

Attualità

QUALI ENERGIE PER L'INDUSTRIA E LA MOBILITÀ DI DOMANI

Carlo Giavarini

già Prof. Ordinario di Tecnologia del Petrolio e Petrolchimica

SITEB

L'energia cosiddetta "pulita o verde" può prodursi in vari modi, alcuni dei quali in uso già da tempo. Oggi si punta soprattutto su vento, biomasse e sole. Un vettore energetico a cui si dà molta importanza è l'idrogeno che dovrebbe essere prodotto, anziché da metano, per elettrolisi dell'acqua, con ricorso a energie rinnovabili. Soprattutto le maggiori società petrolifere, che hanno tagliato i loro investimenti nell'oil & gas, cercano di "reinventarsi" rivolgendo le proprie attività verso la produzione di energie rinnovabili. Anche Eni è coinvolta in un grande progetto eolico nel mare del Nord. Il presente articolo cita alcuni importanti progetti, in corso o approvati, per la produzione di biocombustibili per l'autotrazione, per gli aerei e per le reti ferroviarie. Molti grandi gruppi industriali scommettono oggi sull'idrogeno che, nel giro di qualche anno, potrebbe mettere in crisi la mobilità elettrica, la cui diffusione è però incentivata da vari governi. È difficile, in una situazione in forte e rapida evoluzione, fare delle previsioni a lungo termine. Tutti i sistemi energetici attualmente in sviluppo hanno aspetti positivi e negativi. È molto probabile che ancora per qualche decennio i combustibili fossili, in primis metano e poi petrolio, giochino un ruolo, pur ridotto ma non secondario, in campo chimico e della mobilità.

Energy Choices for Tomorrow Industry and Mobility

The so called "green energy" is produced in many ways; some of them, such as hydroelectric generation, are well known and already being utilized. Today, wind, sun and biobased materials (biomass) are especially common. The energy carrier hydrogen, produced by water electrolysis, is shaping up as a game-changer in the fight against climate change. The oil majors are underpinning new strategies to "reinvent" their old oil and gas companies by shifting to renewable power. This article reports on some important projects regarding the production of different types of biofuels for automotive, aircraft and rail industries. Numerous projects are devoted to electrolytic "green" hydrogen production by using wind and solar energy. It is difficult to make forecasts for the long term, owing to the fast-changing present situation. All energy production systems have positive and negative aspects. We estimate that fossil fuels (methane first, and crude oil second) will still play a reduced but not secondary role for some decades, in the chemistry and mobility sectors.

Le energie rinnovabili per l'industria e per i trasporti

L'energia cosiddetta "pulita o verde" può prodursi in vari modi, alcuni dei quali in uso già da tempo, come, ad esempio, tramite le centrali idro-elettriche e geo-termiche, sistemi che però hanno limiti di disponibilità ambientale e geografica. Oggi si punta soprattutto sul vento, sulle biomasse e sul sole. Il potenziale contributo energetico di quest'ultimo è di gran lunga superiore a quello di tutti gli altri sistemi (Fig. 1). Il sole può essere sfruttato tramite sistemi a concentrazione e mediante tecnologie fotovoltaiche. I primi realizzano la focalizzazione della

radiazione solare su appositi ricevitori (parabole); le aree dove è possibile sfruttare questa tecnologia, che sfrutta la sola componente diretta della radiazione e non quella diffusa, si trovano in gran parte in Paesi “caldi”, emergenti o in via di sviluppo. Le tecnologie fotovoltaiche hanno più possibilità geografiche, ma perché possano diventare una fonte energetica significativa a livello industriale occorre un notevole progresso tecnologico e una forte riduzione dei costi.

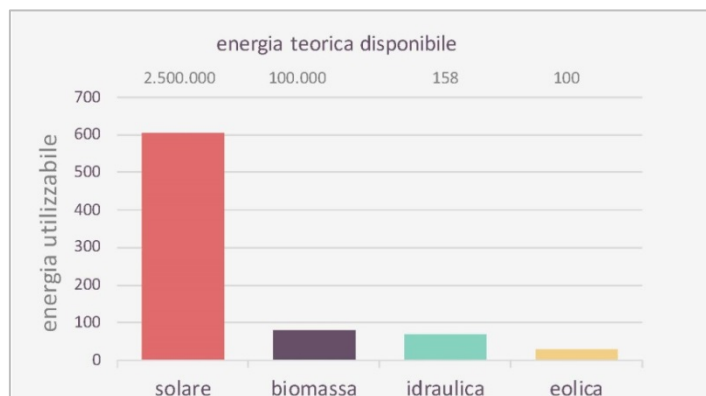


Fig. 1 - Potenzialità delle principali fonti di energia rinnovabile (Solar Millennium AG, 2003)

Da millenni l'energia eolica ha fornito la forza propulsiva alle navi e ai mulini a vento, per cadere in disuso con l'avvento dei combustibili fossili. Per poter essere sfruttata, questa energia necessita di investimenti inferiori rispetto alle altre rinnovabili ed è particolarmente fruibile nelle zone temperate, dove si trova la maggior parte delle Nazioni industrialmente sviluppate; la variabilità rappresenta uno dei suoi svantaggi maggiori.

Con il termine biomassa si intendono tutte le sostanze di origine biologica in forma non fossile utilizzabili a fini energetici e cioè le materie prime vegetali, che costituiscono in natura la forma più sofisticata di accumulo dell'energia solare. Il loro impiego può rappresentare anche una soluzione a problemi di eliminazione di determinati rifiuti. Le alternative per la loro valorizzazione sono essenzialmente due:

- 1) la combustione diretta (o la co-combustione) con produzione di energia termica per riscaldamento o per produzione di vapore e di energia elettrica;
- 2) la trasformazione in combustibili liquidi di particolari coltivazioni, come le specie oleaginose per la produzione di biodiesel e le specie zuccherine per la produzione di etanolo.

La Fig. 2 riporta uno schema riassuntivo delle principali linee produttive basate sull'impiego delle biomasse, dalle quali si può ottenere una vasta gamma di prodotti.

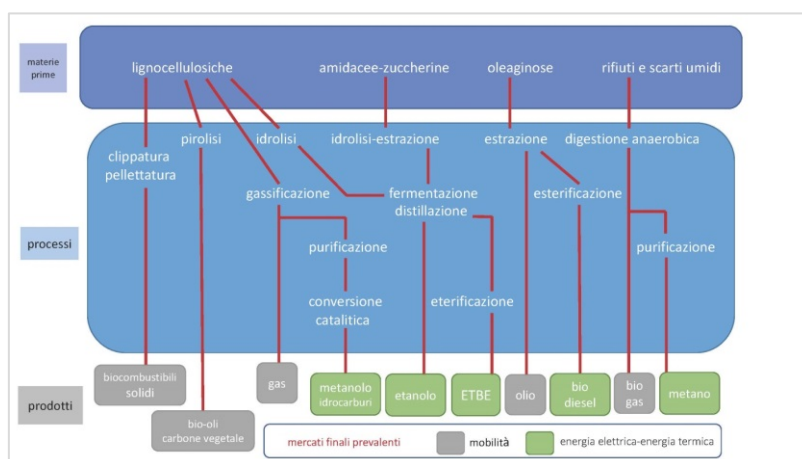


Fig. 2 - Principali filiere di produzione per i vettori energetici da biomasse

L'idrogeno

Un vettore energetico a cui si dà oggi molta importanza è l'idrogeno che, "bruciando", produce teoricamente solo vapor d'acqua. Il metodo ora più impiegato ed economico per produrre l'idrogeno è la reazione catalitica ad alta temperatura del metano con vapor d'acqua (*steam reforming*); il *syngas* ($H_2 + CO$) che si origina viene ulteriormente trattato con vapore per dare in totale tre molecole di H_2 e una di anidride carbonica, a partire da una sola molecola di metano. L'idrogeno si produce anche da carbone e residui petroliferi pesanti, mediante il processo di gassificazione con vapor d'acqua: in questo caso l'idrogeno proviene solo dall'acqua. La produzione da biomasse e rifiuti ricalca quest'ultimo processo di gassificazione; resta il problema dello smaltimento della CO_2 . La produzione per elettrolisi dell'acqua sarebbe la più "pulita", producendo solo idrogeno e ossigeno, ma richiede grandi quantità di energia ed è quindi attualmente anti-economica. Ad essa comunque si punta oggi per la produzione da fonti rinnovabili; in questo caso l'energia necessaria (escludendo quella nucleare) può essere quella idroelettrica (se disponibile), quella eolica o quella solare mediante sistemi a concentrazione o fotovoltaici.

L'idrogeno è già impiegato su vasta scala nell'industria della raffinazione e chimica; la differenza rispetto a un uso energetico è che in genere esso viene consumato subito, senza affrontare i problemi di trasporto, distribuzione e stoccaggio, che non sono semplici. L'idrogeno può essere distribuito e stoccato ad alta pressione o allo stato liquido; lo stoccaggio in fase liquida ha una maggior efficienza volumetrica (e quindi energetica) che lo renderebbe più idoneo all'uso sui veicoli. Restano però i problemi relativi all'energia necessaria per la liquefazione (circa 1/3 del suo contenuto energetico) e alla complessità di maneggiarlo liquido in sicurezza. Il prezzo dell'idrogeno "verde" è ancora molto più elevato di quello da metano e, inoltre, un motore a idrogeno costa più di uno elettrico. Ciononostante, molti grandi gruppi industriali e vari progetti scommettono oggi sull'idrogeno che, nel giro di qualche anno, potrebbe mettere in crisi le auto elettriche.

Le bioraffinerie

Il concetto attuale di bioraffineria è analogo a quello di una moderna raffineria integrata: è una realtà industriale che converte alimentazioni a base di biomasse (anziché di petrolio) in energia e in uno spettro di prodotti utilizzabili come combustibili, carburanti e basi per la chimica. La

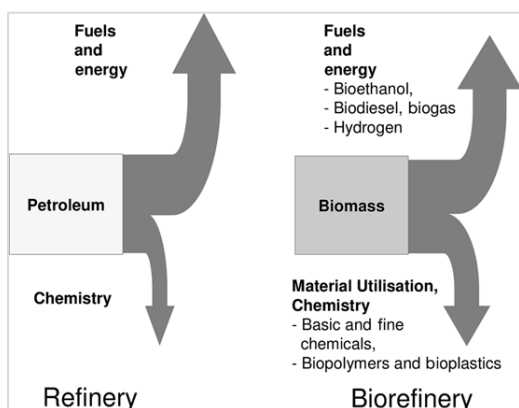


Fig. 3 confronta i principi base di una raffineria di petrolio e di una bioraffineria.

Fig. 3 - Confronto tra i principi base di una raffineria di petrolio e di una bioraffineria (*Biorefineries-Industrial Processes and Products, Vol. I, Wiley, 2007, pag. 17*)

Con un modello più sviluppato e complesso, si può arrivare ad un sistema produttivo del tipo di quello mostrato in Fig. 4. Attualmente le bioraffinerie esistenti, in genere ottenute dalla graduale conversione di raffinerie tradizionali, tendono a produrre soprattutto combustibili e carburanti, come il biodiesel da oli vegetali (soprattutto) e l'alcol etilico da biomasse zuccherine. La bioraffineria del futuro dovrà rassomigliare di più ad un complesso petrolchimico di oggi e produrre una vasta gamma di *chemicals* e prodotti capaci di sostituire

quelli attualmente ottenuti dai combustibili fossili. La strada però è ancora lunga. La produzione del biodiesel, adottata in prima istanza dalle raffinerie fino ad ora “convertite” non può essere risolutiva, dato anche l’ostracismo verso i motori diesel.

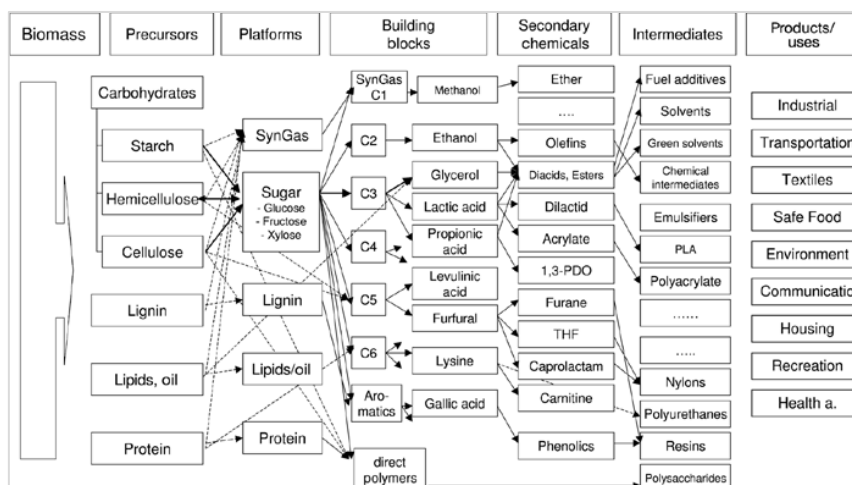


Fig. 4 - Possibile schema di flusso per la produzione di una vasta gamma di prodotti a partire da biomasse (Biorefineries-Industrial Processes and Products, Vol. 1, Wiley, 2007, pag. 23)

Tali raffinerie dovranno prima o poi affrontare anche il problema dell'idrogeno, fino ad ora fornito come sottoprodotto del *reforming* delle benzine. Non è poi chiaro come esse potranno movimentare e disporre di enormi quantità di biomasse vegetali, per convertirle in tutta una serie di prodotti chimici, intermedi e finiti (come ad esempio materie plastiche, gomme, fibre, ecc.), senza contare lo smaltimento degli inevitabili sottoprodotti. Va altresì ricordato che oggi il ritmo di crescita della deforestazione è impressionante; secondo uno studio dell'Istituto israeliano Weizmann per le Scienze, negli ultimi due secoli la biomassa vivente del mondo vegetale e animale si è dimezzata ed è stata ora superata quantitativamente dai prodotti dell'uomo.

Gli attuali progetti in cantiere o già approvati

Come detto, molte raffinerie stanno parzialmente convertendo i loro impianti verso la produzione di biocombustibili, soprattutto biodiesel. La produzione di bioalcol (in sostituzione parziale o totale della benzina) è da molto tempo avviata in Brasile, negli Stati Uniti e in altri Paesi, in genere da Società di origine non petrolifera. Va ricordato che questi prodotti godono in genere di agevolazioni fiscali. Esistono però nuovi ambiziosi progetti di vario tipo. Molto attiva in questo campo è la Società statale finlandese Neste Oyj, considerata attualmente leader nella produzione di biodiesel e di carburanti *green* per aerei, con una produzione attuale di 3,2 milioni di t/a. Va detto che nel 2011 la Neste è entrata nel *Hall of Shame* di Greenpeace perché ritenuta corresponsabile della deforestazione delle foreste pluviali, da cui ricavava l'olio di palma per il suo biodiesel. Con la sua collaborazione, la maggiore compagnia aerea giapponese All Nippon Airways (ANA) è diventata la prima compagnia ad usare estesamente un carburante sostenibile per aerei, per il momento nei voli in partenza dal Giappone. La Commissione Europea sta considerando l'imposizione di limiti per le compagnie aeree, che dovranno usare una quantità minima di combustibili verdi (5% entro il 2030 e 60% entro il 2050).

L'attività maggiore sembra però svilupparsi nel campo dell'idrogeno; citiamo alcuni progetti. Siemens Smart Infrastructure e Wun H₂ GmbH hanno firmato un contratto per costruire, a partire dal 2021, uno dei più grandi impianti di idrogeno, nel Nord della Baviera in Germania; l'impianto si baserà su un processo elettrolitico alimentato da energie rinnovabili. È previsto

che a regime possa fornire fino a 2000 t/a di H₂. Sempre in Germania, presso la raffineria di Lingen (nel Nord-Ovest), la BP e il gruppo danese Orsted costruiranno un impianto elettrolitico di idrogeno, usando l'energia eolica prodotta nel Mare del Nord; è questo un esempio di integrazione nel ciclo tradizionale di raffineria. BP ha l'ambizioso programma di espandere la sua produzione di idrogeno "verde" fino ad avere una quota di mercato del 10% nel 2030. Investimenti consistenti in impianti per la produzione di idrogeno verde sono in programma in Australia (tre H₂ *hub*, nel Sud) e in Malesia, da parte della compagnia di stato Petronas. Il Giappone ha l'ambizioso programma di introdurre l'idrogeno come maggior risorsa energetica entro il 2030, in sostituzione del nucleare.

Eni ha annunciato un mega-progetto eolico offshore, avendo acquisito il 20% del progetto *Dogger Bank*. Il progetto prevede l'installazione di 190 turbine eoliche di ultima generazione da 13 MW ciascuna, a una distanza di oltre 130 km dalle coste britanniche. A regime, *Dogger Bank* (3,6 GW) sarà il progetto eolico più grande del mondo, in grado di produrre energia rinnovabile pari a circa il 5% della domanda del Regno Unito.

Relativamente ai trasporti, l'idrogeno è stato preso in considerazione da tempo per gli autoveicoli e, più recentemente, anche per il trasporto su rotaia. La casa automobilistica Hyundai ha presentato ai suoi clienti svizzeri i primi 7 autocarri ad idrogeno, parte di un lotto di 50 simili mezzi per l'Europa. Le ferrovie italiane (FS) hanno stretto un accordo con la Snam, primo gruppo europeo nel trasporto del gas, per studiare la possibilità di impiegare l'idrogeno per la propria rete di trasporti. La Siemens Mobility e le ferrovie tedesche (*Deutsche Bahn*) hanno iniziato lo sviluppo di treni elettrici alimentati da *fuel cell* ad idrogeno; il nuovo prototipo potrà essere rifornito in 15 minuti, avendo una autonomia di 600 km a 160 km/ora.

L'auto elettrica è già una realtà, anche se fino ad ora la sua diffusione, pur accelerata ultimamente, è stata relativamente limitata. Alcuni Paesi stanno spingendo verso questo tipo di mobilità: un esempio è la Danimarca che vuole avere 775.000 auto elettriche entro il 2030, su un totale di 2,5 milioni di auto; attualmente le auto elettriche danesi sono 20.000. In Danimarca dovrebbe sorgere anche il primo impianto commerciale di produzione dell'ammoniaca, in grado di fornire almeno 500 t/a di ammoniaca da energie rinnovabili; questo, quando realizzato, aprirebbe la strada alla filiera dei fertilizzanti da rinnovabili.

Conclusioni

È difficile, in una situazione in forte e rapida evoluzione, fare delle previsioni a lungo termine. Tutti i sistemi energetici attualmente in sviluppo hanno aspetti positivi e negativi. L'auspicata diffusione planetaria della mobilità elettrica richiederebbe grandi quantità di questa energia ed è improbabile che tutta possa essere fornita da fonti rinnovabili. Non dobbiamo dimenticare che anche molti Paesi in via di sviluppo contribuiranno sempre più all'aumento del fabbisogno globale di energia. Anche lo sviluppo di energie e prodotti da biomasse vegetali presenta dei limiti e molte controindicazioni, che già stanno emergendo. L'idrogeno verde potrà avere un suo spazio nello scenario energetico e della mobilità se verrà ridotto, come possibile, il suo costo di produzione. L'Europa sembra al momento puntare molto sull'energia eolica "marina", soprattutto quando verranno messe a punto le turbine eoliche galleggianti. Molti Paesi delle fasce equatoriali e limitrofe potranno (col tempo) realizzare grandi impianti solari a concentrazione, in grado di fornire notevoli quantità di energia. La completa trasformazione verso bioprocessi integrati in molte raffinerie non sembra essere così semplice e immediata. Tutto ciò senza contare gli alti costi da affrontare nella lunga fase di transizione. Molte iniziative sono comunque in corso e nuove se ne aggiungono quasi ogni giorno. È però probabile che ancora per qualche decennio i combustibili fossili e i loro derivati chimici giochino un ruolo, pur ridotto ma non secondario, in campo chimico e della mobilità.