

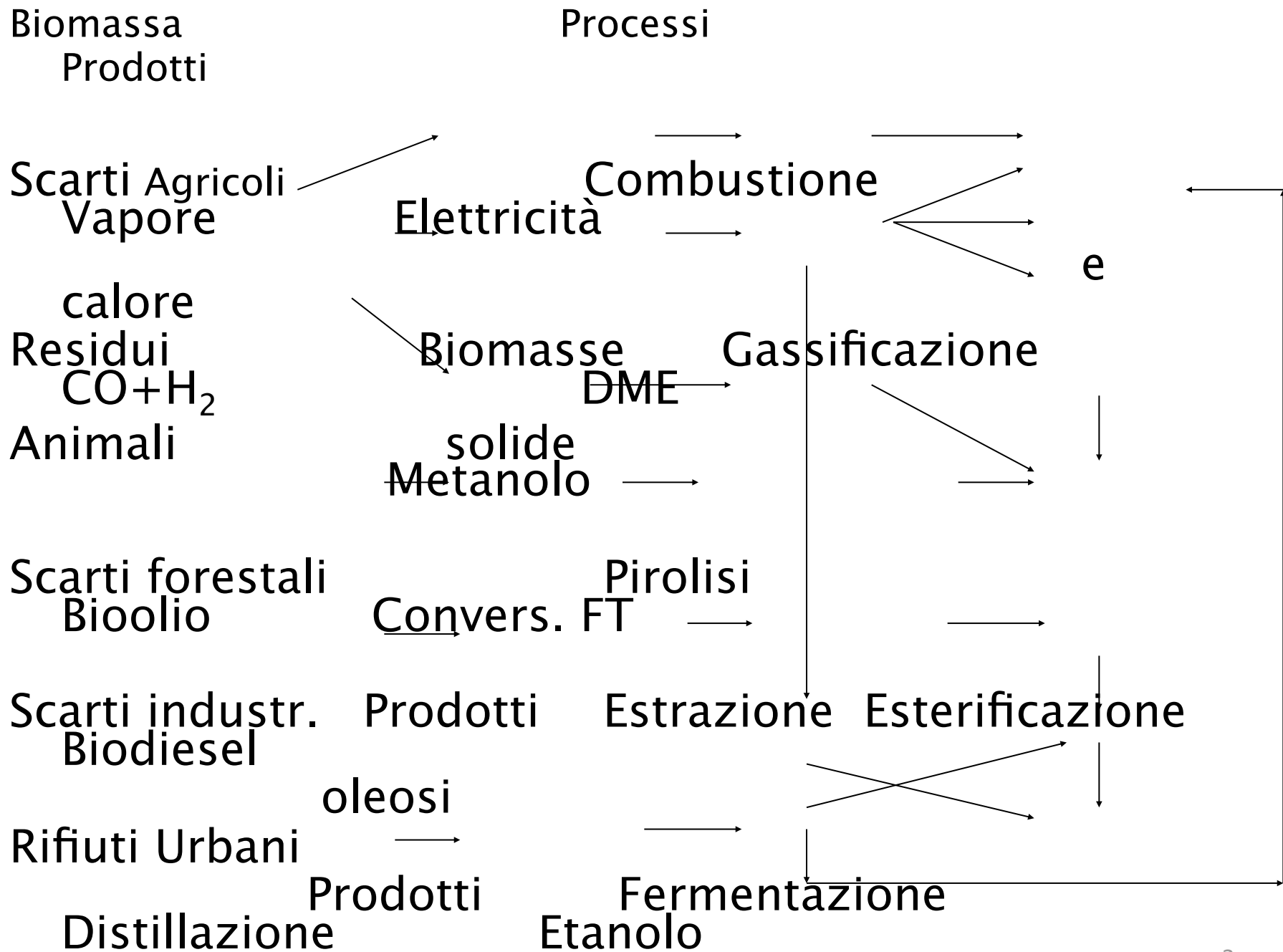
**“Le biomasse: una risorsa energetica rinnovabile e
programmabile”
Convegno ATI/Megalia**

Tecnologie per le biomasse

**Ugo Farinelli
AIEE – Associazione Italiana**

Le biomasse: molte tecnologie diverse

- Le biomasse non sono “una” tecnologia energetica, ma un insieme di tecnologie diversissime tra di loro che partendo da tutta una serie di materie prime differenti (sottoprodotti di coltivazioni agricole o attività di allevamento, residui e rifiuti agricoli, industriali, forestali, urbani e marini, colture energetiche dedicate...) arrivano a prodotti energetici diversi: calore, elettricità, combustibili liquidi e gassosi.



Non sono una novità

- Due secoli fa le biomasse erano la principale fonte di energia a livello mondiale
- Oggi sono ancora la fonte prevalente di energia per un miliardo e mezzo di persone
- Mentre sono una enorme risorsa energetica molto sottoutilizzata, sono anche fonte di problemi gravi come l'inquinamento in-door nei paesi in via di sviluppo, la desertificazione e la competizione con la produzione di cibo.

Sono una risorsa rinnovabile? Sostenibile?

- La concezione prevalente che l'uso delle biomasse riduce l'emissione di gas-serra (perché la CO₂ prodotta equivale a quella assorbita dalle piante per la loro crescita) è ottimistica perché la produzione di biomassa è parte di un processo (agricolo e industriale) molto più vasto in cui intervengono molti contributi energetici non rinnovabili.
- L'analisi energetica va fatta su tutto il ciclo di vita del processo, ed è un'analisi complessa, le cui regole di base sono state fissate a livello comunitario ma la cui applicazione è tutt'altro

Sono una risorsa programmabile?

- Rispetto alle fonti rinnovabili “aleatorie” come il vento e il sole, la biomassa è una risorsa largamente programmabile, potendosi immagazzinare (sia pure con qualche costo) sia la materia prima sia i prodotti intermedi. Nei piani energetici che si basano su una percentuale molto elevata di contributi delle fonti rinnovabili (come quelli tedeschi e inglesi) la biomassa costituisce un complemento importante

Le tre generazioni di tecnologie per le biomasse

- A livello mondiale, la massima priorità va al rinnovo delle tecnologie tradizionali (come i fornelli per la cottura dei cibi nelle zone rurali dei PVS, che hanno effetti disastrosi sulla salute).
- Nei paesi industriali (e in quelli emergenti) si usa oggi parlare di tecnologie di prima, seconda e terza generazione per l'uso energetico delle biomasse.

Le tecnologie di prima generazione: la co-combustione

- La tecnologia più semplice è la “co-combustione” di biomassa nelle centrali termoelettriche a carbone. Per percentuali di biomasse non superiore il 10% non sono necessarie modifiche importanti di impianto, i rendimenti possono essere elevati, ed è previsto (in particolare in USA e in UK) di utilizzare biomasse in centrali progettate per la cattura e stoccaggio della CO₂ (CCS) in modo da avere un contributo negativo alla produzione di gas-serra. In Italia la scarsità

Cogenerazione da cippato di legna; produzione di biogas

- Positivi risultati sono stati raggiunti in Italia (specie del nord) con impianti di cogenerazione e teleriscaldamento di dimensioni modeste alimentate con scarti legnosi.
- Diffusa da tempo e in buona crescita in Italia la produzione di biogas per fermentazione anaerobica, specie per impianti di allevamento. Il biogas può essere usato in loco per produrre calore e/o elettricità o

Un'occasione rinviata: la gassificazione

- La gassificazione della biomassa potrebbe offrire rendimenti più elevati per la produzione elettrica (anche con cicli combinati) e accettare una ampia gamma di materie prime di partenza.
- Tuttavia, nonostante i notevoli progressi ottenuti in questo campo, il costo dell'impianto è ancora eccessivo, e gli impianti di gassificazione hanno finora avuto una diffusione limitata.

I biocarburanti

- L'altro fronte delle biomasse è quello della produzione di biocarburanti per il settore trasporti:
- il bioetanolo a partire da piante zuccherine o da cereali (per fermentazione e distillazione) per i motori a ciclo Otto, e
- il biolio o biodiesel dalle piante oleaginose per sostituire o integrare i carburanti per motori Diesel

Il programma Pro-Alcool

- Le analisi di ciclo di vita dei programmi finora attuati di produzione di biocarburanti salvano solo quello brasiliano, il ProAlcool, iniziato pionieristicamente fin dal 1975. Oggi la produzione di etanolo per auto a partire dalla canna da zucchero si regge economicamente senza alcun sussidio, e le auto brasiliane possono funzionare con una miscela di benzina ed etanolo in qualsiasi proporzione (“flexifuel”), e molto etanolo viene esportato.
- Proalcool ha fatto molti progressi, e ancora molti sono in programma, ma lo schema non

Tecnologie di seconda generazione

- L'interesse per i biocarburanti è confermato dalla posizione delle compagnie petrolifere, che vedono il loro futuro sempre legato ai liquidi, piuttosto che ai gas o all'elettricità – anche per la maggiore densità di energia ottenibile.
- Un esempio è dato dalle consistenti attività già da lungo tempo condotte in Francia dall'Institut Français du Petrol, IFP, oggi IFP–Energies Nouvelles.

L'idrolisi enzimatica della cellulosa

- Per la produzione di biocombustibili liquidi, piuttosto che la pirolisi (che genera molti sottoprodotti di difficile uso) si punta alla idrolisi enzimatica della cellulosa, seguita da fermentazione.
- Si è così arrivati su scala pilota alla produzione di etanolo a partire da residui o sottoprodotti agricoli (come la paglia) o dai residui forestali.

La via termochimica

- Un'altra soluzione – complementare piuttosto che alternativa all'idrolisi – parte dalla gassificazione della biomassa per produrre gas (ricco di H_2 e di CO) che è il punto di partenza per sintetizzare i liquidi Fischer-Tropsch, che ha le proprietà di un ottimo gasolio utilizzato per i motori Diesel.
- Il processo è dimostrato su piccola scala, ma mancano ancora impianti su grande scala.
- Entrambi questi processi potrebbero partire sia da residui e sottoprodotti, sia da

Le tecnologie di terza generazione

- Mentre si sviluppano le tecnologie di seconda generazione, si possono già fare delle ipotesi sulla generazione che seguirà, le cui tecnologie sono in fase esplorativa.
- Dal punto di vista delle tecnologie di trasformazione, molto interesse è oggi indirizzato al concetto di “bioraffineria”, visto come l’equivalente biologico della raffineria di petrolio.

Le “bioraffinerie”

- La bioraffineria dovrebbe fornire non un solo prodotto, ma un’intera gamma di sostanze per usi diversi: sostituire i prodotti della petrolchimica con bioprodotto, così come si farebbe per il carburante (per esempio fabbricando monomeri dalla cellulosa per via enzimatica per farne plastiche riciclabili).
- Previsioni francesi per il 2020 indicano che prodotti di questo tipo potrebbero sostituire da 10 al 15% dell’approvvigionamento chimico.
- Le bioraffinerie potrebbero valorizzare

La alghe

- Un'altra strada che viene esplorata è la produzione di carburanti a partire dalle alghe, in particolare da microalghe.
- Siamo ancora a livello di laboratorio o di impianto pilota, ma si è già manifestato un interesse industriale anche da parte di grandi compagnie aeree che stanno già sperimentando l'utilizzo di prodotti derivanti dalle alghe in miscela con il kerosene come carburante per i jet, e hanno effettuato

CONVEGNO ATI/Megalia

“Le biomasse: una risorsa energetica rinnovabile e programmabile”

Milano, 29 maggio 2012

“Tecnologie per le biomasse”

Ugo Farinelli

Associazione Italiana Economisti dell'Energia

1. Ruolo della biomassa tra le fonti energetiche rinnovabili

La biomassa si distingue per molti versi dalle altre fonti energetiche rinnovabili (FER). Prima di tutto perché non è *una* tecnologia, ma un insieme di tecnologie diversissime tra di loro, che partono da tutta una serie di materiali di partenza (i prodotti coltivati unicamente per scopi energetici, i sottoprodotti di coltivazioni destinate ad altri scopi prevalenti, i rifiuti e residui agricoli, industriali, forestali e urbani). In secondo luogo, perché l'utilizzo energetico delle biomasse non è una novità: due secoli fa le biomasse erano la principale fonte energetica a livello mondiale, oggi sono ancora la fonte prevalente per una parte importante della popolazione mondiale (anche se raramente può essere considerata una fonte *rinnovabile* o per lo meno *sostenibile*). In terzo luogo, perché l'utilizzo energetico delle biomasse è una parte di un processo molto più vasto (in generale basato sull'agricoltura) in cui intervengono molti altri contributi energetici, in generale non rinnovabili, e solo con un'analisi basata sull'intero ciclo di vita è possibile stabilire se e quale contributo le biomasse diano al bilancio energetico, alla protezione dell'ambiente, alla sicurezza delle forniture energetiche e alla stabilità del clima. Il problema si pone in realtà anche per le altre FER (per esempio quando si calcola la quantità di energia non rinnovabile che viene utilizzata per costruire un impianto fotovoltaico) ma in misura assai minore e più facile da valutare. Infine le biomasse, a differenza della maggior parte delle altre FER, non hanno problemi di aleatorietà e sono accumulabili (generalmente a livello stagionale) e utilizzabili secondo la domanda.

2. Le tecnologie di prima generazione per applicazioni termiche ed elettriche

Accenniamo soltanto a quella che a livello mondiale è per il momento l'obiettivo più importante dei programmi di adeguamento tecnologico nel settore delle biomasse: l'ammodernamento delle tecnologie tradizionali (quali i sistemi di cottura tradizionali con fuochi aperti che hanno conseguenze disastrose sulla salute, specie nelle zone rurali). Questa innovazione è più classificabile come intervento di efficientamento energetico piuttosto che come diffusione di FER, e risulta nel rendere meno insostenibile l'insostenibilità di questo uso della biomassa (con tutte le conseguenze che ha sulla desertificazione). In realtà, un processo di questo genere è in corso, con risultati molto interessanti, nei paesi industrializzati, mediante la sostituzione delle tradizionali stufe a legna e dei caminetti, uno sviluppo che si incomincia a leggere a livello dei bilanci energetici nazionali.

Il modo più semplice e più economico di utilizzare la biomassa per scopi energetici e in particolare per produrre elettricità è la **co-combustione** in centrali termoelettriche funzionanti a carbone. Bruciare una percentuale modesta ma significativa di legna in un moderno impianto a carbone (eventualmente anche fornito di cattura e immagazzinamento dell'anidride carbonica, CCS) non presenta particolari problemi e può essere realizzato con rendimenti elevati. In Italia questa strada ha un interesse limitato per la scarsità di centrali termoelettriche funzionanti a carbone.

Un altro sviluppo che trova positivi esempi di applicazione anche in Italia (specie settentrionale), è quello della realizzazione di impianti di modeste dimensioni, generalmente funzionanti a cippato di legna per **telericaldamento** e soprattutto impianti di produzione combinata elettricità-calore (CHP) con risultati spesso soddisfacenti.

La **gassificazione** della biomassa può consentire rendimenti più elevati (anche con l'utilizzo di cicli combinati) e un più largo uso di tipi diversi di biomasse (specie residui e sottoprodotti); si è però finora diffusa meno del previsto per motivi di costo. E' viceversa in crescita dappertutto, e anche in Italia, l'utilizzo degli impianti per la produzione di **biogas** mediante fermentazione anaerobica. Il gas prodotto (essenzialmente metano) può essere utilizzato sul posto per usi termici ed eventualmente per la produzione di elettricità; oppure può essere (con qualche precauzione) miscelato con il gas naturale nella rete di distribuzione di quest'ultimo. Riportato anche l'uso del biometano in autotrazione. Particolarmente diffusa in Italia è la produzione di biometano in allevamenti animali; importante anche l'utilizzo del metano raccolto dalle discariche di rifiuti urbani, dove si produce per processo spontaneo.

3. Biocombustibili e bilanci energetici

L'altro fronte su cui si è sviluppato l'utilizzo energetico delle biomasse è quello della produzione di biocombustibili, e in particolare di biocarburante per il settore trasporti: essenzialmente produzione di bioetanolo (alcool etilico) a partire da piante zuccherine o a forte contenuto di amido (cereali) per utilizzo in motori ad accensione comandata (Otto), e biodiesel a partire da piante oleaginose. Delle biomasse di prima generazione, praticamente si salva solo il programma Pro-Alcool del Brasile che è stato un pioniere per molti versi (il programma è iniziato nel 1975!), ma che è difficilmente imitabile in altri contesti e con piante diverse dalla canna da zucchero, che rappresenta un vero e proprio record per l'efficienza di fissazione dell'energia solare. Oggi Pro-Alcool in Brasile si regge da solo sul mercato, senza sussidi governativi, e si potrebbe ancora fare di più. La grande maggioranza delle vetture vendute oggi in Brasile sono "flexi-fuel", cioè possono funzionare con un carburante composto da una miscela in qualunque percentuale di alcool etilico e benzina. Il Brasile è anche diventato un grande esportatore di alcool. Molte sperimentazioni sono in corso per aumentare l'efficienza energetica nella produzione, in particolare per aumentare il rendimento nella produzione di elettricità con cicli combinati a partire dalla gassificazione dei residui della lavorazione della canna, la cosiddetta bagassa; per utilizzare meglio l'energia nelle varie fasi del processo di produzione dell'alcool, ma anche per diminuire l'energia necessaria per la coltivazione della canna da zucchero (in particolare la necessità di fertilizzanti).

Sul programma Proalcool si sono sviluppate molte polemiche riguardanti gli aspetti ambientali, la sostenibilità di lungo termine, le destinazioni d'uso del suolo. Oggi queste polemiche si sono molto attenuate, anche perché sono state prese molte misure correttive.

Molto meno difendibili sono altri programmi per la produzione di bioetanolo a partire da cereali (in particolare il mais), messi in piedi soprattutto dagli Stati Uniti ma anche da alcuni Paesi europei. Il motivo è in parte dovuto alla minore efficienza nella captazione e utilizzo della radiazione solare rispetto alla canna da zucchero, ma anche alla grande quantità di energia fossile utilizzata dall'agricoltura, particolarmente negli USA. La produzione di biocarburanti viene a porsi in concorrenza con quella di cibo, e molto spesso le politiche per i biocarburanti sono in realtà delle occasioni per introdurre politiche agricole, in particolare per il sostegno agli agricoltori. E' la preoccupazione per uno scarso ritorno in termini di energia rinnovabile dell'energia fossile spesa per la coltivazione che sono state stabilite a livello dell'Unione Europea e anche a livelli nazionali

delle regole (o quanto meno delle linee-guida) per l'esame delle caratteristiche di sostenibilità della produzione di energia da biomassa. Per sapere quanto veramente della biomassa viene utilizzato in modo sostenibile è necessario esaminare tutto il ciclo di vita del processo, includendo per esempio l'energia che è stata spesa per produrre i fertilizzanti utilizzati nella produzione di biomassa, o l'energia spesa per trasportare la biomassa da un punto all'altro del processo produttivo. Le regole della Commissione (che richiedono che l'efficienza complessiva del processo di produzione di energia sia almeno del 50% per poterlo considerare una FER) sono abbastanza chiare da un punto di vista concettuale ma non facili da applicare (per esempio per quanto riguarda la destinazione d'uso del suolo quando si produce o non si produce biomassa). Un utile lavoro in questo senso è stato svolto in Italia dalla Biofuels Italia (Piattaforma Italiana sui Biocarburanti).

4. Tecnologie di seconda generazione

Anche se la produzione di biocarburanti liquidi a partire da biomasse si qualifica solo in pochi casi come una produzione di carattere rinnovabile, l'interesse su queste tecnologie è molto elevato, soprattutto per l'atteggiamento positivo che a questo riguardo dimostrano le grandi compagnie petrolifere. Queste compagnie, la cui alleanza strategica con le case automobilistiche è alla base del loro successo, vedono il loro futuro (almeno in parte) sempre legato a liquidi (se devono essere "verdi" i biocarburanti) piuttosto che al gas o all'elettricità. Questo indirizzo ha naturalmente una sua giustificazione logica nella densità di energia ottenibile con i biocarburanti che è sostanzialmente la stessa dei prodotti petroliferi) rispetto a quella ottenibile con il gas e soprattutto con le batterie nei veicoli elettrici, almeno fino a che non emergano avanzamenti molto consistenti in questo campo. Un esempio è dato dalle consistenti attività sui biocarburanti svolte in Francia dall'Institut Français du Pétrole, IFP, che ora ha preso il nome di "IFP-Energies Nouvelles".

Per la produzione di biocombustibili liquidi, piuttosto che la pirolisi (che genera molti sottoprodotti di difficile utilizzo) appare oggi interessante la strada dell'idrolisi enzimatica di prodotti cellulósici (seguita a pretrattamenti meccanici o per "steam explosion"), e seguita a sua volta da fermentazione (l'idrolisi enzimatica appare oggi più conveniente economicamente e per la sua flessibilità d'uso rispetto all'idrolisi chimica). Si arriva così alla produzione di alcool etilico (miscelabile alla benzina o suo possibile sostituto) a partire da residui o sottoprodotti agricoli (come la paglia) che contengono soprattutto cellulosa e che non avrebbero utilizzi alternativi, oppure dai residui forestali, la cui produzione è un risultato obbligatorio della gestione sostenibile dei boschi.

In alternativa all'idrolisi della cellulosa, si può seguire una strada termochimica che parte dalla gassificazione della biomassa per produrre un gas ricco di ossido di carbonio e di idrogeno, che può essere utilizzato mediante una sintesi di Fischer-Tropsch per trasformarlo in un liquido (indicato generalmente come FT) che ha le proprietà di un ottimo gasolio utilizzabile per i motori Diesel. Le varie parti di questo processo sono note da tempo e applicate a vari processi chimici, ma manca ancora una dimostrazione su larga scala della catena produttiva che parte dai residui cellulósici per arrivare al biodiesel.

Viene anche presa in considerazione per entrambi questi processi (idrolisi e Fischer-Tropsch) la possibilità di partire oltre che da rifiuti e sottoprodotti, da coltivazioni dedicate alle sole finalità energetiche, essenzialmente da coltivazioni forestali con boschi cedui a cicli di vita brevi ("short rotation forestry") che rispetto ad altre coltivazioni richiedono molto minori input energetici, permettendo così un bilancio complessivo favorevole, specie se la trasformazione in biocarburanti avviene a distanze brevi dai luoghi di produzione della materia prima (la cosiddetta "filiera corta").

5. Le tecnologie di terza generazione

Mentre si stanno ancora sviluppando le tecnologie di seconda generazione di cui abbiamo parlato, vi è già una notevole attività (non solo di laboratorio ma anche in sede industriale) per una successiva generazione, appunto la terza.

Su questa strada sono i concetti di “chimica verde” e di “bioraffineria”. Quest’ultima è vista come l’equivalente biologico della raffineria di petrolio, che fornisce non un solo prodotto ma una intera gamma di sostanze per usi diversi. Potrebbe essere più conveniente, per esempio, sostituire il petrolio con la biomassa nelle applicazioni petrolchimiche che per il carburante (fabbricando monomeri dalla cellulosa per via enzimatica, per farne plastiche riciclabili). Previsioni francesi per il 2020 indicano che prodotti di questo tipo potrebbero sostituire dal 10 al 15% dell’approvvigionamento chimico. L’interesse maggiore di questo approccio potrebbe trovarsi non tanto nella produzione di biocarburanti di vario tipo, quanto nella valorizzazione di sostanze particolari che anche se in quantità minori rispetto ai combustibili hanno valore specifico di mercato molto più elevato.

Un’altra strada che viene esplorata in molti laboratori è quello della produzione di carburanti a partire dalle alghe. Non si tratta di una tecnologia del tutto nuova, tentativi in questo senso erano stati fatti anche trent’anni fa; ma di recente l’interesse – specie per quanto riguarda la produzione e la trasformazione di microalghe. Siamo ancora lontani da una filiera economicamente interessante, e i problemi aperti sono numerosi; ma si è già manifestato un interesse industriale, che per il momento si è manifestato soprattutto nella sperimentazione, da parte di alcune grandi compagnie aeree, dell’utilizzo del combustibile prodotto in miscela con il kerosene come carburante per aviogetti, come è già stato fatto anche per voli di linea. Anche l’utilizzo come carburante per motori diesel viene considerato.