

Nuove opportunità nel campo della generazione distribuita a partire da biomasse: il Bio-Olio e la sua applicazione a contributo neutro (come CO₂) per la cogenerazione con motori a ciclo Diesel.

Ing. Irma Cavallotti - Ing. Andrea Carli

ICA – Società di Ingegneria Chimica per l'Ambiente S.r.l.

Sommario

Il presente lavoro illustra una nuova interessante opportunità industriale per la generazione distribuita a partire da biomasse di origine vegetale (Bio-Olio), e quindi con contributo neutro come produzione di CO₂ ai sensi del Protocollo di Kyoto, che è stata sviluppata, realizzata ed oggi anche gestita nel suo pieno funzionamento operativo da una realtà industriale privata nel Sud Italia.

Il lavoro si sofferma in dettaglio sulle caratteristiche di innovazione tecnologica che presenta l'impianto realizzato in Puglia (a Monopoli per la precisione), e valuta inoltre con attenzione tutti gli aspetti legati alla mitigazione dell'inquinamento ambientale da esso derivante, in particolare per quanto riguarda la componente atmosferica (emissioni nocive di macro e micro-inquinanti).

1. Introduzione

Il Libro Bianco della Comunità Europea (EU White Paper) prospetta e richiede che entro il 2010 il 10% dell'energia elettrica prodotta in Europa provenga dall'utilizzo di fonti rinnovabili.

Inoltre il Protocollo di Kyoto, nell'evidente tentativo di ridurre il più possibile le emissioni di CO₂ prodotte dai singoli paesi firmatari (e più in generale da tutti i paesi del mondo), suggerisce e richiede soluzioni sostenibili da punto di vista ambientale (produzione di gas serra) per la produzione di energia.

Le biomasse, intese in senso lato come fonti di energia rinnovabile genericamente classificate come biomassa (legno, scarti di legname e derivati, paglia e fieno, olii vegetali, residui di lavorazioni agricole, ... - si veda in seguito per un elenco esaustivo del termine) rappresentano sicuramente una di quelle soluzioni sostenibili di cui sopra, in particolare laddove s'inseriscono in un contesto locale di produzione che ne limiti il trasporto entro una certa distanza che potremmo definire anch'essa come sostenibile, cioè una distanza per il conferimento del combustibile all'impianto di produzione di energia che non superi quella massima che comporterebbe, proprio a causa del relativo trasporto, un'emissione di CO₂ pari o superiore a quella risparmiata con l'utilizzo della biomassa come combustibile nell'impianto di produzione di energia.

Proprio per questo motivo quindi, le biomasse, fatti salvi gli inevitabili fattori di scala validi per gli impianti di produzione di energia, rappresentano una soluzione sostenibile per la generazione **distribuita**, e se possibile il loro utilizzo deve essere incentivato al fine di rendere sostenibili anche economicamente soluzioni industriali che, appunto, ambientalmente sostenibili lo sono già.

2. Relazione

2.1 Biomasse viste nell'ottica del Protocollo di Kyoto

In particolare, come già in parte anticipato, seguendo la Decisione della Commissione Europea del 29/01/2004, che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della Direttiva 2003/87/CE, le biomasse sono considerate neutre in termini di CO₂ e ad esse si applica quindi un fattore di emissione pari a zero.

Si riportano qui di seguito, a titolo esemplificativo, la definizione di biomassa e vari materiali che sono considerati biomasse ai fini dell'applicazione delle suddette linee guida; si noti in aggiunta che la torba e le frazioni fossili dei materiali elencati non sono considerati biomasse.

- 1) Piante e parti di piante, tra cui:

paglia	foglie, legno, radici, ceppi, corteccia,
fieno ed erba	colture, ad esempio mais e triticale.

- 2) Rifiuti, prodotti e sottoprodotti da biomasse, tra cui:

scarti di legname industriale (scarti di legname provenienti da operazioni di lavorazione e trasformazione del legno e dall'industria dei materiali lignei),	legno usato (prodotti usati composti da legno, materiali lignei) e prodotti e sottoprodotti delle operazioni di trasformazione del legno,	rifiuti a base di legno delle industrie della carta e della pasta per carta, ad esempio il liscivio nero,
residui della silvicoltura	farine, grassi, oli e sego ricavati da animali, pesci e alimenti	residui primari provenienti dalla produzione di alimenti e bevande
- letame,	residui di piante agricole,	fanghi di depurazione
biogas prodotto dalla digestione, fermentazione o gassificazione di biomasse	fanghi portuali e altri fanghi e sedimenti provenienti da corpi idrici	gas di discarica

- 3) Frazioni di biomassa di materiali misti, tra cui:

la frazione di biomassa dei relitti galleggianti provenienti dalla gestione dei corpi idrici,	la frazione di biomassa dei residui misti provenienti dalla produzione di alimenti e bevande,	la frazione di biomassa dei materiali composti contenenti legno,
la frazione di biomassa dei cascami tessili,	la frazione di biomassa della carta, del cartone e del cartone accoppiato,	la frazione di biomassa dei rifiuti urbani e industriali,
la frazione di biomassa dei rifiuti urbani e industriali trattati.		

- 4) Combustibili i cui componenti e prodotti intermedi sono stati tutti prodotti a partire da biomasse, tra cui:

bioetanolo,	biodiesel,	bioetanolo trasformato in ETBE
biometanolo,	biodimetilere,	bio-olio (olio combustibile da pirolisi) e biogas.

Definizione di "biomassa", materiale organico non fossilizzato e biodegradabile avente origine da piante, animali e microrganismi.

In tale definizione sono inclusi anche i prodotti, sottoprodotti, residui e rifiuti dell'agricoltura, della silvicoltura e dei settori collegati, nonché le frazioni organiche non fossilizzate e biodegradabili dei rifiuti industriali e urbani.

La biomassa comprende anche gas e liquidi recuperati provenienti dalla decomposizione di materiale organico non fossilizzato e biodegradabile. Quando viene bruciata per produrre energia, la biomassa prende il nome di combustibile da biomassa;

2.2 L'impianto di Monopoli (BA)

L'impianto di Monopoli, progettato e realizzato dalla società ItalGreen Energy per conto del gruppo Casa Olearia Italiana, rappresenta innanzitutto il più grande impianto al mondo per la generazione di energia con motori a ciclo Diesel funzionante con Bio-Olio vegetale; esso infatti si basa su una configurazione impiantistica caratterizzata da 3 motori (tipo Wartsila 18V32) di potenzialità pari ad 8 MWe ciascuno, ed è quindi in grado di produrre complessivamente fino a 24 MWe di energia (sotto forma mista come cogenerazione CHP).

Lo scopo principale dell'impianto, completato e messo in marcia nel 2004 (per i primi due motori, mentre il terzo è stato installato nel 2005) all'interno di un complesso industriale che raffina olii vegetali, è di produrre energia "verde" da fonti rinnovabili (il bio-olio appunto, derivante per la maggior parte dai processi di lavorazione della raffineria della Casa Olearia Italiana) che viene trasferita sul mercato elettrico nazionale, oltre che di generare vapore ed energia per gli usi interni del complesso industriale stesso.

L'energia elettrica ceduta alla rete gode in particolare dell'incentivazione derivante dal meccanismo dei Certificati Verdi, incentivo che sta stimolando ed incoraggiando numerosi imprenditori attivi nel settore delle energie rinnovabili e degli olii vegetali, come la Casa Olearia Italiana, a farsi promotori di iniziative industriali volte a rendersi maggiormente indipendenti da un punto di vista energetico da una parte, ed a realizzare impianti per la produzione di energia "verde" che inoltre consentono un ritorno sull'investimento abbastanza rapido, proprio grazie alle forme di incentivazione che sono state sviluppate e messe a punto sul mercato nazionale dell'energia elettrica.

In particolare poi, da un punto di vista dell'impatto ambientale generato dal nuovo impianto di Monopoli, si è posta particolare attenzione, in fase di progettazione e di realizzazione, al contenimento, secondo le migliori tecnologie disponibili (BAT), delle emissioni di inquinanti in atmosfera prodotti dai motori a ciclo Diesel installati.

Essi infatti sono stati dotati di sofisticati sistemi di abbattimento degli ossidi d'azoto (NO_x) e del monossido di carbonio (CO) basati sulla tecnologia SCR (Selective Catalytic Reduction), sistemi realizzati dalla società tedesca ARGILLON, leader mondiale in questo settore specifico, e che consentono di raggiungere elevate efficienze di abbattimento degli inquinanti suddetti, in particolare superiori al 95% per gli NO_x e superiori al 84% per il CO.

Ne consegue che l'impianto di Monopoli, soprattutto se lo inseriamo correttamente nel contesto geografico del Sud Italia in cui è collocato, rappresenta senza ombra di dubbio un'iniziativa di grande valore e significato da un punto di vista industriale, e propone quanto di meglio la tecnologia possa offrire oggi nel campo della generazione di energia con motori a ciclo Diesel alimentati a biomasse (Bio-Olio).

2.3 La tecnologia SCR (Selective Catalytic Reduction)

Il processo di riduzione catalitica selettiva (SCR) è ampiamente riconosciuto come la migliore tecnologia disponibile per il controllo degli NO_x, in particolare nelle applicazioni in cui è richiesta un'efficienza di abbattimento molto elevata (in generale superiore al 60-70%).

Il processo DeNO_x SCR è basato sul fatto che gli ossidi d'azoto reagiscono facilmente con ammoniaca (agente riducente) per formare azoto molecolare e vapore acqueo in presenza di opportuni catalizzatori.

L'ammoniaca in particolare può essere iniettata nella corrente gassosa da trattare sia partendo da ammoniaca anidra, da ammoniaca in soluzione acquosa, oppure da urea.

I meccanismi di reazione che si realizzano sulla superficie del catalizzatore possono essere essenzialmente schematizzati nel modo seguente:

- $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2 \text{NH}_3 \rightleftharpoons 2 \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- $4 \text{NO} + 4 \text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NO}_2 + 4 \text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 3 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$



Sulle reazioni descritte si può osservare come la prima sia quella caratterizzata dalla cinetica più rapida (fino a 10 volte superiore), mentre la seconda è quella che può essere considerata la più importante, in quanto gli ossidi d'azoto sono tipicamente composti per il 90 - 95 % da NO e solo per il 5 - 10 % da NO₂.



In particolare le reazioni descritte avvengono in maniera significativa con temperature comprese nel range 150 + 450 °C; la minima temperatura operativa per il reattore catalitico è limitata dalla presenza di SO₃ nei gas da trattare (che dipende essenzialmente dal contenuto di zolfo nel combustibile), in quanto tale sostanza può reagire con l'ammoniaca presente nei gas formando bisolfato d'ammonio, che precipita e aderisce facilmente alle superfici metalliche al di sotto di una certa temperatura.

Per questo motivo, nonostante i catalizzatori utilizzati siano estremamente selettivi, è necessario controllare, in particolare a livello di design della composizione del catalizzatore, una delle possibili reazioni secondarie del processo:

- $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$

Sempre nell'ottica di controllare gli eventuali problemi derivanti dalla formazione di bisolfato d'ammonio, un altro parametro importante da considerare è il cosiddetto "slip" di ammoniaca cioè la quantità di NH₃ residua a valle del catalizzatore, che comunque risulta molto ridotta nel processo SCR (al contrario di quanto possa avvenire nel processo SNCR) ed è facilmente controllabile fino a concentrazioni dell'ordine di 1 ppm.

I catalizzatori per il processo DeNO_x SCR sono tipicamente costituiti da una composizione a base di TiO₂ (materiale di supporto), WO₃ (elemento acido per favorire l'adsorbimento dell'ammoniaca) e V₂O₅ (elemento attivo); è importante sottolineare come la composizione e la geometria del materiale catalitico (a nido d'ape oppure a piastre) devono essere di volta in volta specificatamente studiati in base all'applicazione in esame.

Anche la vita utile del catalizzatore può variare sensibilmente a seconda dell'applicazione, ed in particolare dipende essenzialmente dalla composizione dei gas con cui viene a contatto, e quindi dal tipo di combustibile che origina la combustione.

In ogni caso, una volta che l'attività del catalizzatore è sensibilmente diminuita, è necessario procedere ad una sua sostituzione, con un impatto economicamente piuttosto rilevante sui costi di gestione dell'impianto, oppure pensare ad un innovativo processo di rigenerazione del catalizzatore, che sta riscuotendo un successo significativo in quanto caratterizzato da risultati tecnici molto validi ad un costo decisamente più ridotto.

Il processo di rigenerazione **ReCat™** ha particolari peculiarità che si riassumono semplicemente in tre azioni distinte: Rimozione, Rigenerazione e Creazione:

1. Rimozione: Rimuove i depositi, le sostanze chemi-assorbite e gli ioni presenti sul catalizzatore.
2. Rigenerazione: Riattiva e rende disponibili i vecchi centri attivi del catalizzatore
3. Creazione: Crea nuovi centri attivi sul catalizzatore

Sulla base dell'esperienza sino ad ora accumulata si può sicuramente affermare che la rigenerazione del catalizzatore può essere condotta più volte sul medesimo catalizzatore.

La completa rigenerazione e quindi il raggiungimento dell'attività iniziale del catalizzatore mediante la tecnologia **ReCat™** è stata provata in molti casi applicativi ed è stato possibile stabilire che il limite di trattamento rigenerativo è dettato più che altro da aspetti meccanici e non chimico-fisici. L'applicazione della tecnologia **ReCat™**, a catalizzatori che altrimenti dovrebbero essere completamente sostituiti da catalizzatori nuovi, consente un significativo risparmio in termini di costo d'investimento dell'impianto.

La sostituzione di un catalizzatore usato con un catalizzatore nuovo comporta infatti una spesa di ben tre volte superiore a quella relativa all'applicazione della tecnologia di rigenerazione.

3. Conclusioni

Nel contesto energetico nazionale, caratterizzato purtroppo ancora da una scarsa presenza di impianti di generazione che utilizzano fonti rinnovabili come le biomasse, soprattutto se ci confrontiamo ai nostri cugini spagnoli ed ancora di più nei confronti dei nostri vicini austriaci e tedeschi, l'opportunità colta dalla Casa Olearia Italiana mostra come sia possibile oggi coniugare l'esigenza di produrre energia secondo i principi del protocollo di Kyoto con quella di realizzare impianti industriali che consentano comunque economie di scala e benefici non solo economici ma anche a favore di esigenze produttive come quella di un complesso industriale che raffina olii vegetali.

In quest'ottica, la possibilità di generare energia elettrica in modo tecnicamente affidabile (con motori ad elevata affidabilità come quelli a ciclo Diesel) e con significative prestazioni in termini di efficienza energetica, come dimostrato dall'impianto di Monopoli, si applica in maniera ambientalmente sostenibile con l'utilizzo di un combustibile "verde" come il Bio-Olio e tramite l'adozione delle migliori tecnologie disponibili per il contenimento delle emissioni di inquinanti all'atmosfera come la tecnologia DeNO_x SCR.

Si auspica che iniziative come quella di Monopoli si possano ripetere con sempre maggiore frequenza nell'asfittico panorama nazionale delle fonti rinnovabili, riuscendo quindi, una volta per tutte, a modificare la percezione che i cittadini hanno verso questo tipo di impianti, e magari addirittura ad eliminare dal territorio italiano la ben nota "sindrome Nimby" che tanto ha nuocuto al panorama industriale ed energetico del nostro paese.