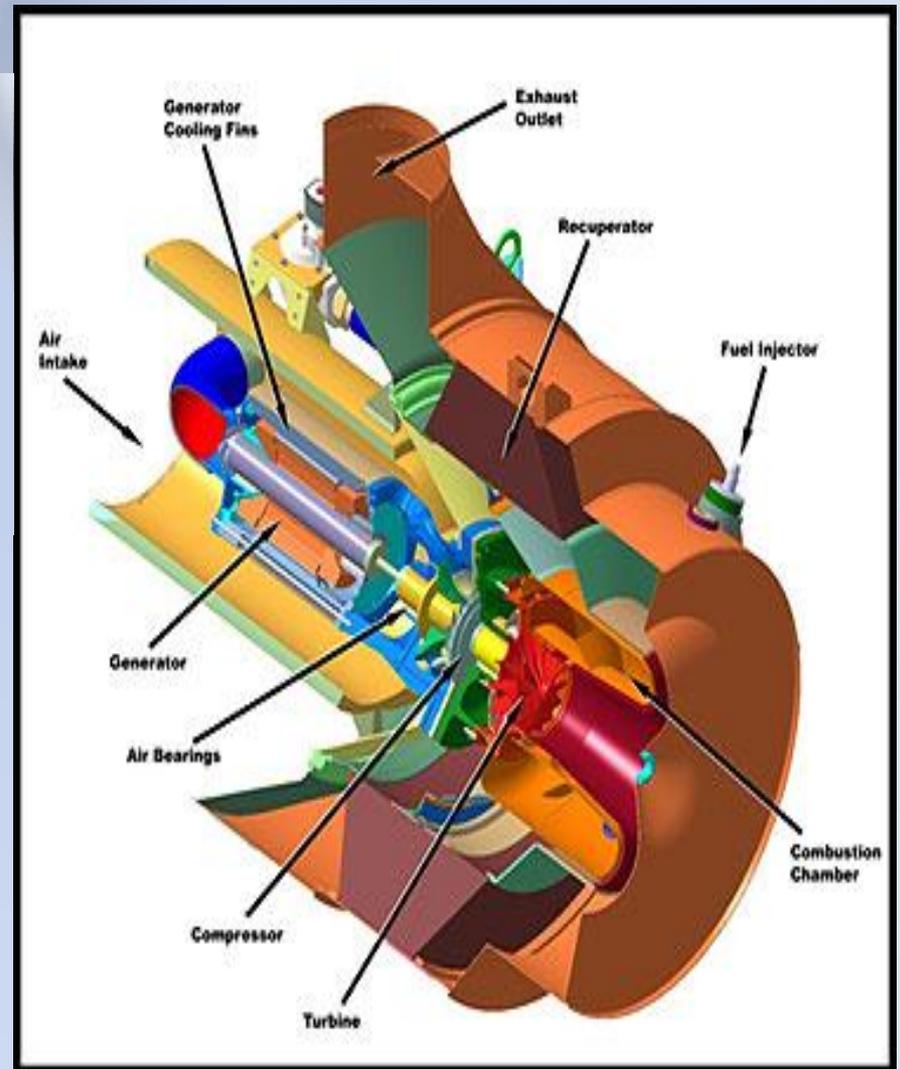
Tale unità produce sia elettricità sia vapore.

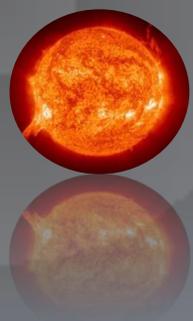


Microturbina a Gas

La microturbina a gas è un particolare tipo di turbina caratterizzata da taglie di potenza elettrica tipicamente nell'intervallo che va dai 30 ai 200 kW e rendimenti elettrici dell'ordine di 25-30%.

La microturbina può essere impiegata con successo ovunque vi sia bisogno d'energia elettrica e/o termica, sia nel settore industriale sia civile (terziario), pubblico e privato, e negli impianti di teleriscaldamento.



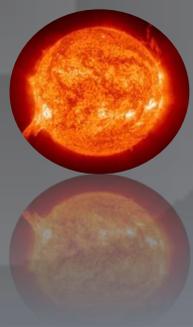


Motore a Combustione Interna

I motori endotermici vengono solitamente utilizzati per la produzione di energia elettrica e termica. Per l'utilizzo in tali applicazioni essi devono essere opportunamente modificati per la combustione del syngas.

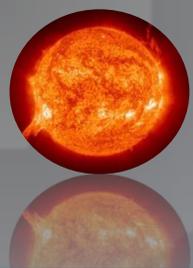
I motori alternativi hanno i vantaggi del basso costo del capitale, piccola dimensione, facile messa in servizio, affidabilità, buon carico a seconda delle caratteristiche e un buon recupero del calore.





Produzione di Chemicals

- **Produzione di Metanolo:** sta riscuotendo un interesse sempre maggiore in relazione alla possibilità di utilizzo come vettore energetico o come combustibile strategico;
- **Produzione di Dimetiletere:** attualmente utilizzato commercialmente come propellente in bombole spray o come materia prima in diversi processi industriali, sta riscuotendo un interesse sempre maggiore come combustibile alternativo, anche in virtù delle proprietà molto simili a quelle del GPL;
- **Produzione di H₂ purissimo:** può già oggi trovare numerosi impieghi: idrogenazione delle benzine nelle raffinerie; idrogenazione dei grassi alimentari; impieghi nei laboratori di ricerca, nel comparto delle lavorazioni dei metalli preziosi, nell'industria elettronica; autovetture e autobus a idrogeno, ecc.;
- **Produzione di altri Chemicals:** Si possono produrre miscele di gas leggeri combustibili, benzine sintetiche, diesel più puliti, cere pesanti, ecc che sono caratterizzati dall'assenza pressoché totale dei composti dello zolfo e dell'azoto e dalla bassissima concentrazione di composti aromatici.



Conclusioni

Lo smaltimento di rifiuti solidi urbani è una problematica di grande interesse. Tra le varie strategie possibili per fronteggiare il problema (Raccolta differenziata, Riciclaggio, Compostaggio, ecc.), i trattamenti termici rappresentano una delle alternative più convenienti per il trattamento della frazione secca non riciclabile di rifiuto.

La tecnologia della gassificazione con torcia al plasma è ancora in via di sviluppo ma tale tecnologia di smaltimento sembra essere a tutt'oggi tra le migliori soluzioni per lo smaltimento di RSU e non solo.

- Basso impatto ambientale;
- Resa energetica elevata;
- Costi di esercizio elevati ma possibilità di recupero dei costi grazie all'autoproduzione energetica;
- Per i rifiuti solidi urbani si considerano efficienti e vantaggiosi impianti di grande taglia;
- Possibilità di utilizzo degli impianti come utenze di bonifica.