

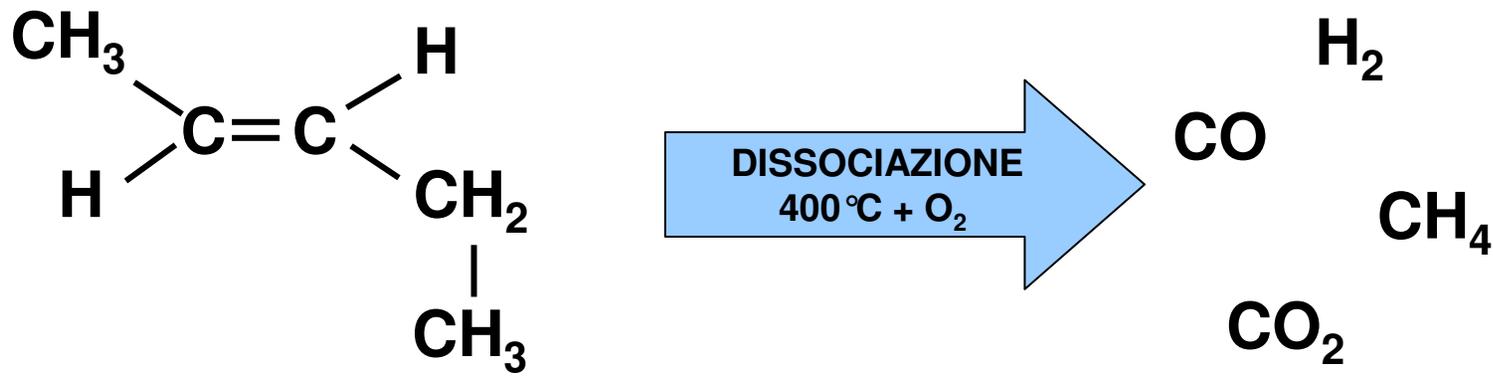


***SISTEMI PER L'ENERGIA***



*Sistemi di Produzione di SynGas  
attraverso la tecnologia della*

***DISSOCIAZIONE MOLECOLARE***





## Oltre l'età del Fuoco

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

Nei legami che si costituiscono tra gli atomi di Carbonio e Idrogeno si concentra l'energia solare, fissata attraverso il processo della fotosintesi vegetale.

Il dissociatore delle molecole organiche utilizza un processo di scissione delle suddette molecole organiche in molecole più semplici, di solito Monossido di Carbonio CO, Idrogeno H<sub>2</sub> e Metano CH<sub>4</sub>, che possono essere successivamente ossidate per liberare l'energia dei legami ed ottenere i prodotti stabili Anidride Carbonica CO<sub>2</sub> e Acqua, dai quali ricomincia il ciclo della vita.

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

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

termica, attraverso la loro combustione in una caldaia, come se si trattasse di metano o di gasolio;

meccanica, in un motore a scoppio come fosse metano;

elettrica, attraverso le celle a combustibile, o *fuel cell*, alimentate dall'idrogeno, gas ottenibile attraverso un processo denominato *Reforming*.

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

Il processo di dissociazione molecolare avviene in ambiente chiuso e per un periodo di oltre 24 ore, con velocità di processo molto più basse rispetto ai processi di combustione che avvengono negli inceneritori.

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

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



## Le Emissioni in Atmosfera

Le emissioni in atmosfera dei prodotti della dissociazione molecolare sono estremamente ridotti, ed in particolare:

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

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

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

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

Analogamente, la situazione che si verifica negli impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti è molto sfavorevole per la formazione degli Ossidi di Azoto NOx, in quanto nella camera di dissociazione l'ambiente è povero di ossigeno, mentre nella fase del brevissimo riscaldamento secondario l'ambiente è povero di aria, ed è noto che gli Ossidi di Azoto provengono in buona parte dalla combinazione dell'azoto che si trova nell'aria utilizzata per il processo con l'ossigeno.



## Le Emissioni in Atmosfera

Il gas di sintesi, o syngas, che viene formato, risulta sufficientemente puro per una combustione diretta che, producendo vapore caldo, può azionare le turbine di una centrale elettrica.

In questo caso, le emissioni in atmosfera, generate dalla combustione del gas di sintesi prodotto da impianti di dissociazione molecolare dei rifiuti, risultano nettamente inferiori rispetto a quelle prodotte direttamente dall'incenerimento dei rifiuti; i risultati riportati sotto si riferiscono al confronto dell'impianto di dissociazione molecolare dei rifiuti di Husavik con i valori medi rilevati per gli inceneritori, e prima del passaggio nei sistemi di filtraggio e purificazione (quindi all'uscita in atmosfera le concentrazioni di sostanze inquinanti sono ancora più basse):

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



## LA Dissociazione Molecolare

Sistemi di generazione di energia da masse a base organica.

La dissociazione molecolare è un processo termo-chimico che consiste nella scomposizione della sostanza organica, in modo da trasformarla in forma gassosa. Il processo si sviluppa in condizioni sub-stechiometriche ( in carenza di ossigeno ). L'obiettivo è quello di trasferire il contenuto energetico della sostanza solida iniziale nel potere calorico di un combustibile in fase gassosa, che offre un impiego più ampio e flessibile

Il processo prevede che il sistema funzioni in difetto di ossigeno e senza che il materiale caricato bruci, in modo da spingerlo verso la produzione più alta possibile di Gas Sintetico (oltre il 95%), un combustibile la cui ossidazione termica si ha un impatto inquinante sui fumi che è di diversi ordini di grandezza inferiore rispetto a quelli prodotti dalla combustione di carbone o in generale di materia organica solida.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Sistemi di generazione di energia da masse a base organica.

**Masse a base Organica:**

- Biomasse,**
- Rifiuti Organici,**
- Rifiuti Solidi Urbani anche non selezionati,**
- Rifiuti Industriali,**
- Rifiuti Speciali,**
- Copertoni.**



I vantaggi legati a questa tecnologia, ormai ampiamente utilizzata sia negli USA che nel Nord Europa, sono da ricercarsi in ragioni di ordine ecologico ed economico.

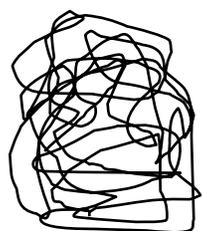
Dal punto di vista ecologico l'utilizzo di questa tecnologia è evidenziato da un processo che riduce in cenere inerte i materiali a base organica senza fondere i metalli ed il vetro grazie alle basse temperature utilizzate (400 °C).

Dal punto di vista economico lo sfruttamento dell'impianto per la produzione di energia elettrica e di calore partendo dall'utilizzo di biomasse o da rifiuti consente di generare interessanti ricavi economici.

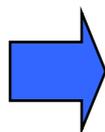


## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE vs INCENERITORI

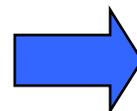
Principali differenze fra i sistemi.



MASSA A BASE ORGANICA



GASSIFICATORE ( 400 °C )  
(dimensionamento modulare)



GAS SINTETICO

**EFFICENZA**

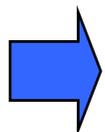
Totale : 70%  
Elettrica : 20-60%  
Termica : 50-10 %

SELEZIONE

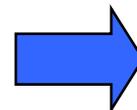
40%



MASSA COMBUSTIBILE



INCENERITORE (1100 °C)  
(dimensionamento fisso)



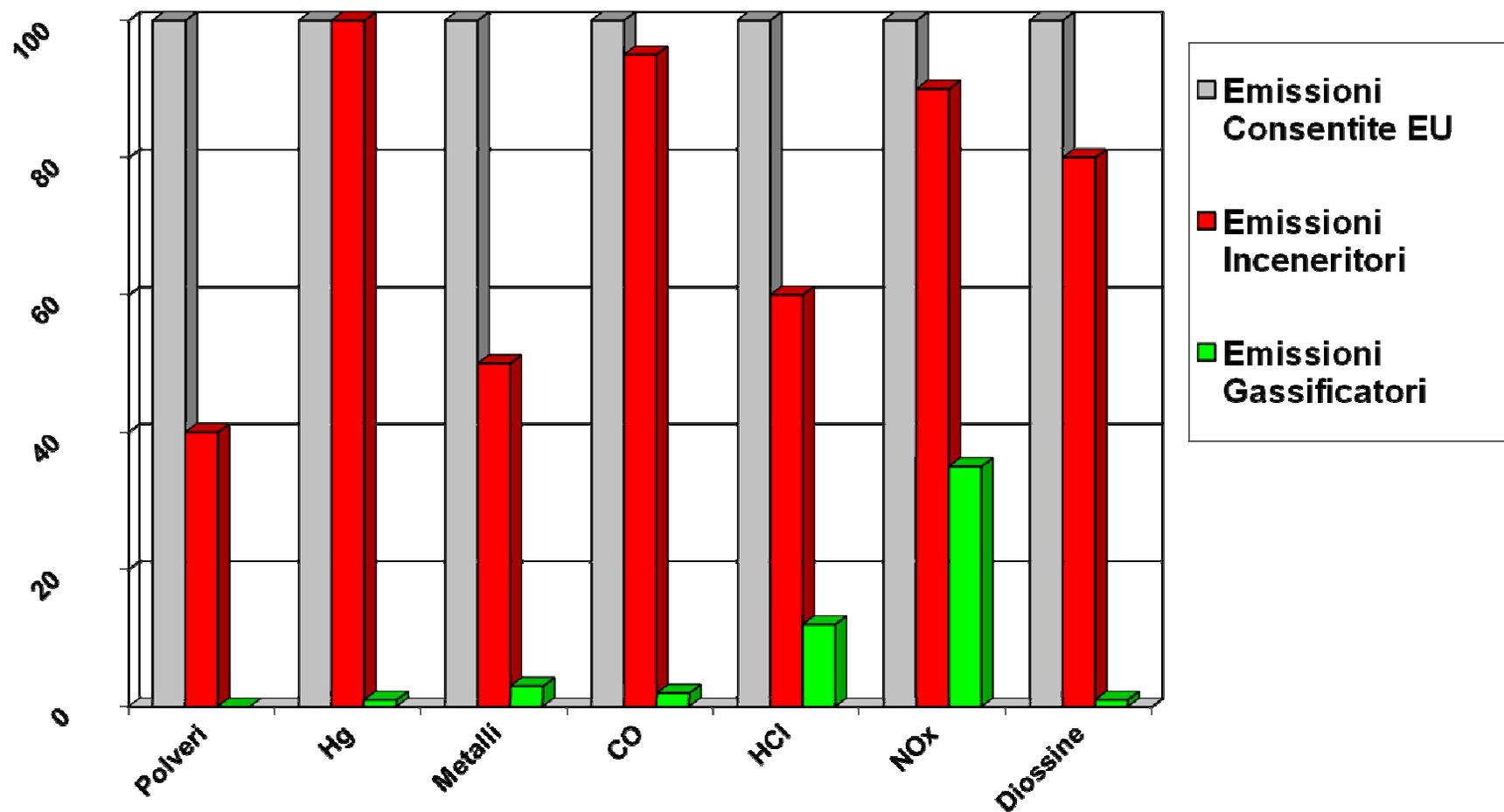
**EFFICENZA**

Totale : 60%  
Elettrica : 10%  
Termica : 50 %



## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Livelli di Emissione Fumi





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

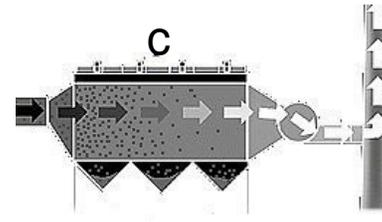
Componenti di un Sistema con Motore a Scoppio



Cella di Gassificazione



Sistema di Filtraggio del Gas



Sistema di Trattamento Fumi



Stoccaggio del Gas



Motore a Scoppio



Generatore Elettrico



Calore



Elettricità

**Efficienza:**

Elettrica 35%

Termica 40%



# SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

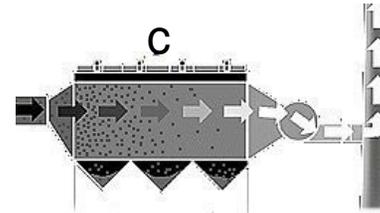
Componenti di un Sistema con Fuel Cell



Cella di Gassificazione



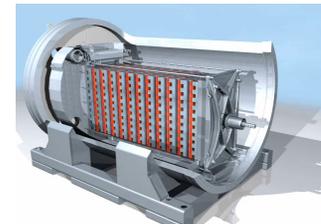
Sistema di Filtraggio del Gas



Sistema di Trattamento Fumi



Stoccaggio del Gas



Fuel Cell



**Efficienza:**

Elettrica 60%

Termica 20%



Vapore



Elettricità



## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Cella di Gassificazione.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Caricamento delle celle con mezzo meccanico.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Caricamento delle celle direttamente da camion.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Ceneri risultanti dal processo.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Impianto da 2000 Kg / h.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Caratteristiche di un Impianto da 2000 Kg/h di RSU (35.000 abitanti)

### Ingombro in pianta:

Un edificio di circa 500 mq alto 6 m è sufficiente a contenere sia la gassificazione che la generazione di energia ed impianti accessori.

### Elementi dell'impianto:

L'impianto è costituito da 4 unità di gassificazione da 60 mc (12 Ton).

Un sistema di generazione elettrica basato su turbina a vapore.

Un sistema di trattamento fumi.



### Combustibile:

L'impianto è in grado di gestire 2000 Kg/h di materiale a base organica equivalenti a:

48 Ton / giorno o 16.000 Ton / anno.

Il potere calorico inferiore del combustibile è fissato in 3,25 KWh/Kg (media del Rifiuto Solido Urbano)

### Energia Prodotta:

Elettrica: 1.2 MW equivalente a 9600 MWh / anno

Termica: 2.5 MW ad una temperatura > 90 °C equivalente a 20000 MWh / anno



## BIOMASSE

## Ritorni sull'Economia Agricola

Vantaggi per l'Agricoltore:

**Differenzia** le fonti di reddito affiancando alle attività già in essere un sicuro contratto pluriennale.

Ha la possibilità di rimettere in produzione **terreni marginali**.

Aumenta la **flessibilità** della propria impresa anche senza bisogno di investimenti in mezzi.

Aumenta il **fatturato** utilizzando risorse già presenti in azienda per lo svolgimento della normale attività.

Può conferire scarti delle proprie lavorazioni, oggi risultanti in un costo, ricavandone un **ritorno economico**.





## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

Coltivazione di biomasse per uso Energetico

### Valori per 100 ettari di terreno

Produttività media di biomassa :	30 Ton / ha (Sostanza Secca)
Biomassa prodotta :	3000 Ton / anno
Potere Calorico biomassa:	4.65 KWh / Kg
Totale Energia Prodotta :	13950 KWh / anno
Lavoro :	4000 ore / anno (40 ore / ha)
Remunerazione Biomassa :	€ 40 / Ton
Fatturato per 100 ha :	€ 120.000



Si assume che la tenuta atta alla coltivazione delle biomasse sia già munita di tutto il macchinario normalmente presente per la coltivazione delle specie prese in considerazione (mais, sorgo, canapa, e simili).



## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

### BUDGET dei RICAVI

#### VALORI DI RIFERIMENTO DEI RICAVI

Vendita di energia elettrica (MWh) :	€ 60 (GRTN)
Vendita della potenza termica (MWh) :	€ 50
Certificati Verdi (per 12 anni) (MWh) :	€ 110
Conferimento dei rifiuti (Ton) :	€ 70
Energia Elettrica Prodotta (MW) :	1.2
Energia Termica Prodotta (MW) :	2.5
Ore di funzionamento impianto (h/anno) :	8000



RICAVI per un impianto da	<b>2000 Kg/h (16000 T/anno) 1.2 MWel +2.5MWt</b>	<b>4000 Kg/h (32000 T/anno) 2.4 MWel + 5MWt</b>
Vendita di energia elettrica (MWh) :	€ 576.000	1.152.000
Vendita della potenza termica (MWh) :	€ 1.000.000	2.000.000
Certificati Verdi (per 12 anni) (MWh) :	€ 1.056.000	2.112.000
Conferimento dei rifiuti (Ton) :	€ 1.120.000	2.240.000
<b>Totale Ricavi :</b>	<b>€ 3.752.000</b>	<b>7.504.000</b>

La politica sui ricavi dipende fortemente dal gestore del sistema.

In particolare i ricavi provenienti dalla fonte termica potrebbero voler essere completamente devoluti a favore di incrementi occupazionali legati all'insediamento di serre agricole da sviluppare in prossimità dell'impianto piuttosto che devoluti a pubblica utilità per il riscaldamento di edifici pubblici come scuole o piscine.



## SISTEMI DI GASSIFICAZIONE

### BUDGET dei COSTI

Si ipotizza che l'investimento sia interamente finanziato da un mutuo da rimborsare con 12 rate annuali costanti ad un tasso di interesse fisso pari al 5%.



Impianto da :	2000 Kg/h (16000 T/anno) 1.2 MWeI +2.5MWt	4000 Kg/h (32000 T/anno) 2.4 MWeI + 5MWt
Investimento :	€ 10.000.000	15.000.000
Valore rata mutuo (Capitale + Interessi) :	€ 1.128.254	1.692.381
Contratto di manutenzione ordinaria (3% dell'investimento) :	€ 300.000	450.000
Costi per il personale dell'impianto ( 1 + 4 ) ( 1 + 6 ) :	€ 150.000	200.000
Costi generali (5% dei ricavi) :	€ 187.600	375.200
Costi di smaltimento ceneri	€ 56.000	112.000
Imposta di fabbricazione dell'energia elettrica :	€ 86.400	172.800
<b>Totale Costi :</b>	<b>€ 1.908.254</b>	<b>3.002.181</b>
<b>Risultato Lordo :</b>	<b>€ 1.843.746</b>	<b>4.501.819</b>