

La pirolisi (o piroscissione) è un processo chimico di decomposizione generato dall'intervento di energia termica. E' ricordata tra le prime reazioni sviluppate dagli alchimisti, anche se oggi mantiene la sua attualità in numerose ed importanti applicazioni soprattutto del settore petrolchimico. Anche in natura si realizzano processi pirolitici: la formazione del petrolio dalla decomposizione di materiale organico ne è un esempio imponente.

Dal punto di vista energetico la pirolisi è un processo complessivamente endotermico; condotta in assenza di aria e quindi in ambiente riducente interviene sulla materia organica decomponendola mediante distillazione. Le particolari condizioni operative rendono infatti le macromolecole organiche termodinamicamente instabili che quindi si scindono, secondo meccanismi di reazione ancora poco noti, in molecole più corte ed in carbonio elementare. La sua applicazione allo smaltimento dei rifiuti ha avuto origine solo in tempi recenti (anni '70) con l'adattamento di particolari tecnologie già sperimentate con altri materiali. I primi sviluppi, legati a motivazioni di natura prettamente economica, si hanno negli U.S.A.

La pirolisi opera la modificazione del rifiuto intervenendo con la rottura delle molecole complesse che formano le gomme, le plastiche, gli amidi, i composti cellulose e le altre componenti organiche, che vengono trasformate in molecole strutturalmente più semplici, ottenendo:

**un residuo solido** di composizione variabile formato da materiale carbonioso (char), residuo della componente organica, frammisto ai metalli ed agli altri materiali inerti presenti nei R.S.U. di partenza. La parte carboniosa trova utilizzo come combustibile, oppure in alternativa come materiale adsorbente (il processo di pirolisi favorisce infatti la formazione di una certa porosità). La separazione della componente carboniosa è associata alla possibilità di un facile recupero di frazioni merceologiche interessanti, come vetro e metalli.

**una fase gassosa incondensabile** composta essenzialmente da idrogeno, idrocarburi leggeri ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , ...), monossido di carbonio ed anidride carbonica. Essendo caratterizzata da un discreto potere calorifico viene generalmente riutilizzata all'interno del processo come supporto energetico.

**un prodotto condensabile** formato da due fasi distinte che tendono a smiscelarsi in una soluzione acquosa di specie organiche a basso peso molecolare (essenzialmente idrocarburi alifatici e/o aromatici, acidi, alcoli, aldeidi, chetoni, ....), ed in una fase completamente organica costituita da molecole ossigenate ad alto peso molecolare. Quest'ultima viene denominata tar o bio-olio ed è formata da catrami, oli, naftaleni.

In fase condensata, il prodotto difficilmente presenta possibilità d'impiego. L'elevata percentuale dei composti ossigenati presenti nel bio-olio causa valori di acidità, viscosità ed instabilità tali da renderne difficoltoso l'impiego come combustibile. Un suo utilizzo si concretizza solamente mediante una parziale rimozione dell'ossigeno (complicati processi di idrogenazione). La fase residua acquosa invece, essendo una soluzione costituita per l'80÷90% da acqua (derivante dall'umidità dell'alimentazione e prodotta dalla pirolisi stessa), con disciolte le numerose specie

organiche prodotte dalla distillazione, è caratterizzata da valori altissimi di COD e BOD; un suo eventuale smaltimento può costituire un problema rilevante.

La decomposizione dei materiali organici ha inizio a 180÷200°C, con sviluppo di acido acetico e formico, oltre a metanolo. Temperature inferiori comportano solo fenomeni di natura fisica (essiccazione, rammollimento delle plastiche). A 260÷280°C si innescano delle reazioni esotermiche che portano alla formazione di catrami ed a un innalzamento della temperatura dei materiali, fino a 400÷450°C. Inizia l'emissione dei prodotti gassosi con la formazione di anidride carbonica, monossido di carbonio, idrocarburi ed infine idrogeno.

Le quantità ponderali e la composizione delle diverse frazioni ottenute dipendono da:

- tipologia dei materiali da trattare, loro composizione merceologica e grado di umidità
- contenuto e composizione delle ceneri
- dimensione media del materiale caricato
- temperatura raggiunta dal materiale
- tempo di permanenza nel reattore
- quantitativo di aria che può venire in contatto col rifiuto durante la decomposizione
- velocità di riscaldamento e tipologia del reattore.

Le variabili principali che governano la pirolisi sono, come del resto per tutti i processi chimici, la temperatura, il tempo di residenza e la pressione.

In base alla scelta dei parametri processuali si possono individuare tre diverse tecnologie di pirolisi, che portano ad una diversa ripartizione fra le componenti prodotte:

**Pirolisi convenzionale:** opera in un intervallo di temperatura relativamente basso, compreso fra 300÷700°C, e con riscaldi caratterizzati da gradienti termici molto blandi, nell'ordine dei decimi di grado al secondo. Il tempo di reazione invece, superando le ore, risulta molto elevato, consentendo l'alimentazione con materia prima di dimensioni anche significative.

**Pirolisi flash:** in completa opposizione alla pirolisi convenzionale, richiede temperature alte (attorno a 1000°C), velocità di riscaldamento elevatissime (superiori a 200°C/sec.) e tempi di residenza inferiori al secondo. Le particelle trattate devono avere dimensioni infinitesime.

**Pirolisi fast:** è un processo gestito con condizioni operative intermedie fra le due tecnologie precedenti.

La pirolisi convenzionale realizza la ripartizione più omogenea fra le fasi prodotte. Gli altri processi favoriscono la formazione delle fasi distillate (liquida e gassosa) a scapito del residuo solido: le più alte temperature facilitano le reazioni di gassificazione delle specie organiche pesanti e del char, con produzione di un gas più ricco in H<sub>2</sub> e CO e quindi a più alto potere calorifico, e conseguente riduzione del residuo solido carbonioso.

L'applicazione della pirolisi presenta evidenti vantaggi frutto della particolare tipologia del processo, che possono essere sintetizzati in:

- impiego su piccola scala
- possibilità di recupero finale di specie chimiche dotate di valore commercial.
- riduzione sensibile della quantità di gas da sottoporre a trattamento di depurazione.

La pirolisi, cioè il trattamento termico in assenza di ossigeno o aria (ambiente che viene, anche se impropriamente, chiamato riducente in opposizione a quello in cui avvengono i processi ossidativi di combustione) rappresenta la proposta tecnologica più innovativa tra quante presentate nel settore del trattamento delle biomasse in genere.

### CONFRONTO CON GLI IMPIANTI DI INCENERIMENTO

Il procedimento di pirolisi proposto, si pone in netta competizione alla tecnologia di termodistruzione (incenerimento).

L'incenerimento avviene in un apposito forno, generalmente del tipo a griglia mobile, appositamente progettato per bruciare il particolare "combustibile" caratterizzato da basso potere calorifico e da disomogeneità qualitativa e dimensionale. La combustione diretta presenta indubbiamente una serie di vantaggi fra cui:

- la riduzione fino al 90% e fino al 70% rispettivamente del volume e del peso iniziale
- il materiale residuo risulta completamente sterile e stabilizzato
- la possibilità di recupero di parte dell'energia contenuta

Tuttavia, nel confronto diretto col procedimento di pirolisi proposto sicuramente i suoi limiti risultano evidenti. I processi tradizionali di incenerimento sono esotermici e caratterizzati da temperature di combustione comprese in un ampio range (800÷1400°C). A causa della variabilità della composizione merceologica dei materiali, la regolazione della temperatura nell'inceneritore è il risultato di continue modifiche delle portate in alimentazione e quindi risulta di difficile gestione: la conseguenza è una marcia impianto frequentemente lontana dalle condizioni di funzionamento ottimali. A questo si aggiunga che tutti gli studi hanno confermato nelle emissioni gassose degli impianti di incenerimento, la presenza di diverse classi di composti organici e di derivati alogenati, comprese alcune classi di sostanze altamente tossiche come le benzodiossine policlorurate (PCDD) ed i benzofurani policlorurati (PCDF). I prodotti nocivi organoclorurati si generano nelle fasi di raffreddamento dei gas combusti (nel forno le elevate temperature ne inibiscono la formazione), catalizzati dalle ceneri sempre presenti: il processo di incenerimento favorisce infatti la presenza di notevoli quantità di particolato negli effluenti gassosi, costituendo fra l'altro, un grosso problema per il loro trattamento. Nelle ceneri trascinate è stata riscontrata la presenza di metalli pesanti in concentrazione elevata.

Gli esperti del settore hanno rivolto molte critiche agli inceneritori tradizionali contestando, per i motivi esposti, oltre alla difficoltà di conduzione e di funzionamento, la possibilità che prodotti altamente inquinanti possano essere dispersi in atmosfera. La presenza di costosi e monumentali sistemi di abbattimento e depurazione fumi, oltre ad aumentare enormemente il valore dell'investimento e a far lievitare i costi di gestione e di manutenzione, non garantisce comunque la sicurezza ambientale.

### **PIROLISI**

- ✧ Minimo impatto ambientale ed elevata affidabilità di esercizio. Impianti di abbattimento semplici ed affidabili
- ✧ Trattamento della corrente gassosa prima della sua combustione e quindi, non essendo ancora diluita dall'aria comburente, in quantità limitata. La pirolisi dei rifiuti produce un quantitativo di gas circa 10 volte inferiore a quello prodotto con la combustione
- ✧ Il processo di pirolisi, endotermico, viene condotto a temperature relativamente basse (prossime ai 500°C). Questo facilita il controllo della temperatura e quindi del processo, riduce drasticamente il quantitativo di effluenti gassosi, evita la formazione di prodotti indesiderati
- ✧ L'operazione di depurazione della corrente gassosa è estremamente semplice in quanto il gas di pirolisi prodotto in ambiente riducente, e non ancora combusto, è caratterizzato da molecole strutturalmente semplici ed assolutamente prive di composti

### **INCENERIMENTO**

- ✧ Dubbia compatibilità ambientale (particolarmente in relazione alle emissioni microinquinanti) ed incerta affidabilità. Impianti di abbattimento caratterizzati da complicazione impiantistica e gestionale notevole, oltre che da costi elevatissimi
- ✧ Trattamento effluenti gassosi a valle della combustione e quindi su una corrente massivamente importante (diluita dall'aria comburente). Per ottenere una combustione il più possibile completa, si opera con un eccesso d'aria pari a 1.5-2.5 volte la quantità stechiometrica necessaria
- ✧ Processi esotermici ossidativi, caratterizzati da temperature di combustione superiori a 1000°C. Regolazione della temperatura di difficile gestione in quanto effettuabile soltanto attraverso la variazione della portata in alimentazione (elevata inerzia del sistema)
- ✧ Complicazioni nel controllo della formazione dei PCDD-PCDF: le difficoltà sorgono sia in fase di progettazione che in quella di gestione della combustione e fanno sorgere dubbi circa l'affidabilità del sistema nei confronti dei microinquinanti organo-

organici clorurati (PCDD-PCDF). La distillazione in assenza di aria trasforma gli alogeni e lo zolfo, in composti acidi idrogenati che vengono abbattuti ed allontanati dalla corrente gassosa di pirolisi prima della sua combustione. Il ciclo evita, in ogni punto dell'impianto, la contemporaneità delle condizioni che portano alla formazione delle diossine, risolvendo il grave problema del microinquinamento organico

clorurati.

Difficoltà a contrastare i fenomeni di riformazione di PCDD-PCDF

- ✧ Sezione di trattamento acque a recupero con ovvi benefici economici
- ✧ Parziale gassificazione del C, il resto rimane nel residuo come carbone mescolato ai componenti inorganici
- ✧ La bassa temperatura e la pratica assenza di movimenti convettivi all'interno del reattore evitano il trascinamento di particolato
- ✧ Facile gestione della combustione legata alla tipologia del combustibile (gas di pirolisi in fase aeriforme)
- ✧ Recupero completo dei metalli in forma non ossidata
- ✧ La componente carboniosa, residuo della pirolisi delle componenti organiche, trova facile utilizzo come combustibile (PCI~5200 kcal/kg) rendendo flessibile il recupero energetico
- ✧ Necessità di un'importante sezione per il trattamento dei reflui liquidi, con tutte le problematiche connesse
- ✧ Ossidazione completa di tutto il C contenuto nel rifiuto a CO<sub>2</sub> e conseguente sua dispersione in atmosfera con possibilità di variazioni microclimatiche locali
- ✧ Presenza importante di polveri e particolato nei fumi, a causa del movimento dei rifiuti sulla griglia e del notevole eccesso d'aria
- ✧ Combustione diretta di un prodotto eterogeneo, con formazione di svariati prodotti di combustione caratterizzati da molecole complesse e presenza di incombusti
- ✧ Perdita nelle scorie dei metalli bassofondenti (alluminio) e diminuzione di valore dei rottami ferrosi a causa dell'ossidazione
- ✧ Sistema di recupero energetico rigido, con produzione di energia elettrica in loco e consumo di combustibile ausiliario nel post-combustore

- |   |   |
|---|---|
| ✧ Bassa temperatura di processo che favorisce la vita dei rivestimenti refrattari e degli organi meccanici. La natura e il quantitativo dei gas in circolo evita fenomeni di erosione e corrosione e riduce drasticamente i costi di manutenzione | ✧ Elevate temperature di processo. Combustione diretta del rifiuto con formazione di composti aggressivi. Elevati costi di manutenzione |
| ✧ Sistema di smaltimento pressochè universale, potendo essere applicato a varie categorie di materiali in ingresso  | ✧ Sensibilità delle griglie ai rifiuti caratterizzati da un elevato potere calorifico (gomme usate)                                     |
| ✧ Costi d'investimento limitati   | ✧ Notevoli costi d'investimento   |
| ✧ Bassi costi di gestione   | ✧ Costi gestionali su livelli medi  |
| ✧ Semplicità impiantistica  | ✧ Impianti complessi, soprattutto nel trattamento fumi  |
| ✧ Semplicità gestione processistica   | ✧ Gestione complessa del processo che pone il problema della qualificazione del personale di esercizio                                  |
| ✧ Affidabilità a lungo termine  | ✧ Necessità di continue manutenzioni  |
| ✧ Possibilità di variare la scala dell'impianto in maniera modulare   | ✧ Rigidità di scala (impianti di grosse dimensioni)   |
| ✧ Tempi di consegna, montaggio ed avviamento relativamente brevi  | ✧ Tempi elevati di realizzazione ed avviamento impianti   |

I grossi difetti dell'incenerimento che possono essere riassunti in incompleta combustione dei residui solidi, grossi volumi di fumi da trattare, emissioni pericolose in atmosfera, impossibilità di stoccare l'energia prodotta, perdita di valore delle componenti inorganiche, etc. pongono in evidenza le peculiarità del processo di pirolisi proposto.

## STATO DELL'ARTE ATTUALE

Sono noti ed operativi moltissimi impianti di pirolisi e/o gassificazione con combustione dei gas ottenuti (caldaia) per produzione sia di energia termica che elettrica.

Sono invece pochi gli impianti di pirolisi e/o gassificazione in grado di alimentare con il gas prodotto motori endotermici.

E' noto infatti che i motori endotermici presentano rendimenti di conversione circa doppi rispetto alle comuni e piccole turbine (a vapore, ORC, ecc.) e quindi assumono notevole interesse in relazione alla produzione incentivata di energia elettrica a partire da biomasse.

E' però altrettanto noto che le problematiche legate alla purificazione del syngas prodotto dai componenti non ancora totalmente degradati che lo accompagnano hanno di fatto limitato fin oggi l'applicazione effettiva di queste tecnologie.

In effetti negli ultimi dieci anni la ns Società ha operato non tanto nella fase di pirolisi e/o gassificazione (già abbondantemente sviluppate) quanto nella ricerca di sistemi sostenibili atti a purificare il syngas, completare il ciclo energetico, evitare emissioni inquinanti, tale che attualmente il ns processo è completato da:

- trattamento catalitico del syngas, con simultanea purificazione e formazione di altro gas di sintesi
- riutilizzo completo del biocombustibile liquido derivato dalla fase di condensazione del gas

Tenuto conto di quanto sopra e del fatto che la pirolisi costituisce il cuore dell'intero sistema, la ns Società è in grado di fornire, nel settore della conversione energetica delle biomasse, una impiantistica semplice e soprattutto affidabile.

## VANTAGGI DELLA TECNOLOGIA DELLA PIROLISI

Alti rendimenti di trasformazione della biomassa in energia

Non produce DIOSSINE, PM 10, idrocarburi policiclici aromatici, furani e benzofurani

Produce BIOCHAR fortemente richiesto in agricoltura

Consente di trasformare una vasta gamma di materiali secchi o umidi, come i rifiuti solidi urbani e derivati, fanghi di depurazione, ecc.

Rende possibile la realizzazione di impianti di medie e piccole dimensioni inseribili anche in contesto urbano così da permettere di sfruttare l'energia termica prodotta mediante teleriscaldamento o raffrescamento

Comporta un impatto ambientale irrilevante

Non è un impianto di combustione od incenerimento, ma di trasformazione delle biomasse in idrogeno, ossido di carbonio e idrocarburi leggeri

Non ha reflui

## INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

Il documento di cui trattasi intende presentare una specifica tecnologica per la produzione combinata, per ogni linea operativa, di energia elettrica (1.200 kWe) e di calore (1.600 kWt) attraverso lo sfruttamento di motori endotermici, in assetto cogenerativo, alimentati con i gas prodotti da un processo di pirolisi della biomassa.

Il documento inquadra il processo nelle sue n.4 sezioni di riferimento:

- **Stoccaggio della biomassa**

La biomassa costituita da rifiuti a base organica viene stoccata in ambienti dedicati ed aspirati onde evitare dispersione di maleodoranze in atmosfera.

- **Pre-trattamento del materiale**

La biomassa, per le sue caratteristiche fisiche, necessita di una fase di pre-trattamento al fine di ottimizzare il processo di pirolisi. Si rende pertanto necessario un processo di triturazione, per il raggiungimento di una pezzatura <20 mm.

- **Pirolisi**

Il materiale, in uscita dalla fase di pre-trattamento, è introdotto nel reattore di pirolisi; dal processo si ottengono tre sottoprodotti: gas, condensato e struttura carboniosa. Il gas di pirolisi, caratterizzato da un elevato potere calorifico, è inviato al sistema di stoccaggio (gasometro) per il successivo utilizzo nei motori cogenerativi. La struttura carboniosa è in parte riciclata in testa al pirolizzatore al fine di diminuire il contenuto carbonioso e per la parte rimanente inviata a big bags per i successivi utilizzi quale biochar/rifiuto speciale, previa eventuale selezione dei metalli presenti.

- **Produzione di energia elettrica e calore**

Il gas di pirolisi viene in parte riciclato nel pirolizzatore per mantenere un regime costante di produzione, in parte al sistema di sostentamento energetico dello stesso pirolizzatore, infine per la parte più significativa utilizzato per alimentare i motori endotermici per la generazione di energia elettrica da immettere in rete in modo tale da usufruire della tariffa omnicomprensiva prevista dal Quinto Conto Energia per una durata di 20 anni.

I motori, operando in assetto cogenerativo, garantiscono una quantità di energia termica totale pari a 1600 kWt sotto forma di acqua a 85°C e fumi caldi a 500°C. Il recupero termico può andare a servizio sia di attività industriali limitrofe sia per altri utilizzi specifici da individuare.

Il sistema proposto si distingue nettamente dai comuni processi di utilizzo energetico di materiali organici attualmente in uso, in particolare si differenzia per l'elevata qualità dei prodotti di



pirolisi, che si traduce poi nella qualità di combustione e nella possibilità di destinarli a recupero energetico attraverso le più efficienti tecnologie.

I vantaggi offerti dalla tecnologia sono legati sia alla tipologia del processo di pirolisi applicato, sia alla particolare impiantistica sviluppata. La scelta di un processo endotermico, condotto a temperature relativamente basse (circa 450°C), consente un facile e migliore controllo del processo di distillazione, ed evita la formazione di prodotti indesiderati ed il trascinamento di particolato.

La limitata quantità di fumi da depurare rispetto alla tradizionale combustione riduce i costi d'investimento del sistema d'abbattimento e favorisce la stessa fase di depurazione, aumentando le rese.

Le basse temperature d'esercizio, oltre a portare dei benefici a livello impiantistico favoriscono la vita dei rivestimenti isolanti e di tutti gli organi meccanici in genere, riducendo conseguentemente le spese di manutenzione.

Inoltre, la configurazione impiantistica del sistema presenta inoltre vantaggi intrinseci:

- elevato rendimento del processo, grazie alla particolarità del reattore, alla sua configurazione interna ed all'uso dei più efficienti sistemi di conversione energetica (motori endotermici);
- ridotto costo d'investimento e di gestione;
- facilità di montaggio ed avviamento;
- facilità di regolazione e di controllo dei parametri processuali, grazie anche alle ridotte capacità del sistema;
- semplicità di gestione;
- modularità impiantistica;
- semplicità costruttive e dimensioni ridotte;
- alimentazione e temperatura di reazione regolabili per le variazioni delle quantità dei prodotti in uscita;
- minima manutenzione del sistema con interventi programmati;
- richiesta di personale esclusivamente per il caricamento del combustibile e per la sorveglianza, essendo il sistema automatizzato e dotato di sistemi di controllo elettronici;
- indipendenza termica del processo, se non per i soli periodi di avviamento oppure in casi particolari, per esempio l'essiccazione del materiale;
- elevata sicurezza, in quanto il sistema opera in leggera sovrappressione, fatto che costituisce un elemento fondamentale di sicurezza intrinseca; infatti in caso di perdite nel sistema, il contatto tra i prodotti di pirolisi e l'aria si verifici all'esterno del reattore, non costituendo quindi un fattore di rischio.

## DIMENSIONAMENTO PER CIASCUNA LINEA DA 1200 kW<sub>el</sub>

Ogni linea viene dimensionata per garantire una produzione oraria elettrica nominale di 1.200 kW (ipotizzando un rendimento elettrico di conversione nel motore del 30%).

La fase di triturazione comporta solamente una riduzione della pezzatura del materiale fino al raggiungimento di una dimensione tale da favorire i successivi processi di essiccazione e di pirolisi. La dimensione del materiale è < 20x20 mm.

In tali condizioni si ottengono circa:

- 850/950 Kg/h di gas di pirolisi con P.C.I. = 4.200 kcal/Nm<sup>3</sup> (4,8 kWh/Nm<sup>3</sup>);
- 100 kg/h di struttura carboniosa;
- 80 kg/h di condensato con un contenuto di acqua del 70/80%.

Il processo di pirolisi comprensivo dell'essiccazione in linea può impegnare fino a 850.000 kcal/h (990 kW) disponibili utilizzando in parte il syngas prodotto dalla gassificazione della struttura carboniosa.

Al gasometro si inviano 680/720 Kg/h di gas con un P.C.I. medio di 4,8/4,9 kWh/Nm<sup>3</sup>, con apporto quindi alla cogenerazione di circa 3,6 kWt/h

Ipotizzando un rendimento di conversione elettrica del 33/34 % e termico del 45% si ottengono 1.200 kW elettrici e 1.600 kW termici.

Totale ore di funzionamento: 7.500 ore/anno in condizioni normalizzate.

$\eta_{el}$  (rendimento elettrico complessivo dell'impianto): 25%.

## ASPETTI AMBIENTALI

Il sistema opera la conversione di materiali organici in energia elettrica e calore evitando di fatto il consumo di combustibili fossili. Oltre ai benefici strategici per il mercato dell'energia, i risparmi di combustibile (attraverso l'utilizzo di risorse rinnovabili e la cogenerazione) si traducono in emissioni evitate di CO<sub>2</sub>, cioè in un contributo al raggiungimento degli obiettivi fissati dal protocollo di Kyoto e dalla politica energetica dell'Europa e nazionale.

Vengono di seguito riportati i riferimenti legislativi che regolamentano le emissioni dell'impianto.

- **Emissioni in atmosfera**

L'impianto è progettato per rispettare ampiamente i limiti alle emissioni previsti dalla legge italiana ed in particolare dal D.lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e s.m.i. per tale tipologia di attività, Allegati alla Parte Quinta All. I Parte Terza Cap. 1.3 a).

- **Emissioni liquide**

La normativa di riferimento per le emissioni liquide è il D.lgs. 152/2006 alla Parte Terza, Sezione II e relativi allegati.

Le emissioni liquide sono quelle derivanti dall'impianto di recupero del contenuto energetico dai condensati di pirolisi. La portata massima risultante potrà essere pari a 150/200 litri/h; dette acque saranno trattate all'interno dell'impianto per il recupero totale della sostanza organica.

- **Emissioni solide**

I rifiuti solidi verranno gestiti in conformità della normativa vigente (Dlgs 152/2006 alla Parte Quarta e relativi allegati).

Gli scarichi solidi dell'impianto sono le ceneri generate dalla fase di gassificazione

La produzione di ceneri è stimata in quota pari al 7% del materiale in arrivo.

Le ceneri, raccolte in un appositi big-bag, verranno conferite in accordo con le normative vigenti (caratterizzazione biochar).

- **Rumore**

I limiti di rumore sono definiti dal DPCM del 14 Novembre 1997 e dal Piano di zonizzazione Acustica Comunale;

I limiti di legge saranno rispettati adottando provvedimenti quali:

- l'impostazione di limiti sulla rumorosità propria dei componenti in maniera da assicurare un livello di rumore non superiore ai limiti previsti;
- la sistemazione dei componenti e delle strutture in modo da schermare quelli con emissioni più elevate rispetto ai recettori più critici;
- l'adozione di cabinati insonorizzati ed equipaggiamenti a bassa emissione sonora.

La pressione acustica sarà in accordo con i valori definiti dal Piano di zonizzazione Acustica predisposto dall'Amministrazione Comunale.

- **Antincendio**

Normativa antincendio – VVFF

Istanza di esame progetto per rilascio di parere di conformità e successivo rilascio del C.P.I.

- **Emissioni evitate di CO<sub>2</sub>**

La CO<sub>2</sub> evitata annualmente dalla linea per la produzione di energia elettrica, ovvero l'anidride carbonica emessa da un impianto tradizionale alimentato a combustibili fossili nella produzione di un pari quantitativo di energia elettrica, è pari a circa 6.500 tonnellate/anno.

## PRODUZIONE DI METANO

Una volta ottenuto il syngas si può procedere, in alternativa al suo utilizzo per alimentare i motori endotermici e produrre energia elettrica, ad una reazione catalitica per la produzione di metano al 95% circa di purezza da avviare alla commercializzazione e distribuzione.

In questo caso la sezione impiantistica di produzione dell'energia elettrica è sostituita da una sezione di catalisi a media pressione.