

## La dissociazione molecolare e la produzione di syngas

La tutela dell'ambiente è un presupposto fondamentale per un miglioramento della qualità della vita ed oggi una delle problematiche principali da risolvere nel più breve tempo possibile è quella di riuscire a conciliare il binomio sviluppo – ambiente.

La rapida combustione di materia organica accumulata in milioni d'anni ha immesso nell'aria grandi quantità di CO<sub>2</sub> e l'effetto serra artificiale dovuto all'attività industriale umana ha prodotto un sensibile aumento della temperatura media nell'ultimo secolo. L'aumento di energia atmosferica ha già avuto numerose conseguenze come lo scioglimento dei ghiacciai e l'accelerazione e l'intensificazione di fenomeni atmosferici disastrosi.

I combustibili fossili quali petrolio e carbone hanno quindi dimostrato tutte le loro carenze nei confronti di uno sviluppo sostenibile per l'ambiente.

Una possibile e seria alternativa ai combustibili fossili è rappresentata dalle tecnologie che mirano all'utilizzo, a fine energetico, dei materiali di origine carbonica.

La tecnologia della trasformazione del materiale organico in SynGas, attuata attraverso il processo della dissociazione molecolare, è stata sviluppata negli USA agli inizi degli anni 90 come approccio semplice e modulare al problema dello smaltimento del materiale organico e della sua successiva trasformazione in energia. Le oltre 100 installazioni realizzate in tutto il mondo ma soprattutto negli Stati Uniti mettono in evidenza le caratteristiche di economicità, flessibilità e semplicità di gestione di un sistema che, grazie alle sue intrinseche caratteristiche di funzionamento, è in grado di trasformare il materiale organico in un gas con un impatto ambientale pressoché nullo.

Il termine **syngas** nasce dall'unione delle due parole **Synthetic Gas** e indica non un gas vero e proprio, bensì una miscela di gas, essenzialmente monossido di carbonio CO e idrogeno H<sub>2</sub>, con la presenza in quantità variabile anche di metano CH<sub>4</sub> e anidride carbonica CO<sub>2</sub>.

Si ha formazione di syngas durante la gassificazione del carbone processo molto usato fino alla metà degli anni cinquanta, che consisteva nel riscaldamento del comune coke per ottenere appunto un gas che veniva utilizzato per illuminare le città. La formazione di Syngas si ottiene anche nella produzione di idrogeno da idrocarburi solidi e liquidi e come risultato dei processi di fermentazione anaerobica nelle discariche.

La disponibilità di un vettore energetico come il SynGas, inoltre, consente la trasformazione di questo in idrogeno ed il suo successivo utilizzo attraverso i più innovativi sistemi di generazione elettrica, come le celle a combustibile, in grado di generare energia elettrica con efficienze di gran lunga superiore a qualunque altro dispositivo.

## La Dissociazione Molecolare

La materia organica, indipendentemente dalla sua origine vegetale, animale o sintetica, racchiude in sé l'energia del Sole che il processo della fotosintesi ha imprigionato fra le molecole di carbonio e di idrogeno.

Il processo della fotosintesi, che ha luogo nelle piante verdi, permette la trasformazione dell'energia luminosa in energia chimica, rendendo così possibile la sintesi di sostanze organiche complesse a partire da sostanze inorganiche semplici come il biossido di carbonio e l'acqua.



Le molecole organiche, originate dal processo di fotosintesi, subiscono successivamente diverse trasformazioni di origine biologica e chimica, trasformandosi negli oltre 6 milioni di composti organici del carbonio.

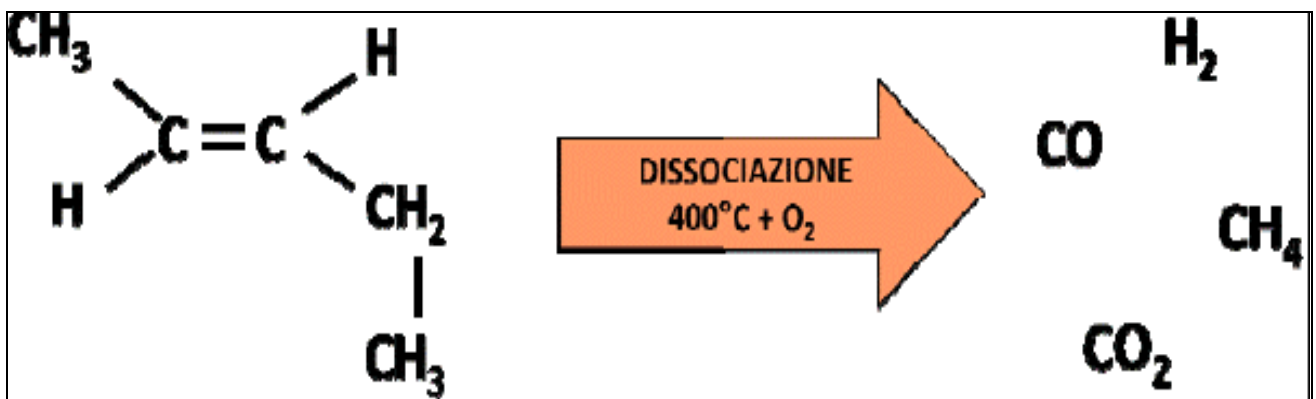
Alcuni esempi sono:

- Il principale componente della carta, la cellulosa
- Le materie plastiche come il (PVC) :  $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$  o il polietilene :  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- Le sostanze componenti la vita animale come zuccheri, grassi, proteine
- E poi ancora insetticidi, pesticidi, idrocarburi policiclici aromatici e le sostanze che si formano collateralmente alla preparazione di altri processi chimici, come la diossina

Il processo di dissociazione molecolare ha come obiettivo quello di disassemblare le molecole di origine organica complesse per riassemblarle in composti più semplici realizzando un gas sintetico detto proprio SynGas.

Il processo avviene in un ambiente chiuso, in carenza di ossigeno con una temperatura compresa fra i 300 e i 550 °C.

Per effetto del riscaldamento si ha la rottura dei legami chimici del carbonio con la conseguente costituzione di molecole più semplici.



Il processo di dissociazione molecolare si sviluppa in un periodo di circa 24 ore, consentendo di avvicinarsi meglio ai tempi naturali di degradazione delle molecole. La composizione chimica ed il potere calorifico del SynGas dipendono naturalmente dall'origine del materiale che ne ha consentito la formazione, nondimeno i suoi principali componenti sono costituiti da idrogeno (H<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), monossido di carbonio (CO) e biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).

## Il Processo

Le celle di dissociazione molecolare sono il componente del sistema in cui una combinazione di pirolisi, termolisi e gassificazione converte la carica a base carbonica in SynGas e cenere inerte, senza che abbia luogo il processo di combustione.

Il processo ha luogo in condizioni di temperatura ridotta, difetto di ossigeno, in atmosfera altamente riducente ed in maniera molto lenta permettendo di ottenere una serie di vantaggi dal punto di vista dell'efficienza di trasformazione e della qualità del gas di sintesi ottenuto.

Il materiale sfuso, che non necessita di particolari pretrattamenti di vagliatura e omogeneizzazione, viene caricato a lotti in una serie di celle di dissociazione.

Un bruciatore di servizio, funzionante a gas naturale, installato nella parte superiore di ogni cella, viene avviato per pochi minuti, in modo da creare le condizioni di innesco; quindi ha inizio una lenta fase di trasformazione del materiale organico in gas ad una temperatura oscillante tra i 300 ed i 550 °C.

Una volta iniziato, il processo si sostiene senza ulteriore bisogno di energia esterna. L'energia necessaria ad ottenere la trasformazione di molecole complesse in materiali gassosi semplici viene prelevata all'interno tramite parziale ossidazione del carbonio. I valori più alti di conversione si raggiungono nel caso di cariche con prodotti a bassa umidità, con ridotto contenuto di materiali incombustibili, e con elevato potere calorifico.

I materiali fino ad oggi provati sono stati:

- Rifiuti solidi urbani indifferenziati
- Frazione organica da rifiuti urbani con umidità fino al 55%
- Frazione secca da rifiuto urbano
- Biomassa
- Fluff automobilistico
- Scarti industriali (fanghi, plastiche)
- Pneumatici.

Con la semplice variazione della temperatura di lavorazione è stato possibile adattare a tutti i materiali il processo di dissociazione arrivando sempre ad ottenere un gas di sintesi utilizzabile.

Il gas prodotto dalla dissociazione molecolare si libera lentamente attraverso un'ampia superficie di interfaccia, e risale verso l'uscita ad una velocità estremamente bassa. Tutte queste condizioni assicurano:

- Alta efficienza di conversione energetica
- Bassissimo trascinamento di particolato con il gas grezzo in quanto le modalità di reazione in un ambiente in cui non vi è né agitazione di materiale, né fiamme e in assenza di turbolenze, dà luogo ad un lento rilascio del gas e bassa velocità di risalita nella camera.
- Ridotta produzione di NO<sub>x</sub>
- Ambiente alquanto sfavorevole alla formazione di diossine
- Assenza di vapori metallici nel gas
- Ceneri non contaminate da metalli fusi

## **Purificazione del SynGas**

Il gas grezzo proveniente dalle celle di gassificazione è già di per sé molto pulito. La lentezza della reazione permette di ottenere un gas di sintesi già all'origine pulito, per quanto riguarda il particolato, e facilmente purificabile dai composti gassosi indesiderati quali HCl, H<sub>2</sub>S e NH<sub>3</sub>.

Il gas grezzo, date le basse temperature di reazione, è privo di vapori metallici che quando presenti creano diverse complicazioni ai sistemi a valle sia per le corrosioni che per la complessità dei sistemi di trattamento fumi.

La gran parte dei metalli a 450°C non raggiungono nemmeno il loro punto di fusione rimanendo praticamente inalterati durante il processo; la bassa temperatura di reazione evita l'avvio di fusioni metalliche che andrebbero immediatamente a contaminare le ceneri.

Le parti metalliche possono essere alla fine facilmente separate e le ceneri sono limitate a sali incombustibili.

Prove effettuate presso laboratori certificati su rifiuti indifferenziati hanno mostrato un gas grezzo con le seguenti caratteristiche:

- Trascinamento particellare intorno allo 0,2%
- Vapori metallici assenti
- Cloro e gas acidi in funzione delle caratteristiche del materiale caricato
- TAR ed asfalti tra 1 e 2 grammi/Nm<sup>3</sup>
- Composti solforosi assenti
- Ossigeno assente
- Idrogeno superiore al 4%
- NO<sub>x</sub> assenti in quanto si è in atmosfera carente di ossigeno
- Portata del gas e caratteristiche qualitative sufficientemente costanti

Uno degli aspetti principali del processo di dissociazione è l'assenza totale di diossine.

L'ambiente nella zona di reazione è estremamente avverso alla formazione di diossine in quanto queste si formano in ambiente ossidante come combinazione tra componenti organici con anelli aromatici e cloro; nella camera di reazione l'ambiente è povero di ossigeno e ricco di idrogeno pertanto il cloro dovrebbe in tal caso reagire con l'idrogeno e formare HCl evitando che vada a fissarsi ai precursori delle diossine. Anche nei casi in cui le diossine sono già presenti nel prodotto caricato, è presumibile che la lunga esposizione alla temperatura di reazione e l'atmosfera riducente ne comportino la scomposizione in composti più semplici.

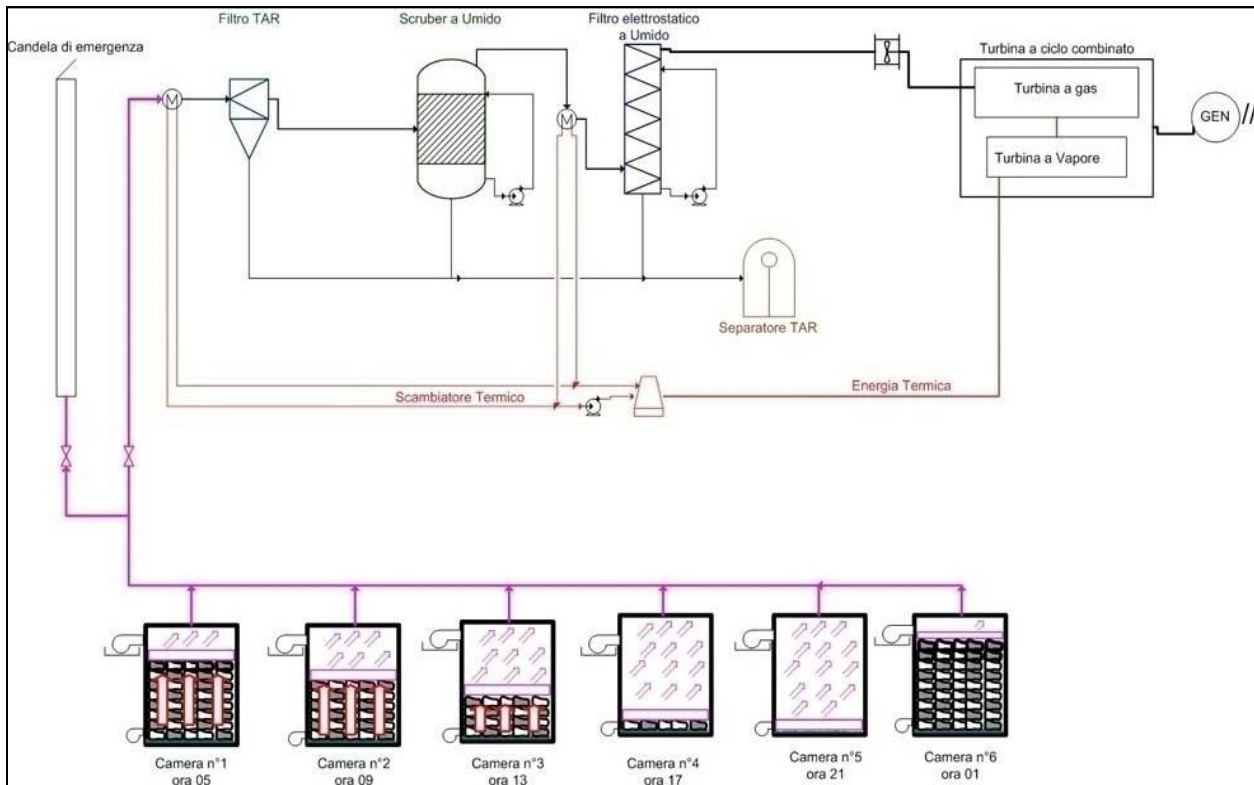
Il gas di sintesi purificato è utilizzabile in impianti già funzionanti, in sostituzione o in aggiunta al gas naturale di origine fossile senza alcuna modifica delle emissioni in atmosfera.

Un impianto di Dissociazione Molecolare, essendo costruito con una tecnologia modulare, può avere dimensioni estremamente variabili, ed essere in grado di soddisfare le esigenze di piccole e grandi realtà.

La soluzione impiantistica prevede la realizzazione di un sistema per la produzione di SynGas attraverso la tecnologia della Dissociazione Molecolare, ed il suo successivo utilizzo, dopo un adeguato trattamento in sistemi di filtrazione, finalizzato alla produzione di energia Elettrica e Termica.

**Il sistema è composto da 4 sezioni:**

1. Un gruppo di celle di Dissociazione Molecolare
2. Un sistema per il filtraggio del SynGas
3. Un sistema di produzione di energia
4. Un sistema elettronico di controllo



Un impianto per lo smaltimento di 60.000 ton/giorno (circa 50.000 abitanti) di rifiuto solido urbano, può essere realizzato su un'area non superiore ai 2500 mq.

I vantaggi legati alla possibilità di avere un impianto energeticamente efficiente, multicombustibile, dimensionabile e scalabile in funzione delle esigenze consente:

- di poter gestire sia rifiuti che biomasse
- di diminuire in modo consistente i costi ed il traffico legati al trasporto dal luogo di raccolta a quello di smaltimento del materiale organico
- di dimensionare l'impianto in funzione delle esigenze reali
- di rendere effettivamente utilizzabile, dal punto di vista energetico, non solo l'energia elettrica, ma anche l'energia termica prodotta dal sistema

Il basso impatto ambientale e le dimensioni ridotte consentono inoltre la possibilità di posizionare l'impianto nelle vicinanze di strutture a cui cedere il calore residuo legato al processo di trasformazione elettrico (piscine, palestre, scuole, edifici pubblici o aziende).