

## Oggetto : Perizia Tecnica

---

I sottoscritti Ing. Giacobbe Braccio, Dr. Vito Pignatelli; Dr.ssa Isabella De Bari, in qualità di tecnici incaricati dalla MG Finanziaria S.p.A., attraverso le controllate italiane:

- a) Biochemtex S.r.l., con sede in Tortona (AL); strada Ribrocca 11;
- b) Italian Bio Products S.r.l., con sede in Tortona (AL); strada Ribrocca 11;
- c) IBP Energia S.r.l., con sede in Tortona
- d) a (AL); strada Ribrocca 11;
- e) Beta Renewables S.p.A, con sede in Tortona (AL); strada Ribrocca 11;

riportano la seguente perizia tecnica riguardante il settore dei biocarburanti di seconda generazione e l'analisi del Gruppo Bio di Mossi & Ghisolfi (società: Biochemtex; IBP Bio Products; IBP Energia; Beta Renewables sintetizzate con l'acronimo "GBIO"), con un focus sugli aspetti di seguito elencati:

1. Introduzione del settore dei biocarburanti: descrizione delle principali tipologie e stato di sviluppo diviso per aree geografiche.
2. Indicazione delle normative sia vigenti che in fase di sviluppo a supporto dello sviluppo dei biocarburanti nelle varie geografiche.
3. Considerazione su altre società che hanno attività nel campo dei biocarburanti comparabili al GBIO, loro attività e stato dello sviluppo.
4. Descrizione delle parti caratteristiche che caratterizzano una azienda del settore (ricerca, tecnologia, ingegneria, vendita, relazioni pubbliche, dimostrazione industriale) e descrizione di queste attività nel GBIO.
5. GBIO. Posizionamento rispetto alla concorrenza (descritta in 3) e analisi dei pregi e dei difetti dell'organizzazione di GBIO.
6. Crescentino. Dettaglio dell'impianto, sue caratteristiche principali e sua importanza per lo sviluppo industriale della tecnologia. Valutazione dell'investimento fatto.
7. Crescentino. Costo di rimpiazzo minimo per chi volesse ad oggi dimostrare la tecnologia dell'etanolo cellulosico su scala industriale (la scala ritenuta necessaria non necessariamente quella di Crescentino).
8. Analisi e valutazione del numero probabile delle licenze vendibili da GBIO nei prossimi cinque anni se viene mantenuta l'unitarietà. Possibilmente una valutazione anno per anno con qualche considerazione a supporto.



## Sommario

1.	INTRODUZIONE DEL SETTORE .....	3
1.1	I biocarburanti: descrizione delle principali tipologie e stato di sviluppo globale .....	3
1.2	I biocarburanti in Europa .....	6
1.3	I maggiori produttori di bioetanolo: Brasile e Stati Uniti .....	7
1.4	I biocarburanti in ASIA .....	7
2.	INDICAZIONE DELLE NORMATIVE VIGENTI ED IN FASE DI SVILUPPO A SUPPORTO DELL'IMPEGNO DEI BIOCARBURANTI NELLE VARIE AREE GEOGRAFICHE .....	9
2.1	Europa .....	9
2.2	Stati Uniti .....	11
2.3	Obiettivi vincolanti o volontari di immissione al consumo di biocarburanti in altri paesi al mondo ....	12
3.	SOCIETÀ CHE HANNO ATTIVITÀ NEL CAMPO DEI BIOCARBURANTI COMPARABILI AL GBIO, LORO ATTIVITÀ E STATO DELLO SVILUPPO .....	14
4.	DESCRIZIONE DELLE PARTI CHE CARATTERIZZANO UNA AZIENDA DEL SETTORE (RICERCA, TECNOLOGIA, INGEGNERIA, VENDITA, RELAZIONI PUBBLICHE, DIMOSTRAZIONE INDUSTRIALE) E DESCRIZIONE DI QUESTE ATTIVITÀ NEL GBIO .....	18
5.	GBIO: POSIZIONAMENTO RISPETTO ALLA CONCORRENZA (DESCRITTA IN 3) E ANALISI DEI PREGI E DEI DIFETTI DELL'ORGANIZZAZIONE DI GBIO .....	22
5.1	Descrizione della tecnologia e delle varianti presenti sul mercato .....	22
5.2	Biochemtex: percorso di crescita e competitors .....	23
5.3	Analisi dei pregi dell'organizzazione di GBIO .....	25
5.4	Analisi dei difetti dell'organizzazione di GBIO .....	25
6.	CRESCENTINO: VALUTAZIONE DELL'INVESTIMENTO FATTO .....	28
7.	CRESCENTINO: COSTO DI RIMPIAZZO MINIMO PER CHI VOLESSE AD OGGI DIMOSTRARE LA TECNOLOGIA DELL'ETANOLO CELLULOSICO SU SCALA INDUSTRIALE (LA SCALA RITENUTA NECESSARIA NON NECESSARIAMENTE QUELLA DI CRESCENTINO) .....	30
8.	ANALISI E VALUTAZIONE DEL NUMERO PROBABILE DELLE LICENZE VENDIBILI DA GBIO NEI PROSSIMI CINQUE ANNI SE VIENE MANTENUTA L'UNITARIETÀ .....	32
8.1	Scenario di lungo termine: potenziali minacce .....	37
8.2	Scenario di lungo termine: potenziale di sviluppo .....	38





# 1. INTRODUZIONE DEL SETTORE

---

## 1.1 I biocarburanti: descrizione delle principali tipologie e stato di sviluppo globale

Con il termine "biocarburanti" si fa riferimento ai carburanti liquidi o gassosi ricavati dalla biomassa utilizzati nei trasporti. Quando gli stessi prodotti vengono impiegati per la generazione di energia elettrica e/o calore si parla più propriamente di "biocombustibili". Biocombustibili e biocarburanti sono considerati una **risorsa rinnovabile**, in quanto la loro produzione si basa essenzialmente su materie prime in grado di rigenerarsi e riprodursi in breve tempo.

Secondo la normativa europea di riferimento (Direttive n. 28/2009/CE, nota come RED II, e 30/2009/CE), **i biocarburanti devono rispettare specifici criteri di sostenibilità**, sia in termini di emissioni di gas ad effetto serra (GHG) prodotti attraverso l'intero ciclo di vita, sia per quel che riguarda l'origine delle materie prime utilizzate per la loro produzione, che non devono provenire da terreni che contengano un elevato stock di carbonio o aree ricche di biodiversità.

Esistono in commercio diverse tipologie di biocarburanti liquidi, con caratteristiche tali da renderli idonei all'impiego, in miscela con la benzina, nei veicoli con motori ad accensione comandata o, mescolati al insieme al gasolio, nei motori Diesel.

A seconda della loro maggiore o minore somiglianza con i carburanti convenzionali di riferimento (benzina o gasolio), le normative vigenti (nell'Unione Europea la Direttiva n. 30/2009, recepita dalla legislazione italiana con il decreto legislativo n. 55 del 31 marzo 2011) fissano percentuali massime di aggiunta nei carburanti erogati dalla rete di distribuzione stradale, percentuali che possono essere però superate nel caso di distribuzione extra-rete, come ad esempio mezzi di trasporto pubblico, raccolta dei rifiuti ecc.

Più recentemente, l'avvio della produzione industriale di biocarburanti cosiddetti "drop-in", sostanzialmente identici agli idrocarburi di origine fossile, e quindi miscelabili con i carburanti convenzionali in qualsiasi proporzione, ha aperto nuove prospettive di impiego dei biocarburanti anche nel settore del trasporto aereo (bio-jet fuel).

I principali biocarburanti liquidi utilizzati, in modo più o meno diffuso, o utilizzabili in prospettiva nel settore dei trasporti sono:

- **Bioetanolo.** L'etanolo viene prodotto tipicamente attraverso la fermentazione di materie prime ricche in zuccheri. E' impiegato come additivo delle benzine e, per le sue caratteristiche chimiche abbastanza diverse da quelle degli idrocarburi (contenuto in ossigeno pari al 35% in peso, completa solubilità in acqua ecc.), viene miscelato in percentuali variabili generalmente dal 5% (Argentina, Canada, India) al 10% (U.S.A. e Unione Europea, fino ad un massimo del 25% per il Brasile. Carburanti con un contenuto in etanolo molto più elevato, fino all'85% in volume (E85), possono essere utilizzate da autoveicoli specificamente progettati per questo tipo di alimentazione, chiamati per questi veicoli "flexfuel". In alcuni paesi, come Svezia, U.S.A. e Brasile, dove le vendite di questo tipo di veicoli hanno eguagliato quelle dei corrispondenti automezzi a benzina, i veicoli flexfuel hanno iniziato a diffondersi già dalla fine degli anni '90, mentre in Italia le problematiche tecniche ed economiche legate alla necessità di realizzare una rete di distribuzione dedicata hanno fortemente limitato l'uso di questa particolare motorizzazione. In Europa e in Italia, comunque, si preferisce non miscelarlo



direttamente alla benzina, ma utilizzarlo sotto forma di ETBE (etere etil-ter butilico) o, in misura molto minore, TAE (etere etil-ter amilico).

- **ETBE.** L'ETBE è un etere ottenuto dalla reazione fra etanolo e isobutene, un sottoprodotto della raffinazione del petrolio. Dal momento che l'etanolo prodotto a partire dalla biomassa prende il nome di bioetanolo, l'ETBE che ne deriva viene anche chiamato bio-ETBE ed è considerato rinnovabile, in accordo con la Direttiva 2009/28/CE, per il 37% in peso, corrispondente alla parte della molecola proveniente dall'etanolo. L'ETBE, essendo un etere, presenta minori problemi di "blending wall" rispetto all'etanolo. Di conseguenza, mentre l'etanolo può essere aggiunto alla benzina nella percentuale massima del 10% in volume, per l'ETBE, come anche per il TAE e altri eteri con più di 5 atomi di carbonio, si può arrivare fino al 22%.
- **Biobutanolo.** Il butanolo, essendo un alcool a 4 atomi di carbonio, più simile agli idrocarburi rispetto all'etanolo, può essere facilmente miscelato alla benzina tradizionale fino al 15% in volume e, in virtù anche dell'elevato contenuto energetico, non richiede particolari adattamenti delle attuali tecnologie di alimentazione delle automobili. Viene prodotto tipicamente attraverso la fermentazione - in condizioni di stretta anaerobiosi - di zuccheri o amido ad opera del batterio *Clostridium acetobutylicum*.
- **Biodiesel.** Il biodiesel è un biocarburante liquido e trasparente, di colore ambra, con una viscosità molto simile a quella del gasolio per autotrazione prodotto dalla distillazione frazionata del petrolio grezzo. Il processo industriale di produzione del biodiesel si basa sulla reazione degli oli e grassi (trigliceridi) con alcol metilico, che porta ad una miscela di esteri metilici e glicerina (10% in peso circa della materia prima utilizzata), un sottoprodotto che trova diverse utilizzazioni industriali, e potrebbe avere nel prossimo futuro anche applicazioni energetiche. Lo stesso termine "biodiesel" è in realtà un nome di fantasia, che ne richiama direttamente l'uso come sostituto del gasolio, mentre in tutta la normativa tecnica questo biocarburante è indicato come FAME (Fatty Acid Methyl Ester). Nella UE e in Italia, il gasolio per autotrazione distribuito in rete può contenere biodiesel fino ad un massimo del 7% in volume. Esistono numerosi esempi di uso di miscele con un tenore di biodiesel molto più elevato (fino al 30% e oltre) per l'alimentazione di mezzi di trasporto pubblici e altre flotte rifornite in modalità extra-rete.
- **Olio vegetale idrotrattato (HVO o HEFA).** Denominato anche green diesel o diesel rinnovabile per distinguerlo dal biodiesel, è il primo esempio di biocarburante "drop-in" immesso sul mercato. Si ottiene per idrogenazione catalitica di esteri o acidi grassi. Dal processo di produzione si ricavano una frazione analoga al gasolio ed altre più leggere con le caratteristiche dei combustibili avio (biojet fuel) e della benzina.
- **Olio vegetale puro.** E' la materia prima utilizzata per la produzione di biodiesel. Spesso l'olio vegetale viene confuso con il biodiesel, ma si tratta di prodotti con caratteristiche molto diverse. L'elevato valore di viscosità degli oli incide in maniera negativa sui sistemi di alimentazione e di iniezione dei motori, che devono essere opportunamente modificati. Di conseguenza, questo biocarburante viene utilizzato quasi esclusivamente per l'alimentazione di trattori e altre macchine agricole.
- **Diesel Fischer-Tropsch.** E' una miscela di idrocarburi lineari a catena lunga (tipicamente 16-22 atomi di carbonio) prodotta a partire da miscele gassose di monossido di carbonio e idrogeno (gas di sintesi, ottenuto dalla gassificazione di carbone o biomasse lignocellulosiche) in



presenza di catalizzatore. Il processo basato sulla gassificazione delle biomasse (BTL - Biomass To Liquids) porta ad un biocarburante "drop-in" con caratteristiche del tutto analoghe a quelle del gasolio.

- **Biometanolo.** L'alcol metilico, o metanolo, può essere prodotto da un'ampia varietà di fonti, tra cui alcuni tipi di combustibile fossile (gas naturale, carbone, shale oil, sabbia bituminosa, ecc.), ma anche da legno, residui agricoli, frazione organica dei rifiuti urbani da raccolta differenziata e altre tipologie di biomasse o rifiuti ad elevato contenuto di carbonio. Può essere miscelato alla benzina convenzionale fino al 3% in volume senza la necessità di modifiche tecniche al motore e fino all'85% (M85) in veicoli specificamente adattati, ma, in prospettiva, è molto più interessante l'impiego per l'alimentazione di celle a combustibile a bordo di velivoli senza pilota (droni) o mezzi sottomarini ad ampio raggio di azione. Per disidratazione chimica, può essere trasformato in etere dimetilico (DME), che è un buon carburante per motori diesel.

Per quel che riguarda i biocarburanti gassosi, ha iniziato a diffondersi negli ultimi anni l'uso del **Biometano**, che si ottiene tramite il processo cosiddetto di "upgrading" del biogas, che consiste nella rimozione dei contaminanti, in primo luogo  $H_2S$ , e nella separazione del  $CH_4$  dalla  $CO_2$ , arrivando ad un gas costituito da metano praticamente puro ( $\geq 97-98\%$ ) con le stesse caratteristiche di quello immesso nella rete di distribuzione del gas naturale e utilizzato per l'alimentazione degli autoveicoli con motorizzazione a metano. Sono in corso infine numerose sperimentazioni sul possibile impiego dell'**Idrogeno**, utilizzato per l'alimentazione di veicoli elettrici dotati di celle a combustibile, ma, anche se esistono in commercio alcuni modelli di autoveicoli di questo tipo, l'uso di questo carburante rinnovabile è finora limitato a semplici iniziative a carattere dimostrativo.

Il biocarburante più utilizzato a livello mondiale è il bioetanolo. La produzione mondiale nel 2016 è stata pari a circa 94,6 milioni di tonnellate, di cui 46,8 Mt prodotte negli U.S.A., 23,1 Mt in Brasile e solo 5,6 Mt nei 28 paesi dell'Unione Europea (fonte: Unione Petrolifera, 2017). Per quel che riguarda invece l'area UE, i consumi di biocarburanti sono costituiti per la maggior parte da biodiesel, che rappresentava nel 2016 (in termini di energia) l'80,6% del totale, mentre l'etanolo copriva il 18,4% e il biometano poco meno dell'1% (fonte: EurObserv'ER, 2017).

I processi per la produzione di biocarburanti si possono distinguere, a seconda delle tecnologie su cui si basano, in processi biochimici (ad esempio la produzione di bioetanolo dalla fermentazione di zuccheri e biometano dalla degradazione anaerobica di diverse componenti della biomassa), chimici (transesterificazione di oli e grassi per produrre biodiesel e idrogenazione catalitica per gli HVO) e termochimici (diesel Fischer-Tropsch, DME).

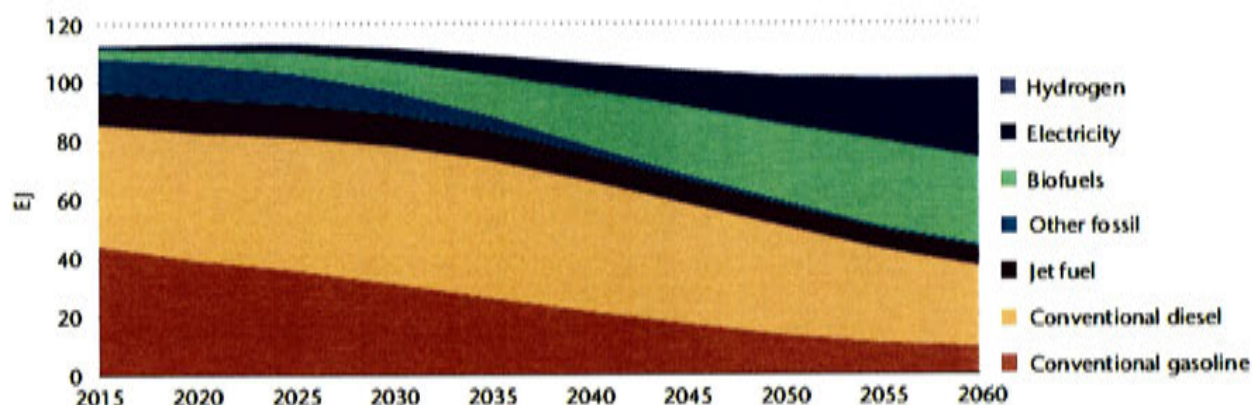
A seconda della materia prima da cui vengono prodotti, i biocarburanti possono essere definiti di prima, seconda e terza generazione. Appartengono alla prima categoria quelli derivanti da coltivazioni dedicate del tipo zuccherino-amidacee per l'etanolo e oleaginose per il biodiesel. Si classificano invece come biocarburanti di seconda generazione quelli ottenuti da scarti, residui e rifiuti organici provenienti da attività agricole, agroindustriali e forestali, e in particolare da materiali lignocellulosici (anche da colture dedicate no-food) e di terza generazione quelli derivanti da materie prime che non danno luogo in modo diretto o indiretto con altre colture per l'uso del suolo, come ad esempio le colture algali.

Se si passa a considerare le prospettive di crescita del mercato, secondo una recente stima dell'IEA (scenario 2DS, modello previsionale basato sulla probabilità del 50% di contenere la crescita



globale della temperatura terrestre entro i 2 °C nel 2100), i biocarburanti potrebbero arrivare a coprire nel 2060 una quota di consumi pari al 29% di tutta l'energia utilizzata nel settore dei trasporti a livello mondiale, con un aumento di quasi 10 volte rispetto ai livelli del 2016 (4% circa dei consumi totali), come mostrato nella figura seguente.

Transport final energy demand in the 2DS



Fonte: IEA - Technology Roadmap: Delivering Sustainable Bioenergy, 2017

E' importante notare che le quote di mercato dei diversi biocarburanti variano sensibilmente a seconda delle aree geografiche di riferimento, soprattutto in relazione alla maggiore o minore diffusione delle diverse tipologie di motorizzazione.

## 1.2 I biocarburanti in Europa

All'interno dell'Unione Europea, il settore dei trasporti copre circa un terzo dei consumi finali di energia. In particolare, prendendo in considerazione i paesi più importanti, si va dal 41,8% della Spagna al 29,8% della Germania, con l'Italia al 34% (dato relativo al 2015, fonte GSE). Il contributo principale ai consumi finali di energia è dato dai prodotti petroliferi (92% in Italia nel 2015), per la maggior parte d'importazione e quindi soggetti alle fluttuazioni del mercato petrolifero, che rappresentano la fonte energetica principale nei trasporti terrestri su strada (85%) e l'unica utilizzata nel trasporto aereo e la navigazione interna.

Nel complesso, i trasporti hanno risentito meno degli altri settori (produzione di elettricità e di calore) della forte crescita del contributo delle fonti rinnovabili ai consumi energetici a livello europeo, e sono considerati per questo uno dei principali responsabili nel fallimento degli obiettivi di Kyoto. Si ritiene infatti che il 90% dell'incremento di emissioni di CO<sub>2</sub> dal 1990 al 2010 sia ad esso attribuibile. **I biocarburanti rappresentano oggi in Europa l'alternativa di gran lunga più importante ai prodotti di origine fossile, principalmente gasolio e benzina, ma anche metano, e i quantitativi utilizzati sono in costante crescita.**

In Europa la produzione di bioetanolo, seppur in rapida crescita, è ancora relativamente limitata (l'UE ha prodotto nel 2016 5 miliardi di litri di etanolo). I principali paesi produttori sono Francia e Germania. In Italia circa 1.180.000 tonnellate sono state immesse al consumo nel 2016 ( fonte GSE).

*[Handwritten signatures]*



### 1.3 I maggiori produttori di bioetanolo: Brasile e Stati Uniti

La produzione e il consumo di bioetanolo sono concentrati negli Stati Uniti e in Brasile che insieme, producono oltre l'85% del totale. L'etanolo prodotto negli Stati Uniti ( $58 \times 10^9$  L) è ottenuto prevalentemente dal mais, mentre la materia prima utilizzata per la produzione del Brasile ( $27,6 \times 10^9$  L) è la canna da zucchero. Altri rilevanti produttori sono l'Unione Europea ( $5,2 \times 10^9$  L), il Canada ( $3,2 \times 10^9$  L) e la Cina ( $1,6 \times 10^9$  L). I dati si riferiscono alla produzione del 2016 (<http://www.ethanolrfa.org/resources/industry/statistics/#1454099103927-61e598f7-7643>).

Recentemente si è assistito ad un **rallentamento della velocità di crescita media annuale** della produzione e dei consumi di etanolo negli Stati Uniti. Le principali ragioni sono da ricercare nella crisi economica (minor consumo di carburante), nel **prezzo molto basso della benzina**, nei **limiti di miscelazione** di etanolo con benzina (il cosiddetto "blending wall") e, non ultime, nelle difficoltà di avvio di una produzione industriale significativa di etanolo di seconda generazione.

La maggior parte dell'etanolo consumato negli Stati Uniti è miscelato con benzina in conformità con requisiti definiti dal Federal Renewable Fuel Standard. Sebbene il volume totale di etanolo miscelato abbia continuato ad aumentare dal 2010, la velocità di crescita del mercato sono in calo. Le miscele etanolo-benzina al 10% (valutato sul volume), E10, rappresentano oltre il 95% della benzina consumata dai veicoli leggeri. Altre opzioni per l'impiego di etanolo carburante sono E15 ed E85 (fino all'85% di etanolo), ma non tutti i veicoli sono in grado di funzionare con queste miscele e le **vendite di veicoli flexfuel** (in grado di funzionare con miscele ad elevato tenore di etanolo, fino a E85), ad esempio, sono ancora **limitate** (US-IEA 2016).

Anche l'ultima analisi del settore pubblicata dall'IEA<sup>1</sup>, indica che negli **Stati Uniti, la produzione di etanolo è destinata a stabilizzarsi** a causa di **minori investimenti in nuova capacità produttiva** e del raggiungimento del **limite massimo di etanolo da mais** previsto dal Renewable Fuel Standard.

### 1.4 I biocarburanti in ASIA

In Asia molti paesi importatori di prodotti petroliferi hanno **aumentato il sostegno politico ai biocarburanti prodotti a livello nazionale**. **India e Thailandia** hanno avviato azioni per incrementare la produzione locale di biocarburanti, inclusi progetti specifici sui biocarburanti avanzati. Il bioetanolo risulta essere sempre il biocarburante di maggiore interesse.

Sebbene sia il quarto produttore mondiale di etanolo, la **Cina** ha rappresentato poco più del 3% della produzione globale nel 2016. Il governo cinese vuole espandere la produzione fissando un obiettivo di **10 milioni di tonnellate entro il 2020**, quasi il quadruplo della produzione del 2015. A causa dei prezzi bassi del petrolio, delle riduzioni degli incentivi e dei limiti connessi al reperimento delle materie prime, questo target sembra tuttavia arduo da raggiungere<sup>2</sup>.

#### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 1:**

*Il biocarburante più utilizzato a livello mondiale è il bioetanolo, con una produzione mondiale nel 2016 pari a circa 94,6 milioni di tonnellate, di cui 46,8 Mt prodotte negli U.S.A., 23,1 Mt in Brasile e solo 5,6 Mt nei 28 paesi dell'Unione Europea (fonte: Unione Petrolifera, 2017).*

<sup>1</sup> IEA - Tracking Clean Energy Progress 2017

<sup>2</sup> <https://bioenergyinternational.com/biofuels-oils/ethanol-development-in-china>

*Per quel che riguarda invece l'area UE, i consumi di biocarburanti sono costituiti per la maggior parte da biodiesel, che rappresentava nel 2016 (in termini di energia) l'80,6% del totale, mentre l'etanolo copriva il 18,4% e il biometano poco meno dell'1% (fonte: EurObserv'ER, 2017).*

*Se si passa a considerare le prospettive di crescita del mercato, secondo una recente stima dell'IEA (scenario 2DS, modello previsionale basato sulla probabilità del 50% di contenere la crescita globale della temperatura terrestre entro i 2 °C nel 2100), i biocarburanti potrebbero arrivare a coprire nel 2060 una quota di consumi pari al 29% di tutta l'energia utilizzata nel settore dei trasporti a livello mondiale, con un aumento di quasi 10 volte rispetto ai livelli del 2016 (4% circa dei consumi totali).*

*Per quel che riguarda in modo più specifico i trasporti su strada, pur essendoci l'interesse anche verso altri biocarburanti, nei prossimi anni il contributo più importante sarà dato a livello mondiale dal bioetanolo ed altri biocarburanti sostitutivi della benzina. Nel medio termine, prima di assistere ad una diffusione su larga scala della trazione elettrica nella motorizzazione privata, è prevedibile una crescita costante del mercato anche in Europa, dove la maggiore attenzione verso i problemi ambientali dei veicoli diesel sta portando ad un'inversione di tendenza rispetto agli anni passati nelle vendite di nuovi autoveicoli (nel 2017, per la prima volta dal 2009, le vendite di auto a benzina hanno superato quelle con motore diesel).*





## 2. INDICAZIONE DELLE NORMATIVE VIGENTI ED IN FASE DI SVILUPPO A SUPPORTO DELL'IMPEGNO DEI BIOCARBURANTI NELLE VARIE AREE GEOGRAFICHE

### 2.1 Europa

Il pilastro normativo che delinea le linee guida di sostenibilità per il settore trasporti è la Direttiva 2009/28/CE, nota anche come RED -Renewable Energy Directive, che stabilisce per tutti gli Stati membri l'obbligo al 2020 di coprire almeno il 10% dei consumi energetici dei trasporti terrestri (escludendo il trasporto aereo e la navigazione) con fonti rinnovabili, ad oggi principalmente costituite da biocarburanti.

La stessa Direttiva, ribadendo il principio per cui i biocarburanti dovranno rispettare determinati criteri di sostenibilità, esplicita le caratteristiche, in termini di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG), che i biocarburanti devono dimostrare di possedere per essere considerati "sostenibili", stabilendo una serie di obiettivi secondo 3 scadenze progressive:

- dal recepimento della Direttiva fino a tutto il 2016, i biocarburanti utilizzati devono consentire un risparmio pari almeno al 35% delle emissioni di GHG lungo l'intero ciclo di vita del prodotto;
- a decorrere dal 1 gennaio 2017 il risparmio deve essere pari almeno al 50%;
- dal 1 gennaio 2018 questo valore viene portato ad almeno il 60% per i biocarburanti prodotti in impianti entrati in produzione dal 1 gennaio 2017 o successivamente.

Insieme alla suddetta Direttiva, e con specifico riferimento al settore dei trasporti, è stata emanata la Direttiva 2009/30/CE, che stabilisce le specifiche per i carburanti utilizzati nei trasporti terrestri e fissa - sempre al 2020 - anche un obiettivo di riduzione del 10% (rispetto al 2010) delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) prodotte nell'intero ciclo di vita di tutti i carburanti, di cui una percentuale pari almeno al 6% ottenuta grazie all'impiego dei biocarburanti.

Per favorire la diffusione dei biocarburanti prodotti a partire da rifiuti, residui, materie cellulosiche di origine non alimentare etc., (biocarburanti di seconda generazione) la Direttiva RED stabilisce che tali biocarburanti godano del cosiddetto "**double counting**", in base al quale il loro contenuto energetico viene contabilizzato con un valore doppio di quello effettivo ai fini dell'assolvimento dell'obbligo di impiegare almeno il 10% di energia rinnovabile nel settore dei trasporti terrestri. Il "double counting" trova una sua giustificazione nel riconoscimento di una maggiore sostenibilità dei biocarburanti ricavati da materie prime "no-food" rispetto a quelli tradizionali prodotti a partire da mais o altri cereali (bioetanolo) o colture oleaginose come colza, soia e palma da olio (biodiesel).

L'Italia ha recepito le Direttive 2009/28/CE e 2009/30/CE, e di conseguenza l'obiettivo al 2020 della quota del 10% di energia rinnovabile sul consumo complessivo del settore trasporti, con i Dlgs. n. 28 del 3 marzo 2011 e 55 del 31 marzo 2011. Con il Decreto Ministeriale del 10 ottobre 2014, il Ministero dello Sviluppo Economico ha poi aggiornato le condizioni, i criteri e le modalità di attuazione per l'immissione in consumo dei biocarburanti e determinato la relativa quota minima per gli anni dal 2015 (5%) al 2020 (10%). Per verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati, è stato altresì introdotto un sistema di contabilizzazione basato su certificati di immissione



In consumo (CIC) e gestito dal GSE.

Nei primi 5 anni di implementazione della RED, nonostante l'incentivo costituito dal "double counting", in tutta Europa la quota "bio" è risultata quasi interamente costituita da carburanti provenienti da suoli destinati a colture agricole (biocarburanti di prima generazione), prodotti nei mercati domestici o più spesso importati, e solo una frazione minore, costituita per la maggior parte da oli alimentari esausti (UCOs - Used Cooking Oils) da raccolta differenziata impiegati per la produzione del biodiesel, deriva da materie prime no-food.

Di conseguenza, per ridurre il rischio di possibili conflitti per l'uso dei suoli agricoli fra la produzione di cibo e quella di energia, è stata emanata una nuova direttiva europea (Direttiva UE 2015/1513 del 9 settembre 2015, la cosiddetta "Direttiva ILUC"), che integra e modifica quanto previsto dalla Direttiva RED e stabilisce che i biocarburanti ottenuti da colture su terreni agricoli potranno contribuire al raggiungimento dell'obiettivo fino a un massimo ("cap") del 7%. Il restante 3% dovrà essere coperto con veicoli elettrici e con l'uso di biocarburanti ottenuti a partire da biomasse residuali, materiali lignocellulosici, rifiuti organici, alghe ecc., indicati in uno specifico allegato (Allegato IX) della Direttiva stessa.

Per i biocarburanti prodotti da queste materie prime, ad esclusione degli oli vegetali esausti e dei grassi animali, definiti "biocarburanti avanzati", la Direttiva prevedeva che gli Stati membri stabilissero una percentuale minima di immissione al consumo, il cui valore indicativo veniva fissato allo 0,5%.

Anticipando di fatto la Direttiva europea, il già citato Decreto MISE del 10 ottobre 2014 introduce, a partire dal 2018, l'obbligo di utilizzare un quantitativo minimo (1,2% nel 2018, fino al 2% nel 2022) di biocarburanti avanzati, ottenuti esclusivamente da materie prime non in competizione con le produzioni alimentari.

La decisione di proseguire sulla via della progressiva "decarbonizzazione" dell'economia dei paesi dell'Unione Europea ha ovviamente posto il problema di definire nuovi, e più ambiziosi obiettivi in termini di contributo delle fonti rinnovabili, aumento dell'efficienza energetica e riduzione delle emissioni di GHG, per il decennio che va dal 2021 al 2030. E' stata di conseguenza avviata una complessa procedura, tuttora in corso, che porterà - prevedibilmente entro la fine dell'anno in corso - all'emanazione di una nuova Direttiva, che viene già indicata come RED II.

Al termine di una lunga fase di approfondimento e consultazione, la bozza della nuova Direttiva è stata portata all'esame del Parlamento Europeo, che la ha approvata dopo aver introdotto una serie di emendamenti. Per quel che riguarda il settore dei trasporti, e i biocarburanti in particolare, sono previsti:

- una quota minima obbligatoria di energia rinnovabile, per l'intero settore dei trasporti (e non solo per quelli terrestri), pari almeno al 12% dei consumi per ciascun Stato membro;
- un limite massimo all'uso di biocarburanti da colture alimentari, non superiore per ciascun Stato membro ai quantitativi immessi al consumo nel 2017 e in ogni caso al 7% del totale dell'energia rinnovabile utilizzata nei trasporti stradali e ferroviari, con la facoltà di fissare limiti inferiori per i biocarburanti provenienti dalle diverse colture tenuto conto del cambiamento indiretto della destinazione dei terreni (ILUC) e di altri effetti involontari sulla sostenibilità;
- la totale esclusione dei biocarburanti ottenuti dall'olio di palma da quelli utili ai fini dell'assolvimento dell'obbligo di immissione a partire dal 2021;
- l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo rispettivamente pari a 1,2 e 2 per i



biocarburanti utilizzati nei settori dell'aviazione e dei trasporti marittimi e di 2,5 per l'energia elettrica da fonti rinnovabili utilizzata per i veicoli stradali rispetto al contenuto energetico effettivo;

- una riduzione delle emissioni di gas serra conseguenti all'impiego dei biocarburanti pari ad almeno il 50% se la produzione avviene in impianti entrati in funzione entro il 1 ottobre 2015, 60% per quelli entrati in funzione dopo tale data e 65% per quelli avviati dopo il 1 gennaio 2021;
- l'obbligo di immissione al consumo di una quota minima di energia proveniente da biocarburanti avanzati, prodotti dalle materie prime elencate in uno specifico allegato (Allegato IX parte A) e dai rifiuti e biomassa residua non provenienti da colture alimentari o foraggiere in cui la biomassa soddisfa specifici criteri di sostenibilità, da carburanti liquidi o gassosi da fonti rinnovabili di origine non biologica, da combustibili da carbonio riciclato e da elettricità da fonti rinnovabili. Questa quota dovrà essere pari ad almeno l'1,5% nel 2021, con un aumento fino al 10% nel 2030, e al suo interno i biocarburanti avanzati dovranno coprire un minimo dello 0,5% nel 2021 fino ad arrivare al 3,6% nel 2030.

Pur in presenza di un numero ridotto di impianti produttivi rispetto a quelli basati su materie prime e processi convenzionali, gli studi e analisi del ciclo di vita (LCA) effettuati hanno permesso di quantificare con notevole precisione l'entità della riduzione di emissioni di GHG - rispetto ad un quantitativo equivalente, in termini di energia, al combustibile fossile sostituito - delle principali filiere di produzione di biocarburanti avanzati, in modo del tutto analogo a quanto avviene per quelli convenzionali.

A titolo di esempio, la riduzione delle emissioni di GHG (valori tipici riportati nell'Allegato V alla proposta di Direttiva RED II) associata alla produzione di diesel di sintesi Fischer-Tropsch da residui legnosi ed etanolo da paglie di cereali, biocarburanti presenti sul mercato nel 2016 in quantità trascurabili rispetto a biodiesel ed etanolo da materie prime agricole, sono entrambe pari all'85%, cosa che rappresenta un notevole passo avanti rispetto al biodiesel da semi di colza (52%) e all'etanolo da mais prodotto da impianti alimentati con gas naturale in cogenerazione (55%), ma anche all'etanolo da canna da zucchero (70%). dove il calore di processo viene fornito dalla combustione della biomassa residua (bagassa) dell'estrazione degli zuccheri.

## 2.2 Stati Uniti

Negli Stati Uniti il settore dei carburanti rinnovabili è regolato, a partire dal 2005, dal programma Renewable Fuel Standard (RFA), che stabilisce ogni anno un quantitativo minimo obbligatorio di combustibili e carburanti rinnovabili da immettere al consumo in sostituzione di carburanti per il trasporto stradale, combustibili per riscaldamento e carburanti per aviazione di origine fossile. All'interno di questo quantitativo, è prevista una specifica aliquota per i cosiddetti "biocarburanti avanzati", praticamente tutti i biocarburanti da materie prime agricole (come il bio-cherosene da camelina o l'etanolo da canna da zucchero) diversi dall'etanolo da mais, oltre al biometano e ai "biocarburanti cellulosici", prodotti a partire da biomasse lignocellulosiche.

Le caratteristiche dei carburanti rinnovabili da immettere al consumo negli U.S.A. nell'ambito del programma RFS sono stabilite dall'EPA (Environmental Protection Agency) e riguardano in particolare i valori minimi di riduzione delle emissioni di GHG delle diverse filiere produttive. Questi valori sono rispettivamente pari al 50% per i biocarburanti avanzati e al 60% per quelli cellulosici.



Il programma RFS prevede per il 2018 l'immissione al consumo di 26 miliardi di galloni di carburanti rinnovabili, di cui 11 di biocarburanti avanzati, che includono 7 miliardi di galloni di biocarburanti cellulosici. L'obiettivo prefissato per il 2022 è di 36 miliardi di galloni di carburanti rinnovabili, di cui 21 di biocarburanti avanzati, inclusi 16 di carburanti cellulosici (Fonte: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program>).

## 2.3 Obiettivi vincolanti o volontari di immissione al consumo di biocarburanti in altri paesi al mondo

Oltre all'Europa e agli U.S.A., sono stati stabiliti o previsti in numerosi paesi obiettivi vincolanti o volontari di immissione al consumo di bioetanolo e biodiesel, con motivazioni più o meno simili a quelle all'origine della normativa europea e americana. Una panoramica della situazione mondiale è riportata nella seguente tabella (Fonte: <http://globalrfa.org/biofuels-map/>).

Paese	Obiettivo vincolante (%)	Obiettivo volontario o programmato (%)	Paese	Obiettivo vincolante (%)	Obiettivo volontario o programmato (%)
Angola	10% etanolo		Malawi	10% etanolo	
Argentina	5% etanolo 10% biodiesel		Malesia	5% biodiesel	
Australia (New South Wales)	4% etanolo 2% biodiesel	10 % etanolo (intero paese)	Messico	2% etanolo (Guadalajara)	2% etanolo (Mexico City, Monterrey)
Brasile	25% etanolo 5% biodiesel		Mozambico	10% etanolo	
Canada	5% etanolo 2% biodiesel		Nigeria	10% etanolo	
Cile		5% etanolo	Panama	2% etanolo	10% etanolo
Cina	10% etanolo (9 province)	10% etanolo 10% biodiesel (intero paese)	Paraguay	24% etanolo 1% biodiesel	5% biodiesel
Colombia	8% etanolo	10% etanolo	Perù	7,8% etanolo 2% biodiesel	5% biodiesel
Corea del Sud	2,5% biodiesel		Sudan	5% etanolo	
Costa Rica	7% etanolo 20% biodiesel		Sud Africa	10% etanolo	
Etiopia	5% etanolo		Taiwan	1% biodiesel	3% etanolo
Filippine	10% etanolo 5% biodiesel		Uruguay	2% biodiesel	
Giamaica	10% etanolo		Vietnam	5% etanolo	
India	5% etanolo	20% etanolo 20% biodiesel	Zambia		10% etanolo 5% biodiesel
Indonesia	3% etanolo 10% biodiesel		Zimbabwe	10% etanolo	20% etanolo
Kenya (Kisumu)	10% etanolo				

### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 2**

*La crescente attenzione nei riguardi della riduzione delle emissioni di gas serra e degli altri aspetti*



*legati alla sostenibilità delle bioenergie, e dei biocarburanti in particolare, inclusi i cambiamenti diretti e indiretti (ILUC) dell'uso dei suoli agricoli e la possibile competizione con le produzioni alimentari, hanno determinato un diffuso orientamento a favore dello sviluppo dei biocarburanti di seconda generazione, o avanzati, prodotti a partire da biomasse residuali di vario tipo.*

*La nuova Direttiva europea RED II prevede l'obbligo di immissione al consumo di una quota minima di energia proveniente da biocarburanti non convenzionali ed elettricità rinnovabile, pari ad almeno l'1,5% nel 2021, con un aumento fino al 10% nel 2030 e al suo interno, i biocarburanti avanzati, come il bioetanolo di seconda generazione, dovranno coprire un minimo dello 0,5% nel 2021 fino ad arrivare al 3,6% nel 2030.*

*Pur in presenza di un numero ridotto di impianti produttivi rispetto a quelli basati su materie prime e processi convenzionali, gli studi e analisi del ciclo di vita (LCA) effettuati hanno permesso di quantificare con notevole precisione l'entità della riduzione di emissioni di GHG - rispetto ad un quantitativo equivalente, in termini di energia, al combustibile fossile sostituito - delle principali filiere di produzione di biocarburanti avanzati, in modo del tutto analogo a quanto avviene per quelli convenzionali.*

*In Europa e negli U.S.A., la consapevolezza della maggiore sostenibilità dei biocarburanti avanzati rispetto a quelli convenzionali ha quindi portato all'emanazione di specifiche misure legislative che, partendo dalla constatazione del diverso livello di maturità tecnologica dei processi produttivi dei biocarburanti avanzati rispetto a quelli convenzionali (biocarburanti di prima generazione), puntano ad accelerare, attraverso l'introduzione dell'obbligo di immissione al consumo di quote prestabilite, e crescenti nel tempo, di questi prodotti - in particolare nel settore dei trasporti terrestri, ma in prospettiva anche in quelli aerei e navali - la loro diffusione sul mercato.*



### 3. SOCIETÀ CHE HANNO ATTIVITÀ NEL CAMPO DEI BIOCARBURANTI COMPARABILI AL GBIO, LORO ATTIVITÀ E STATO DELLO SVILUPPO

Nonostante la presenza di un quadro legislativo favorevole e di misure incentivanti, lo sviluppo industriale dei biocarburanti avanzati è stato più lento del previsto.

Negli ultimi anni si sono registrati significativi progressi tecnologici ma è evidente che solo la realizzazione di un numero consistente di nuovi impianti produttivi potrà garantire un adeguato sviluppo commerciale del settore, permettendo la produzione dei quantitativi richiesti di biocarburanti avanzati a costi contenuti e con un uso efficiente delle risorse.

Al momento, però, sono ben pochi gli impianti di dimensioni tali da poter essere considerati di scala commerciale. Un elenco di quelli in funzione nel 2016 è riportato nella seguente tabella (elaborazione su dati IEA, aprile 2017).

Paese	Numero di impianti	Anno di inizio produzione	Biocarburante prodotto	Materie prime	Capacità produttiva (t/anno)
Brasile	2	2014	Etanolo da cellulosa	Bagassa di canna da zucchero	95.000
Canada	1	2014	Etanolo da cellulosa	Biomasse residuali	30.000
Cina	1	2012	Etanolo da cellulosa	Tutoli di mais	59.000
Finlandia	1	2015	Biodiesel	Tallolio grezzo	95.000
Italia	1	2013	Etanolo da cellulosa	Paglia di grano e riso, canna	59.000
Stati Uniti	4	2013-2015	Etanolo da cellulosa	Residui agricoli e biomasse residuali	253.000

Nella tabella seguente sono elencati i principali impianti produttivi o di taglia pre-commerciale, le relative capacità produttive ed i principali produttori<sup>3</sup>, e fra questi viene citato anche l'impianto italiano della Società Biochemtex.

<sup>3</sup> Developing the Global Bioeconomy, 1st Edition, Technical, Market, and Environmental Lessons from Bioenergy (2017), eBook ISBN: 9780128052907 (Editore: Elsevier, scritto da IEA-Bioenergy subtasks)



Società	Sito	Technologia	Biomasse in alimentazione	Capacità produttiva
Clariant (ex Süd Chemie)	Straubing, Germania	Pretrattamento idrotermico (Sunliquid®)	Paglia di cereali, bagassa da canna da zucchero, stocchi di mais	1,000 t/y
Abengoa Bioenergy	Hugoton, Kansas, USA	Pretrattamento idrotermico (acido diluito)	stocchi di mais, paglia di grano, switchgrass	74,000 t/y
Inbicon (Dong Energy)	Kalundborg, Danimarca	Pretrattamento idrotermico	Paglie residuali	4,300 t/y
Beta Renewables (JV Chemtex (M&G), TPG, Novozymes)	Crescentino, Italy	Pretrattamento di steam explosion proprietario, (PROESA)	paglie residuali	60,000 t/y
logen	Canada	Pretrattamento idrotermico		1,600 t/y
Ineos-Bio	Indian River County, Florida, USA	Gassificaizione e fermentazione	scarti vegetali	24,000t/y
Dupont Danisco	Nevada, Iowa, USA	Pretrattamento catalizzato da NH <sub>3</sub>	stocchi di mais	90,000 t/y
Poet-DSM	Emmetsburg, Iowa, USA	acido diluito + steam explosion	stocchi di mais	60,000 t/y
Abengoa	Spagna	Pretrattamento idrotermico ad acido diluito	paglie	4,000 t/y
GeoSynFuels <sup>4</sup>	USA	Processo biotecnologico	Varie	4,500 t/y
Quad-County	USA	Processo biotecnologico	fibra di mais	6,000 t/y
Gevo	USA	Processo biotecnologico		54,000 t/y
Borregard	NO	Processo biotecnologico	Residui	400,000 t/y
Chempolis	FI	Processo biotecnologico	Residui	5,000 t/y
Longlive Bio-tech	CN	Processo biotecnologico	Residui	50,000 t/y
Shandong Zesheng	CN	Processo biotecnologico	Residui	3,000 t/y
Cane Technology	BR	Processo biotecnologico	Bagassa	40,000 t/y
Raízen Energia	BR	Pretrattamento idrotermico ad acido diluito	Bagassa	32,000 t/y

<sup>4</sup> Demoplant brought from Blue Sugars Corporation in 2014

Per quel che riguarda in modo più specifico i produttori di etanolo da materiali lignocellulosici, le società con assetto simile a GBIO includono per l'Europa la **Clariant**, per il Brasile **Raízen**, per gli Stati Uniti **POET-DSM**. Tutte queste società hanno al loro interno un'unità di ingegneria di processi, la produzione di enzimi o la loro fornitura tramite società in joint venture, lo sviluppo di tecnologie di pretrattamento.

**Clariant** ha acquisito 2 unità aziendali derivanti da Süd-Chemie e con forti programmi di ricerca e sviluppo. E' caratterizzata da un **importante network di innovazione globale costituito da 11 centri di ricerca**. In particolare, due centri di ricerca sulle biotecnologie sono localizzati in Germania (Munich & Straubing). Il centro R&D con sede a Monaco di Baviera sviluppa processi industriali per prodotti biobased.

Il processo di Clariant per la produzione di etanolo di seconda generazione è noto come SUNLIQUID® e comprende una **tecnologia proprietaria per la produzione in situ degli enzimi**, che tipicamente vengono acquistati da supplier esterni. In una presentazione del 2012 si riporta che questa caratteristica del processo abbatta significativamente l'incidenza del costo dell'enzima per gallone di etanolo. Da luglio 2012 Clariant ha gestito con successo un impianto dimostrativo a Straubing, in Germania, con una capacità produttiva annua fino a 1.000 tonnellate di etanolo, convertendo circa 4.500 tonnellate di materie prime lignocellulosiche all'anno. La struttura produce etanolo e viene utilizzata 24 ore su 24, 7 giorni su 7, ed è stata progettata per convalidare il processo e fornire dati e informazioni utili per la successiva implementazione su scala commerciale.

L'impianto costava **28 milioni di euro** ed era sostenuto dalle autorità regionali e da Clariant. Il **modello di business** consiste nel concedere in licenza la tecnologia SUNLIQUID® a soggetti interessati. Clariant fornisce anche i componenti necessari per il funzionamento dell'impianto di produzione, incluse ad esempio le colture starter per la produzione di enzimi ed etanolo, nonché una speciale tecnologia per la separazione e il recupero dell'etanolo.

**Raízen Energia**, una joint venture fra Cosan e Shell, è il **maggiore produttore brasiliano di etanolo di canna da zucchero**, e sta progettando di aumentare la produzione soprattutto con la realizzazione di nuovi impianti di biocarburanti di seconda generazione.

Gli impianti in Brasile rappresentano la prima implementazione commerciale su vasta scala della tecnologia di produzione di etanolo cellulosico di **logen Energy** (che è la joint venture tra logen e Raízen), sviluppata da logen e ampiamente collaudata nel suo impianto dimostrativo di Ottawa.

**POET-DSM Advanced Biofuels, LLC**, è una joint venture 50/50 tra Royal DSM e POET, LLC, con sede a Sioux Falls, South Dakota. L'azienda mette insieme la profonda esperienza di POET e DSM in diverse aree di conversione della biomassa cellulosica in bioetanolo.

POET, con sede a Sioux Falls, South Dakota, è uno dei maggiori produttori di etanolo al mondo, con una storia di 25 anni come pioniere americano del carburante rinnovabile per la prima generazione. L'azienda ha esperienza nella gestione delle materie prime incluso il condizionamento e lo stoccaggio. Royal DSM, un'azienda globale con una comprovata esperienza nello sviluppo di biotecnologie industriali, ha una posizione di leadership nelle tecnologie di conversione (lieviti ed enzimi) per la biomassa cellulosica in etanolo. La tecnologia DSM è in grado di co-fermentare tutti gli zuccheri C6 (glucosio, fruttosio) e C5 (xilosio e arabinosio). POET-DSM ha costruito il suo primo impianto commerciale a Emmetsburg, Iowa. Sulla base di questo impianto, la



JV ha in programma di commercializzare a livello mondiale un pacchetto tecnologico integrato per la conversione dei residui di mais in bioetanolo cellulosico.

**SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 3**

*Pur essendoci un forte interesse strategico verso i biocarburanti di seconda generazione per la loro sostenibilità, non competizione e concorrenzialità nell'uso del suolo con le produzioni alimentari e mangimistiche, al momento gli impianti commerciali sono pochissimi, come pure sono molto limitati anche il numero di operatori industriali di caratteristiche simili alla GBIO. Questi ultimi sono essenzialmente tre:*

- *in Europa la Clariant, che in Germania gestisce un impianto in continuo di taglia molto più piccola (1.000 ton/annua) dell'impianto di Crescentino;*
- *In Brasile la Raízen che è il maggiore produttore brasiliano di etanolo di canna da zucchero, e sta progettando di aumentare la produzione soprattutto con nuovi impianti di biocarburanti di seconda generazione;*
- *negli Stati Uniti la POET-DSM, che è un'azienda che vanta una lunga esperienza sulle biotecnologie industriali e nella tecnologia di conversione delle biomasse cellulosica in etanolo ed ha in programma di commercializzare a livello mondiale un pacchetto tecnologico integrato per la produzione di questo biocarburante a partire dai residui di mais.*



#### 4. DESCRIZIONE DELLE PARTI CHE CARATTERIZZANO UNA AZIENDA DEL SETTORE (RICERCA, TECNOLOGIA, INGEGNERIA, VENDITA, RELAZIONI PUBBLICHE, DIMOSTRAZIONE INDUSTRIALE) E DESCRIZIONE DI QUESTE ATTIVITÀ NEL GBIO

L'etanolo da biomasse lignocellulosiche prodotto per via biochimica, cioè attraverso l'azione controllata di enzimi e lieviti, e le tecnologie di bioraffinazione che da questa ne derivano sono in realtà un sogno antico. Molti centri di ricerca, Università e imprese se ne occupano da anni.

In Italia l'ENEA già nel 1992 installò il primo impianto di pretrattamento (steam explosion) in continuo della portata di 300 kg/h, anticipando i tempi di quello che poi è stato lo sviluppo delle bioraffinerie e dei biocarburanti di seconda generazione.

Lo sviluppo del progetto industriale del Gruppo M&G nel settore della produzione di bioetanolo di seconda generazione e, più in generale, della valorizzazione della biomassa lignocellulosica secondo il concetto di bioraffineria, richiede ovviamente la presenza e l'integrazione di diverse componenti, ciascuna specializzata in una delle funzioni strategiche da coprire per poter raggiungere l'obiettivo prefissato.

L'insieme di queste componenti, che svolgono le funzioni di ricerca, sviluppo tecnologico, ingegnerizzazione, dimostrazione industriale, vendita di prodotti e know-how e pubbliche relazioni, costituisce il cosiddetto "Perimetro Bio", caratterizzato da un forte legame di unitarietà tecnico-economica.

Il Perimetro Bio è articolato in 4 società:

- 1) Biochemtex S.r.l., con sede in Tortona (AL), Strada Ribrocca 11;
- 2) Italian Bio Products S.r.l., con sede in Tortona (AL), Strada Ribrocca 11;
- 3) IBP Energia S.r.l., con sede in Tortona (AL), Strada Ribrocca 11;
- 4) Beta Renewables S.p.A., con sede in Tortona (AL), Strada Ribrocca 11.

**Biochemtex**, in precedenza denominata Chemtex Italia, è una società leader a livello globale nello sviluppo e ingegnerizzazione di tecnologie e processi per la valorizzazione di biomasse non alimentari. Biochemtex è il ramo di Ingegneria e Ricerca e Sviluppo di M&G Finanziaria. La Società è partita nel 2006 con lo scouting delle migliori tecnologie per il pretrattamento di biomasse lignocellulosiche e lo sviluppo di processi biochimici di idrolisi enzimatica e fermentazione degli zuccheri così ottenuti per la produzione di bioetanolo di seconda generazione. Le tecnologie sviluppate da Biochemtex sono Proesa®, per la produzione di bioetanolo di seconda generazione, GREG per la valorizzazione della frazione di emicellulosa in polioli e MOGHI per la produzione di un bioreformato da lignina da trattare in raffinerie di petrolio per il successivo recupero di chemicals, prevalentemente xileni, da impiegare ad esempio nella sostituzione delle componenti fossili del PET, principale business del gruppo M&G. Quest'ultima tecnologia è stata inizialmente sviluppata nella Sharon Centre (Ohio).

**Italian Bio Products**, azienda che gestisce l'impianto di Crescentino per la produzione di biocarburanti di seconda generazione a partire da differenti tipologie di biomasse (paglia di grano e di riso, cippato di legno ecc.). L'opificio industriale è dotato di un sistema di completo riciclo e trattamento acque, di un sistema di trasporto pneumatico delle biomasse e di un sistema di



lavaggio per l'alimentazione all'impianto di pretrattamento con steam explosion, in cui la biomassa viene messa a contatto con del vapore saturo che viene poi fatto espandere rapidamente. Successivamente la biomassa pretrattata viene inviata alla sezione di idrolisi, della capacità di circa 8.600 m<sup>3</sup> e tempi di residenza di circa 90 h, dove è in parte convertita in zuccheri. Usciti dalla sezione di idrolisi gli zuccheri prodotti vengono inviati nella sezione di fermentazione, del volume complessivo di circa 10.800 m<sup>3</sup>, dove vengono convertiti in etanolo. Il ciclo viene chiuso inviando la soluzione alcoolica diluita nelle sezioni di concentrazione e distillazione.

**IBP Energia S.r.l** è la società che possiede l'impianto di produzione di energia elettrica a partire direttamente da biomasse e/o lignina. L'impianto di produzione di energia elettrica è di tipo convenzionale a ciclo Rankine con caldaia a griglia mobile, della potenza termica nominale di circa 48 MWt e potenza elettrica di 13,5 MWe, e viene alimentato con biomasse residuali e con la lignina di scarto proveniente dall'impianto di produzione di bioetanolo. Per problemi autorizzativi l'impianto deve essere co-alimentato con questa lignina per cui, qualora l'impianto di produzione di biocarburante non dovesse funzionare, si blocca anche l'impianto di produzione di energia elettrica.

**Beta Renewables** viene fondata nel 2011. Biochemtex è azionista di controllo della joint venture costituita dal fondo di private equity statunitense TPG e Novozymes, azienda danese leader nella produzione di enzimi. Beta Renewables ha realizzato tecnologie e impianti per la produzione di bioetanolo ed altri prodotti chimici e gestisce il portafoglio brevetti e tecnologie afferenti al processo utilizzato nello stabilimento di Crescentino.

Le attività di ricerca e sviluppo tecnologico svolte dalle società del Perimetro Bio hanno portato all'acquisizione di know-how e al conseguente deposito di numerosi brevetti. In particolare sono elencati di seguito i brevetti nel portafoglio Beta Renewables per le varie sezioni dell'impianto di Crescentino:

1. PROESA MGB.P.011 High temperature lignin separation process IT - Italy 13/07/2009 09829864.9 18/12/2013 2454409 Granted
2. PROESA MGB.P.018 Regenerative purification of a pretreated biomass IT - Italy 26/06/2012 EP09805873.8 21/10/2015 2 509 694 Granted
3. PROESA MGB.P.026 Process for recovering sugars from a pretreatment stream IT - Italy 29/09/2010 TO2010A000792 28/08/2013 - Granted
4. PROESA MGB.P.027 Improved process for recovering sugars from a pretreatment stream IT - Italy 29/09/2010 TO2010A000794 28/08/2013 - Granted
5. PROESA MGB.P.027 Improved process for recovering sugars from a pretreatment stream IT - Italy 29/09/2011 2013-000600 16/07/2014 2622127 Granted
6. PROESA MGB.P.041 An improved sugar recovery method from lingo-cellulosic biomass IT - Italy 09/01/2012 TO2012A000007 20/10/2014 1411394 Granted
7. PROESA MGB.P.042 Improved pre-soaking process for biomass conversion IT - Italy 28/12/2011 TO2011A001219 21/08/2014 1409831 Granted
8. PROESA MGB.P.042 Improved pre-soaking process for biomass conversion IT - Italy 28/12/2012 EP12824742.6
9. PROESA MGB.P.095 Continuous process for treating a lignocellulosic biomass IT - Italy 19/09/2014 MI2014A001613 02/12/2016 1426168 Granted

I brevetti ottenuti in Italia coprono le sezioni di pretrattamento della biomassa e produzione degli zuccheri di seconda generazione. Risultano ancora in fase pending alcuni brevetti (EP, PCT) relativi alle sezioni di fermentazione depositati nel 2016 e 2017.



Beta Renewables detiene esclusivamente brevetti relativi alla tecnologia PROESA e non possiede brevetti relativi alla produzione di enzimi perché questi vengono forniti all'impianto di Crescentino da Novozymes.

Sono invece di proprietà di Biochemtex alcuni brevetti ottenuti (IT ed EP) nel 2014 relativi alla produzione di enzimi e al progetto di alcune apparecchiature chiave per la tecnologia. L'autoproduzione di enzimi potrebbe in futuro ridurre notevolmente il costo del processo produttivo e, in questa prospettiva, Biochemtex ha avviato tra il 2013 e il 2014 l'estensione del brevetto per la produzione di enzimi in altri paesi al mondo (Indonesia, India, Corea e Stati Uniti). Questi brevetti sono comunque ancora in fase pending.

Beta Renewables non possiede brevetti sulle tecnologie GREG e MOGHI, che risultano invece in possesso di Biochemtex.

Beta Renewables e l'impianto produttivo sono legati dalle licenze di proprietà. Biochemtex non possiede licenze su PROESA, ma cura gli aspetti di sviluppo di nuova ricerca e progettazione ingegneristica degli impianti. Inoltre, diverse analisi dimostrano che per aumentare la profittabilità di una bioraffineria conviene puntare alla co-produzione di prodotti cosiddetti ad alto valore aggiunto. Nell'impianto di Crescentino tutti i carboidrati contenuti nella materia prima vengono destinati alla produzione di bioetanolo. In particolare, una conversione efficiente della frazione di emicellulosa nella biomassa in alimentazione viene ottenuta ad opera di microrganismi geneticamente modificati, i cui rendimenti di conversione possono essere significativamente condizionati da numerose variabili di processo.

La combinazione della produzione di etanolo dai soli zuccheri a 6 atomi di carbonio della cellulosa con la conversione dell'emicellulosa in prodotti chimici a maggiore valore di mercato può incrementare la profittabilità del processo complessivo. In questo senso, il processo GREG, di proprietà di Biochemtex, consente l'idrogenazione della frazione di emicellulosa per ottenere poliooli e glicoli tra cui il bio-MEG (mono etilen glicole, o glicol etilenico).

Biochemtex ha pianificato di costruire una bio-raffineria con un investimento di \$ 500 milioni a Fuyang (Cina) per produrre bioetanolo e bio-MEG da biomassa cellulosica, in una joint venture con il gruppo cinese Guozhen. La capacità produttiva dell'impianto sarà di 220 kt/anno di bio-MEG. Tuttavia, l'attuale basso corso del prezzo del petrolio, che riguarda anche i carburanti e i prezzi del MEG, potrebbe portare a riconsiderare il progetto, di cui era stato pianificato lo start-up per la fine del 2017.

Un'analoga considerazione vale per la tecnologia MOGHI per produrre bio-idrocarburi a partire da lignina. In questo caso l'integrazione dell'unità di produzione di xileni a partire dalla lignina deve in qualche modo coesistere con la riduzione della produzione di energia ricavabile dalla combustione della stessa.

La valorizzazione del patrimonio materiale e immateriale del Perimetro Bio risulta quindi intrinsecamente unitaria sia per la prosecuzione dell'attuale esercizio, sia per le potenzialità di sviluppo futuro delle tecnologie proprietarie.

#### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 4**

*Lo sviluppo del progetto industriale del Gruppo M&G nel settore della produzione di bioetanolo di seconda generazione richiede la presenza e l'integrazione di diverse componenti, ciascuna*





specializzata in una delle funzioni strategiche da coprire per poter raggiungere l'obiettivo prefissato. L'insieme di queste componenti, che svolgono le funzioni di ricerca, sviluppo tecnologico, ingegnerizzazione, dimostrazione industriale, vendita di prodotti e know-how e pubbliche relazioni, costituisce il cosiddetto "Perimetro Bio", caratterizzato da un forte legame di unitarietà tecnico-economica.

Il Perimetro Bio è articolato in 4 società:

- Biochemtex, società leader a livello globale nello sviluppo e ingegnerizzazione di tecnologie e processi per la valorizzazione di biomasse non alimentari. Biochemtex è il ramo di Ingegneria e Ricerca e Sviluppo di M&G Finanziaria, che ha sviluppato le tecnologie Proesa®, per la produzione di bioetanolo di seconda generazione, GREG per la valorizzazione della frazione di emicellulosa in polioli e MOGHI per la produzione di un bioreformato da lignina da trattare in raffinerie di petrolio per il successivo recupero di chemicals, prevalentemente xileni.
- Italian Bio Products, l'azienda che gestisce l'impianto di Crescentino per la produzione di biocarburanti di seconda generazione a partire da differenti tipologie di biomasse.
- IBP Energia S.r.l., che possiede l'impianto di produzione di energia elettrica a partire direttamente da biomasse e/o lignina, con una caldaia a griglia mobile della potenza termica nominale di circa 48 MWt e potenza elettrica di 13,5 MWe, alimentato con biomasse residuali e con la lignina di scarto proveniente dall'impianto di produzione di bioetanolo.
- Beta Renewables, una joint venture fondata nel 2011 e costituita da Biochemtex (azionista di controllo), dal fondo di private equity statunitense TPG e Novozymes, azienda danese leader nella produzione di enzimi. Beta Renewables ha realizzato tecnologie e impianti per la produzione di bioetanolo ed altri prodotti chimici e gestisce il portafoglio brevetti e tecnologie afferenti al processo utilizzato nello stabilimento di Crescentino.

I brevetti ottenuti in Italia dalle società del Perimetro Bio coprono le sezioni di pretrattamento della biomassa e produzione degli zuccheri di seconda generazione. Beta Renewables detiene esclusivamente brevetti relativi alla tecnologia PROESA e non possiede brevetti relativi alla produzione di enzimi perché questi vengono forniti all'impianto di Crescentino da Novozymes. Beta Renewables non possiede brevetti sulle tecnologie GREG e MOGHI, che risultano invece in possesso di Biochemtex. Beta Renewables e l'Impianto produttivo sono legati dalle licenze di proprietà. Biochemtex non possiede licenze su PROESA, ma cura gli aspetti di sviluppo di nuova ricerca e progettazione ingegneristica degli impianti.

Handwritten signature and initials in blue ink, located at the bottom right of the page. The signature appears to be 'PAB' and the initials below it are 'R' and 'D'.

## 5. GBIO: POSIZIONAMENTO RISPETTO ALLA CONCORRENZA (DESCRITTA IN 3) E ANALISI DEI PREGI E DEI DIFETTI DELL'ORGANIZZAZIONE DI GBIO

### 5.1 Descrizione della tecnologia e delle varianti presenti sul mercato

La produzione di etanolo a partire da materie prime vegetali a composizione lignocellulosica avviene attraverso la **solubilizzazione degli zuccheri** dei polisaccaridi, cellulosa ed emicellulosa, per effetto di un processo di idrolisi enzimatica e successiva fermentazione alcolica mediante microrganismi nativi e/o ingegnerizzati. Il processo richiede un trattamento preliminare della biomassa (**pretrattamento**) finalizzato a facilitare lo stadio successivo di idrolisi dei polisaccaridi ad opera di enzimi. Nella tabella seguente è riportato un elenco delle principali tecnologie utilizzate per il pretrattamento delle biomasse lignocellulosiche, con i relativi vantaggi e svantaggi.

Fra i diversi tipi di pretrattamento, quello che impiega vapore saturo ad elevata pressione, denominato **"steam-explosion"**, alla base del processo industriale di Biochemtex, è generalmente riconosciuto come uno tra i più efficaci ed economici, sia per l'alta resa di idrolisi enzimatica, sia per il basso consumo di additivi chimici e per la sua efficacia rispetto a diverse tipologie di biomasse in ingresso.

Metodo di pretrattamento	Vantaggi	Svantaggi
AFEX (Ammonia Fiber Explosion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumenta l'area superficiale</li> <li>▪ Bassa formazione di inibitori</li> <li>▪ Assenza di frazione liquida nel pretrattato → idrolisi ad alto rapporto solido/liquido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non demolisce la lignina</li> <li>▪ Non idrolizza l'emicellulosa</li> <li>▪ Costo elevato a causa dell'ammoniaca</li> </ul>
Biologico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Degrada lignina ed emicellulosa</li> <li>▪ Basso consumo di energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rese di idrolisi basse</li> </ul>
CO <sub>2</sub> explosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non produce inibitori</li> <li>▪ Aumenta l'area superficiale</li> <li>▪ Bassi costi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non adatta a biomassa con alto contenuto di lignina</li> <li>▪ Non idrolizza l'emicellulosa</li> <li>▪ Necessità di pressioni elevate</li> </ul>
LHW (Liquid Hot Water)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevato grado di solubilizzazione della biomassa</li> <li>▪ Assenza di additivi chimici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impiego di grandi volume di acqua</li> </ul>
Liquidi ionici	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efficace solubilizzazione della cellulosa</li> <li>▪ Alta qualità della lignina</li> <li>▪ Bassi costi di capitale ed energetici</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costo dei liquidi ionici</li> <li>▪ Procedure di recupero ancora non ottimizzate</li> </ul>
Macinazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Riduce la cristallinità della cellulosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consumo elevato di energia</li> </ul>
Organosolv	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produce la demolizione della lignina e l'idrolisi dell'emicellulosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costi elevati per l'impiego di solventi organici e procedure di ricircolo</li> </ul>



Ozonolisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Riduce il contenuto di lignina</li> <li>▪ Bassa formazione di inibitori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costi elevate dovuti all'impiego di ozono</li> </ul>
Steam explosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produce autoidrolisi dell'emicellulosa e modificazioni della lignina</li> <li>▪ Efficace per legni di latifolia e residui agricoli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demolizione incompleta della lignina</li> <li>▪ Produzione di inibitori dei processi di biotrasformazione</li> <li>▪ Scarsa efficacia sui legni di conifera</li> </ul>
Wet oxidation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rimozione efficiente della lignina</li> <li>▪ Bassa formazione di inibitori</li> <li>▪ Basso input energetico (processo esotermico)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Costi elevate dovuti all'impiego di O<sub>2</sub> e di catalizzatori alcalini</li> </ul>

A valle del processo di idrolisi, si ottiene dalla biomassa uno sciroppo che può contenere zuccheri esosi (a sei atomi di carbonio), pentosi (a cinque atomi di carbonio) o entrambi.

La fermentazione dello xilosio, il più abbondante zucchero pentoso, è essenziale per migliorare la profittabilità del processo. Uno dei maggiori problemi per il successo commerciale della produzione di etanolo da biomasse lignocellulosiche è legato al fatto che la maggior parte dei microrganismi presenti in natura comunemente impiegati per la fermentazione (ad es. il lievito *S. cerevisiae*) non sono in grado di trasformare gli zuccheri pentosi. L'impiego di **lieviti ingegnerizzati** rappresenta attualmente la strategia più accreditata per ottenere rese di fermentazione elevate (tipicamente 0.45 g<sub>EtOH</sub>/g zuccheri iniziali). Tuttavia, diversi problemi ne ostacolano ad oggi l'impiego su larga scala. Tra questi, la stabilità del ceppo ingegnerizzato ed i limiti di utilizzo in Italia imposti dalla legge di riferimento (Dlgs. 12 aprile 2001, n. 206).

**La lignina**, non utilizzabile per processi fermentativi, costituisce un residuo del processo di idrolisi e fermentazione e viene bruciata per produrre energia, destinata in parte ad alimentare l'impianto ed in parte ceduta in rete.

## 5.2 Biochemtex: percorso di crescita e competitors

In Italia Biochemtex, a seguito di studi e attività di ricerca e sviluppo tecnologico, supportati da forti investimenti, ha messo a punto Proesa®, una piattaforma tecnologica ora commercializzata da Beta Renewables. Proesa® consente di ottenere biocarburanti e numerosi intermedi chimici a partire da biomasse lignocellulosiche, ed è stata dimostrata su scala industriale nello stabilimento di Crescentino (Vercelli), primo impianto al mondo di taglia pre-commerciale per la produzione di bioetanolo di seconda generazione.

Nel momento in cui M&G, attraverso la società di ingegneria Biochemtex, ha iniziato a sviluppare un piano industriale sull'etanolo da biomassa lignocellulosica, in Europa e nel mondo si potevano individuare pochi competitor industriali. Nel caso degli impianti europei, si trattava tipicamente di installazioni pilota/dimostrative dell'ordine di 1.000-4.000 t/anno di capacità produttiva di etanolo.

Nel campo dell'etanolo da cellulosa per via fermentativa, M&G alzò immediatamente il livello della competizione a dimensioni mai raggiunte prima: 40.000 t/anno di etanolo, prodotte da quasi 200.000 t/anno di biomassa secca in ingresso, oltre alla generazione elettrica rinnovabile da lignina realizzata nell'impianto. A Rivalta fu realizzato un centro di ricerca e sviluppo e selezionato



un team di giovani e brillanti ricercatori da impiegare per lo sviluppo industriale dei diversi segmenti del processo.

**L'industria dell'etanolo da cellulosa si è trovata ad attraversare negli ultimi anni momenti difficili**, principalmente a causa dell'assenza di una politica energetica chiara e di lungo termine, condizione indispensabile per mobilitare i capitali necessari a realizzare ingenti investimenti, delle difficoltà nel mettere a punto filiere di approvvigionamento su grande scala e di fattori esterni che hanno condizionato il business aziendale.

Le società presenti sul mercato sono state elencate nel precedente paragrafo 3. L'iniziativa imprenditoriale di **Sekab** non si è sviluppata come inizialmente previsto. **Abengoa**, in Spagna, ha vissuto una crisi finanziaria legata ad altri settori di business (solare) che ne ha arrestato lo sviluppo anche negli Stati Uniti. **Dong** ha abbandonato il settore dell'etanolo, almeno per il momento, viste le troppe incertezze sui suoi futuri sviluppi.

Altre iniziative stanno procedendo a rilento. **Clariant in Germania** ha mandato importanti segnali positivi, annunciando scorse nuovi progetti, così come **Raízen in Brasile** e **POET-DMS negli U.S.A.**, che ha realizzato un'esperienza di successo nel proprio stabilimento di Emmetsburg, Iowa e progetta di costruire diversi nuovi impianti.

In questi anni il Gruppo M&G è stato quindi tra i pochi a livello internazionale che ha concretamente saputo/potuto procedere nell'ottimizzazione di un impianto industriale di grande scala, elemento oggi che offre un vantaggio competitivo all'azienda.

Le tipologie di biomasse in ingresso ammesse per la produzione di biocombustibili e biocarburanti avanzati si sono ristrette sempre più, le soglie di riduzione delle emissioni di gas serra sono state ulteriormente elevate, e l'incertezza sui futuri sviluppi normativi ha reso estremamente complesso pianificare e/o portare a termine progetti industriali la cui dimensione di investimento si misura nell'ordine delle centinaia di milioni di euro.

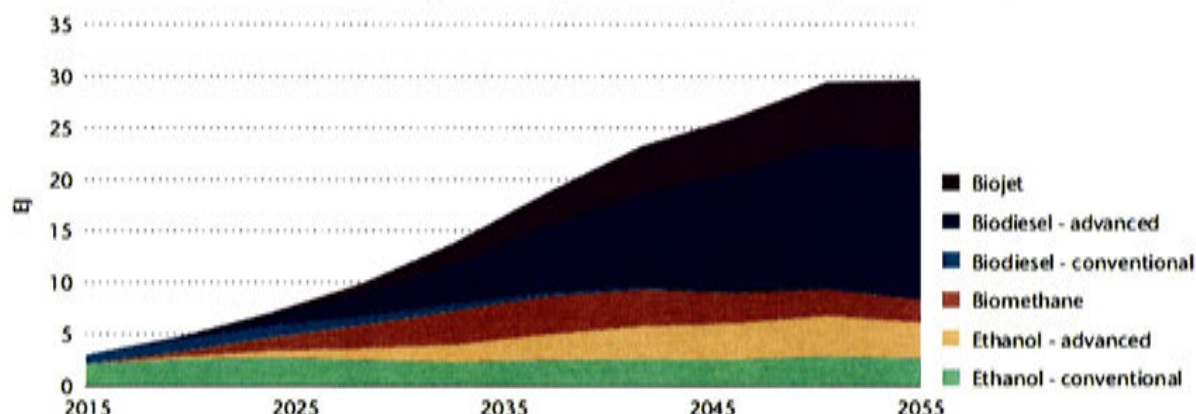
Nonostante ciò, l'iniziativa di M&G è allo stato attuale in Europa l'unico impianto a scala industriale che è stato esercito e ottimizzato su tempi lunghi. Certamente la competitività potrà essere mantenuta solo continuando nello sviluppo della tecnologia, testando le diverse tipologie di biomasse disponibili e indicate dalle Direttive applicabili, e soprattutto realizzando nuovi impianti industriali, cosa che, come è ragionevole attendersi, potrà avvenire in Italia e in Europa non appena le regole del settore per il periodo 2020-2030 saranno definite dalla nuova Direttiva sulle Fonti Rinnovabili di Energia (RED II).

In questo ambito, come già più volte indicato anche dall'*International Energy Agency*, i biocarburanti avanzati rivestiranno un ruolo chiave (e complementare ad altre misure, quali il trasporto elettrico) per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione del settore dei trasporti, come si può vedere dalla figura riportata nella pagina seguente.

La discussione in corso sul tema della RED II ha superato il mese scorso lo scoglio del Parlamento e a breve andrà al Consiglio. L'iter dovrebbe concludersi in un periodo compreso tra i primi mesi e l'estate del 2018: a quel punto la RED II definirà le regole e condizioni per il periodo 2020-2030, aprendo nuove opportunità di business.



Biofuels final transport energy demand by fuel type in the 2DS, 2060



Notes: Conventional biodiesel refers to crop-based FAME biodiesel; advanced biodiesel refers to a range of advanced biofuels suitable for use in the diesel pool.

Fonte: IEA - Technology Roadmap: Delivering Sustainable Bioenergy, 2017

### 5.3 Analisi dei pregi dell'organizzazione di GBIO

Affinché le tecnologie alla base della produzione di bioetanolo di seconda generazione possano godere di un tempo di vita ampio, nell'orizzonte del 2050, risulta più corretto ed appropriato parlare in termini di bioraffineria, ovvero una piattaforma industriale finalizzata ad ottenere, a partire dalla biomassa in alimentazione, più prodotti in uscita non soltanto per il settore energetico, ma anche per la chimica. In questo senso la GBIO presenta importanti punti di forza:

#### 1. dal punto di vista tecnologico:

- una **tecnologia efficace**, idonea al trattamento di numerose materie prime;
- una tecnologia in grado di assicurare buone produttività **senza l'impiego significativo di prodotti chimici**;
- un processo testato su una scala industriale per un numero significativo di ore, **capitalizzando numerosi miglioramenti** a favore di una gestione operativa più efficace, con minori costi di esercizio;
- la disponibilità di un **impianto integrato di produzione di energia elettrica** per la stazione di Crescentino e per l'immissione in rete, con la possibilità di usufruire nei prossimi anni a venire di certificati verdi attualmente non più erogabili.

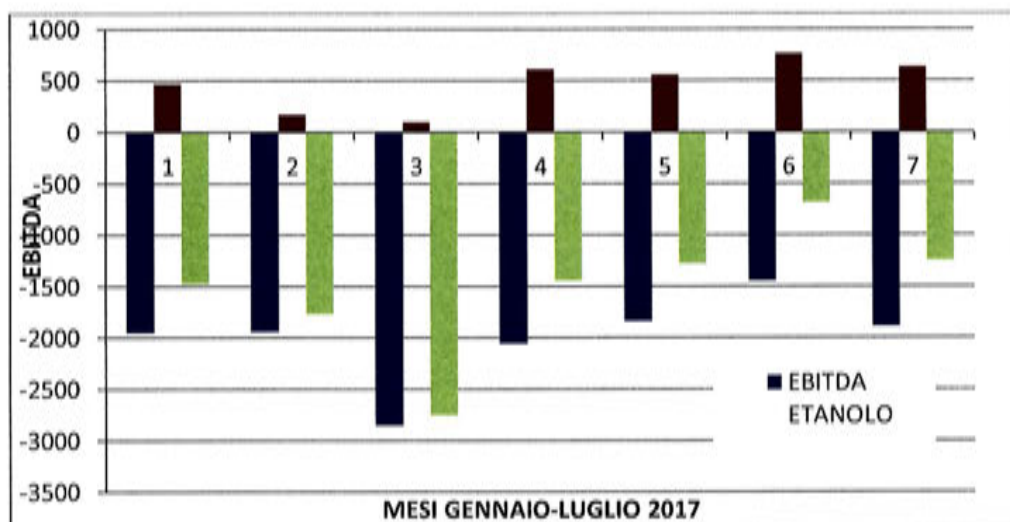
#### 2. dal punto di vista organizzativo:

- una forte **capacità di innovare e realizzare** in tempi rapidi, grazie alla presenza **al suo interno** di un centro di ricerca e sviluppo che è in grado di assicurare il miglioramento continuo di tecnologie e processi e lo sviluppo di quella innovazione necessaria ad affrontare le sfide del mercato.

### 5.4 Analisi dei difetti dell'organizzazione di GBIO

L'impianto di Crescentino si può considerare per taglia un impianto semi-industriale. La taglia produttiva risulta simile a quella degli impianti previsti anche da buona parte degli altri competitor presenti sul mercato globale. Tuttavia, l'impianto soffre di alcune limitazioni:

I dati di consuntivo sull'impianto nel periodo gennaio-luglio 2017, rilevati dal documento "31 luglio 2017, MG bioreporting" indicano per l'impianto di Crescentino un **EBITDA** (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization - utili prima degli interessi, delle imposte, del deprezzamento e degli ammortamenti) **costantemente negativo**, al contrario di quello di IBP che risulta essere invece positivo grazie anche ad un sistema di incentivazione da anni strutturato (certificati verdi) a favore dell'impiego di biomasse e scarti locali.



Tra i costi operativi più importanti, si rilevano il costo della biomassa ed il costo degli enzimi. Per quanto riguarda il **costo della biomassa**, sembrerebbe essere abbastanza **incomprimibile** a causa di:

- impossibilità di produrre localmente la biomassa di *Arundo donax* (canna comune) destinata ad alimentare l'impianto;
- vincoli di approvvigionamento di biomasse residuali da filiera locale.

L'impianto sembra inoltre **lavorare a circa il 60-70 % della sua capacità operativa**, probabilmente a causa dell'elevato **volume di reflui generati** che, per come è configurato l'impianto, devono essere trattati con tecnologie ad alta efficienza, e decisamente costose, per poter essere reintrodotti nel ciclo produttivo.

Un abbattimento dei costi di produzione potrebbe essere associato ad un **efficientamento dello stadio di idrolisi**. Dal documento "PROESA: second generation ethanol plant Crescentino-VC" si evidenzia che:

1. gli idrolizzati zuccherini sono prodotti a partire da una bassa percentuale di solidi sospesi (13-14% DM) che porterebbe alla produzione di soluzioni alcoliche diluite da sottoporre alla fase di distillazione con generazione di volumi di scarti liquidi più elevati. Sembrerebbe che per qualche ragione il processo di *viscosity reduction* di Biochemtex per ottenere idrolizzati ad alto carico di solidi (fino al 40%) non venga implementato completamente;
2. il carico di enzimi utilizzato appare abbastanza elevato (1.704/28.998 U, corrispondenti a circa 150 mg/glucano (calcolato su paglia) a fronte dei circa 100-120 mg/glucano massimo per carichi di solidi nel range indicato. Inoltre, l'impiego esclusivo di preparati enzimatici di ultima generazione, come il CTEC3, dovrebbe garantire performance superiori e quindi l'impiego di

*[Handwritten signature]*



dosaggi più bassi. Dalle rese previste per lo stadio di idrolisi, 70% circa, sembrerebbe invece emergere una bassa efficienza del mix enzimatico utilizzato

3. a fronte di questa bassa efficienza dell'unità di idrolisi, il costo degli enzimi corrisponde a circa il 50% del prezzo dell'etanolo. Una percentuale davvero importante.

Un miglioramento della sezione di idrolisi potrebbe quindi ridurre i costi di produzione. Un'opzione interessante potrebbe essere la produzione in situ degli enzimi analogamente a quanto viene fatto da alcuni competitor (ad es. Clariant in Germania).

In aggiunta a quanto descritto, l'impianto ha un **vincolo nell'esercizio dell'impianto termoelettrico di produzione di energia da biomasse** consistente in una quota obbligatoria di lignina nel mix di alimentazione.

Questi aspetti limitano il pieno sviluppo su scala industriale delle potenzialità dell'impianto nel sito di Crescentino, pur non mettendo in discussione il suo valore come **"opificio dinamico"** in grado di testare diverse materie prime e produrre volumi di rilievo di intermedi.

#### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 5**

*In Italia Biochemtex, a seguito di studi e attività di ricerca e sviluppo tecnologico, supportati da forti investimenti, ha messo a punto Proesa®, una piattaforma tecnologica ora commercializzata da Beta Renewables. Proesa® consente di ottenere biocarburanti e numerosi intermedi chimici a partire da biomasse lignocellulosiche, ed è stata dimostrata su scala industriale nello stabilimento di Crescentino (Vercelli), primo impianto al mondo di taglia pre-commerciale per la produzione di bioetanolo di seconda generazione.*

*Il pretrattamento della biomassa con vapore saturo ad elevata pressione, denominato "steam-explosion", alla base del processo industriale di GBIO è generalmente riconosciuto come uno tra i più efficaci ed economici, sia per l'alta resa di idrolisi enzimatica, sia per il basso consumo di additivi chimici e per la sua efficacia rispetto a diverse tipologie di biomasse in ingresso.*

*L'industria dell'etanolo da cellulosa si è trovata ad attraversare negli ultimi anni momenti difficili, e il Gruppo M&G è stato uno tra i pochi a livello internazionale che ha concretamente saputo/potuto procedere nell'ottimizzazione di un impianto industriale di grande scala, elemento che offre oggi un vantaggio competitivo all'azienda.*

*Nell'ottica di realizzare un esempio concreto di moderna bioraffineria, la GBIO presenta importanti punti di forza sia dal punto di vista tecnologico che da quello organizzativo.*

*L'impianto di Crescentino si può considerare per taglia un impianto semi-industriale. La taglia produttiva risulta simile a quella degli impianti previsti anche da buona parte degli altri competitor presenti sul mercato. Tuttavia, l'impianto soffre di alcune limitazioni, legate essenzialmente ai costi elevati della biomassa e degli enzimi, oltre che ad alcuni aspetti tecnologici che andrebbero ulteriormente ottimizzati. Di conseguenza, l'impianto sembra lavorare a circa il 60-70 % della sua capacità operativa, probabilmente a causa dell'elevato volume di reflui generati che, per come è configurato l'impianto, devono essere trattati con tecnologie ad alta efficienza, e decisamente costose, per poter rientrare nel ciclo produttivo.*

*Un abbattimento dei costi di produzione potrebbe essere associato ad un efficientamento dello stadio di idrolisi. Una opzione interessante potrebbe essere la produzione in situ degli enzimi analogamente a quanto viene fatto da alcuni competitor.*



## 6. CRESCENTINO: VALUTAZIONE DELL'INVESTIMENTO FATTO

Le principali caratteristiche dell'impianto di Crescentino e la sua importanza per lo sviluppo industriale della tecnologia sono state già descritte nei paragrafi precedenti, per cui nel presente capitolo si riporta in dettaglio solo la valutazione dell'investimento fatto per la sua realizzazione e, più in generale, per tutto quanto attiene alle società del Perimetro Bio.

La valutazione dell'investimento è stata effettuata basandosi su analisi tecnico-economiche di realizzazioni e realtà industriali utilizzabili come riferimento. Lo studio tecnico-economico può certamente risentire di approssimazioni, sebbene d'altro canto possa essere più oggettivo rispetto ad altre valutazioni di investimento rintracciabili attraverso le informazioni di mercato. Di seguito vengono riassunte le premesse alla base delle valutazioni effettuate.

- Uno studio di Anex et al. del 2010 riporta i costi di investimento per impianti di produzione di combustibili liquidi a partire da biomasse utilizzando diverse tecnologie. Le date di riferimento per queste valutazioni sono compatibili con la realizzazione dell'impianto DEMO di Crescentino (2011-2012), e si può quindi assumere che i risultati siano congruenti e utilizzabili nella valutazione del caso specifico.
- La tecnologia modellizzata da ADEN per il pretrattamento è una tecnologia differente dalla steam explosion alla base del processo Proesa®. Si tratta di una tecnologia così detta ad acido diluito. Tuttavia uno studio di Tao ed al. del 2011, in cui si confrontano più tecnologie di pretrattamento, ed in particolare la tecnologia ad acido diluito con una steam explosion catalizzata da acidi, indica che, a parità di taglia, la tecnologia che impiega acidi diluiti risulta essere più costosa di quella di steam explosion.

Sulla base di queste assunzioni sono stati stimati i costi di investimento di capitale relativi all'impianto di produzione di bioetanolo. I costi di riferimento per un impianto di produzione di bioetanolo da 161 kt/a, comprensivo di una sezione di produzione di energia, sono stimati pari a 390 M\$. Utilizzando delle formule esponenziali per la stima del costo in riferimento ad una taglia di 40 kt/a si ottiene un costo di investimento compreso tra 120 e 138 M€ (utilizzando rispettivamente un coefficiente di scala esponenziale di 0,7 e 0,6).

Considerando l'andamento della curva di apprendimento come dettagliato di seguito, tale costo può essere considerato sostanzialmente stabile. Di conseguenza, si ha un valore massimo di circa 140 M€, sensibilmente inferiore rispetto ai 178 M€ di fonte GBIO. Alcuni costi di investimento per alcuni impianti simili costruiti recentemente sono elencati in una recente pubblicazione di Losordo et al. (2016)

Progetto	Costo di capitale (10 <sup>6</sup> USD)	Capacità produttiva (10 <sup>6</sup> L)
Impianto Abengoa a Hugoton	444.6	94.6
Impianto Liberty (POET-DSM)	275	94.6
Raizen/logen	100	40
Dupont	276	94.6

I dati sugli investimenti effettuati da altri competitor sul mercato in rapporto alla taglia di impianto confermano sostanzialmente le elaborazioni precedenti.



Per quanto riguarda l'impianto di produzione di energia elettrica da 13,5 MW, afferente alla società IBP Energia, è da rimarcare che il funzionamento dello stesso, dal punto di vista autorizzativo, è vincolato alla co-alimentazione con lignina proveniente dall'impianto di produzione del bioetanolo. Se non ci fosse questa limitazione il valore dell'impianto sarebbe anche superiore al costo di investimento, in quanto la tecnologia è da anni matura con costi intorno ai 4,0-4,5 M€ per MWe di potenza installata. Le analisi delle ore di funzionamento dell'impianto (circa 8.000 ore) mostrano l'assenza di problematiche tecnologiche. Se si stima a parte il costo di investimento per il suddetto impianto, si ottiene quindi un valore corrispondente a  $4,0-4,5 \times 13,5 \text{ MWe} = 54 - 60 \text{ M€}$ , considerando gli anni già di funzionamento si può stimare un valore dell'impianto intorno ai 50 M€.

#### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 6**

*I costi di investimento di capitale relativi all'impianto di produzione di bioetanolo, calcolati utilizzando delle formule esponenziali per la stima del costo in riferimento ad una taglia di 40 kt/a variano tra 120 e 138 M€ (utilizzando rispettivamente un coefficiente di scala esponenziale di 0,7 e 0,6).*

*Se si stima a parte il costo dell'impianto di produzione dell'energia elettrica, considerando un costo di circa 3,7 M€ per MWe di potenza installata, si ha un valore aggiuntivo pari a circa 50 M€, che porta ad un valore totale dell'investimento fatto **dell'ordine dei 170 - 190 M€**.*

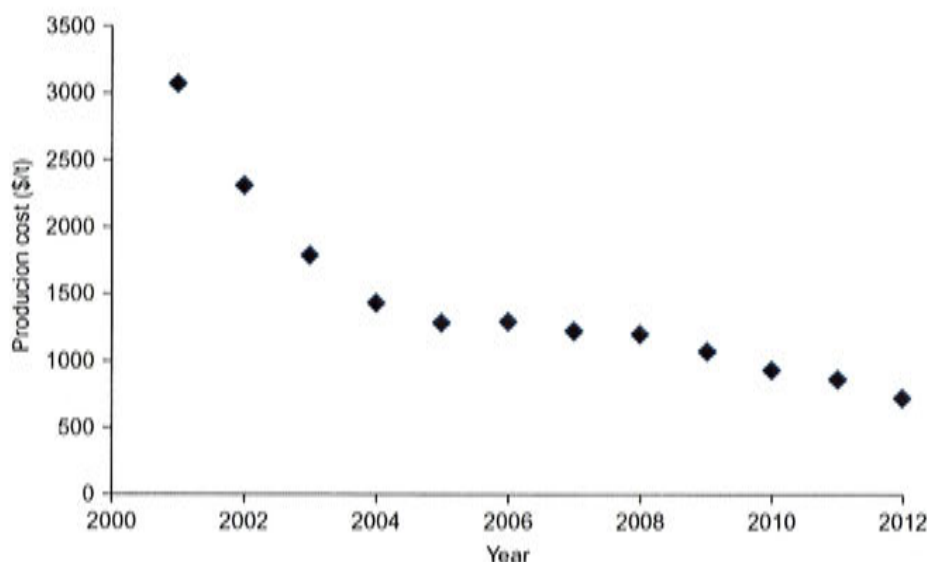


## 7. CRESCENTINO: COSTO DI RIMPIAZZO MINIMO PER CHI VOLESSE AD OGGI DIMOSTRARE LA TECNOLOGIA DELL'ETANOLO CELLULOSICO SU SCALA INDUSTRIALE (LA SCALA RITENUTA NECESSARIA NON NECESSARIAMENTE QUELLA DI CRESCENTINO)

---

Per quanto dettagliato nel paragrafo 5, l'impianto di Crescentino non può essere considerato come un'unità produttiva operante a pieno regime e necessita di Biochemtex a garanzia di un più ampio e versatile sfruttamento futuro. In ogni caso, per quel che riguarda il costo di investimento per il rimpiazzo dell'impianto di produzione di bioetanolo con le attuali tecnologie, la relativa spesa è da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di quella sostenuta per la sua realizzazione.

Uno studio di Davis e collaboratori del 2013 riporta la learning curve per i costi di produzione del bioetanolo di seconda generazione, riferito a diverse analisi e valutazioni tecnico-economiche del National Renewable Laboratory (NRL) negli Stati Uniti. I risultati relativi al periodo dal 2001 al 2012, mostrati nella figura seguente, rivelano che la riduzione dei costi fino a un fattore da quattro a cinque è dovuta all'apprendimento tecnico su tale lungo periodo. In particolare, a partire dal 2010 la curva di riduzione converge verso una sorta di stabilizzazione.



Sulla base di questi andamenti si può assumere che il costo attuale di rimpiazzo della tecnologia non sia molto diverso dal costo di investimento iniziale.

Questa estrapolazione è abbastanza ragionevole tenendo conto che la componente tecnologia a più alto contenuto di innovazione è il pretrattamento. La steam explosion non è un pretrattamento di recente invenzione ed i primi brevetti risalgono agli anni '90, come si può vedere dalla figura riportata di seguito.



<b>United States Patent</b> [19]		[11] Patent Number:	<b>4,966,650</b>
<b>DeLong et al.</b>		[45] Date of Patent:	<b>Oct. 30, 1990</b>
[54] METHOD FOR FRACTIONATION OF LIGNINS FROM STEAM EXPLODED LIGNOCELLULOSES TO PROVIDE FRACTIONS WITH DIFFERENT PROPERTIES		4,470,851 9/1984 Pazner et al. ....	162/16
		FOREIGN PATENT DOCUMENTS	
		2000822 1/1979 United Kingdom .....	162/21
[76] Inventors: Edward A. DeLong, 439-22560 Wye Road, Sherwood Park, Alberta, Canada, T8A 4T6; George S. Ritchie, 2428 Westview Village, Winterburn, Alb., Canada, T0E 2N0		Primary Examiner—Steve Alvo Attorney, Agent, or Firm—Griffin Branigan & Butler	
[21] Appl. No.: 246,069		[57] ABSTRACT	
[22] Filed: Sep. 19, 1988		The chemical components of lignocellulosic material which have been dissociated by a steam explosion process can be extracted from the mixture of components using a solvent extraction process. The solvents are water, alcohol and a mild caustic in that order, or the alcohol step can be by-passed and only water and caustic are used. The caustic is a stronger solvent and it will extract the alcohol soluble along with the caustic only.	
[30] Foreign Application Priority Data			
Sep. 17, 1987 ICA1 Canada .....		547109	

Si sono susseguite negli anni una serie di varianti tecnologiche proprietarie, tra cui quella di Chemtex, che credibilmente hanno raggiunto ottimi livelli di prestazioni

D'altro canto, nell'ipotesi di una separazione del Perimetro Bio e per poter competere nello scenario internazionale validando i propri processi produttivi, **Biochemtex dovrebbe dotarsi di un impianto pilota dimostrativo di taglia pilota che richiederebbe un costo di investimento di circa 35-40 M€** (valore stimato sulla base di quello di un analogo impianto di Clariant in Germania).

#### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 7**

*L'impianto di Crescentino non può essere considerato come un'unità produttiva operante a pieno regime e necessita di Biochemtex per la sua più ampia funzionalità. In ogni caso, per quel che riguarda il costo di investimento per il rimpiazzo dell'impianto di produzione di bioetanolo con le attuali tecnologie, la relativa spesa è da considerarsi dello stesso ordine di grandezza di quella sostenuta per la sua realizzazione.*

*D'altro canto, nell'ipotesi di una separazione del Perimetro Bio e per poter competere nello scenario internazionale validando i propri processi produttivi, Biochemtex dovrebbe dotarsi di un impianto pilota dimostrativo che richiederebbe un costo di investimento di circa 30-40 M€.*

## 8. ANALISI E VALUTAZIONE DEL NUMERO PROBABILE DELLE LICENZE VENDIBILI DA GBIO NEI PROSSIMI CINQUE ANNI SE VIENE MANTENUTA L'UNITARIETÀ

Un'analisi fondata del numero di possibili licenze vendibili da GBIO per la realizzazione di nuovi impianti di produzione di etanolo da cellulosa può essere effettuata partendo da una stima della crescita prevedibile dei potenziali mercati, tenuto conto del fatto che, come detto precedentemente, sono già presenti politiche e forme di incentivazione per il passaggio dai biocarburanti convenzionali a quelli avanzati sia in Europa che negli U.S.A., e misure sostanzialmente analoghe stanno per essere adottate anche in altri paesi come la Cina, l'India e il Brasile.

Allo stato attuale, la produzione di etanolo da cellulosa rappresenta solo una piccola frazione del totale. Per fare un esempio, negli Stati Uniti sono presenti, all'inizio del 2018, 213 impianti per la produzione di etanolo potenzialmente operativi, ma di questi **solo 4 sono stati concepiti per produrre esclusivamente etanolo da cellulosa** e altri tre per produrne un certo quantitativo come output di processi combinati che vedono anche la produzione di etanolo da cereali. Di conseguenza, **la capacità produttiva di etanolo da cellulosa rappresenta, nella migliore delle ipotesi, l'1% circa del totale** (<http://www.ethanolrfa.org/resources/biorefinery-locations/>).

Una recente analisi dei principali mercati del bioetanolo è presentata all'interno del volume Biofuels Production and Processing Technology (2018).<sup>5</sup>

La politica dei biocarburanti negli Stati Uniti<sup>6</sup> continua quindi ad avere un futuro incerto.

Le principali aziende che hanno avviato di recente progetti per la realizzazione di etanolo da cellulosa sul mercato americano sono:

- POET-DSM Advanced Biofuels LLC, una joint venture 50/50 tra Royal DSM e POET LLC. Il primo impianto di etanolo cellulosico commerciale di DSM Advanced Biofuels, Project Liberty, con uno start-up previsto per il Q2 del 2014 (<http://poet-dsm.com/liberty>) ha una capacità produttiva di 25 mgy (*milioni di galloni/anno*) di etanolo 2G.
- Abengoa Bioenergy (<http://www.abengoabioenergy.com/>), che stava costruendo il suo primo impianto di scala commerciale a Hugoton, Kansas, con una capacità produttiva prevista di 25 mgy (circa 100 milioni di L) di etanolo da cellulosa e una potenza installata di 22 MW di elettricità rinnovabile.
- DuPont (<http://biofuels.dupont.com>), che sta costruendo il suo primo impianto di etanolo cellulosico su scala commerciale a Nevada, Iowa con una capacità prevista di 30 mgy.

Tali iniziative coprirebbero una produzione complessiva di circa 80 mgy. Le taglie medie di impianto sono dell'ordine dei 100 ML, confrontabili con quella dell'impianto di Crescentino della Biochemtex (*nameplate capacity* 60 kt/y corrispondenti a circa 75 ML).

<sup>5</sup> Arnaldo Walter - Future Trends and Outlook in Biofuels Production, 663-679

<sup>6</sup> Renewable Fuel Standard Program - <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program>



In realtà, la Abengoa Corporation è fallita nel 2015 e tutte le operazioni relative all'impianto americano si sono arrestate, mentre l'impianto è stato venduto a Synata Bio. POET continua invece a migliorare le operazioni nel proprio stabilimento e progetta di costruire nuovi impianti sulla base dell'esperienza di successo nello stabilimento di Emmetsburg, Iowa.

La seguente tabella riporta le traiettorie previste per lo sviluppo del mercato dei biocarburanti negli Stati Uniti secondo la RFS (etanolo da cellulosa e carburanti diesel da biomassa sono compresi fra gli "advanced biofuels". I volumi sono espressi in miliardi di galloni).

Volume Standard as Set Forth in EISA					
Year	Cellulosic Biofuel	Biomass-Based Diesel	Advanced Biofuel	Total Renewable Fuel	"Conventional" Biofuel
2009	N.A.	0.5	0.6	11.1	10.5
2010	0.1	0.65	0.95	12.95	12.0
2011	0.25	0.8	1.35	13.95	12.6
2012	0.5	1.0	2.0	15.2	13.2
2013	1.0	*	2.75	16.55	13.8
2014	1.75	*	3.75	18.15	14.4
2015	3.0	*	5.5	20.5	15.0
2016	4.25	*	7.25	22.25	15.0
2017	5.5	*	9.0	24.0	15.0
2018	7.0	*	11.0	26.0	15.0
2019	8.5	*	13.0	28.0	15.0
2020	10.5	*	15.0	30.0	15.0
2021	13.5	*	18.0	33.0	15.0
2022	16.5	*	21.0	36.0	15.0

\* statute sets 1 billion gallons minimum, but EPA may raise requirement  
 Note: There is no statutory volume requirement for "conventional" biofuel. The conventional volumes in the table are calculated (total – advanced) and are certain biofuels that do not qualify as advanced

Fonte: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>

Per quel che riguarda in modo specifico l'etanolo da cellulosa, i quantitativi immessi al consumo sono stati finora notevolmente inferiori a quanto a suo tempo stabilito. Gli obblighi della RFS per il 2018 sono quindi già stati rivisti al ribasso (novembre 2017), portandoli da 7 miliardi a 288 milioni di galloni (Fonte: F.O. Licht's World Ethanol and Biofuels Report, 2018).

Tenendo conto di questo volume di etanolo cellulosico, che è comunque ben lontano dall'attuale produzione, e considerando una taglia media di riferimento di 50 kt/y (16,7 mg, milioni di galloni), si può ritenere necessaria **la realizzazione di un totale di 17 nuovi impianti**. Considerato che sono presenti sul mercato almeno altri due competitor, si può stimare per GBIO un numero massimo di **6 licenze vendibili** nell'immediato futuro.

Lo scenario RFS al 2022 prevede la produzione di 21 bg (*miliardi di galloni*) di etanolo cellulosico. Traslando al 2022 in maniera lineare il mancato adeguamento osservato al 2018, si ottengono circa 870 mg di etanolo cellulosico, **corrispondenti a 52 impianti in totale e 17 impianti, in media, per produttore** (nell'ipotesi di 3 competitor).

Per ottenere ulteriori elementi di valutazione abbiamo discusso alcuni possibili scenari con esperti americani. L'RFS negli Stati Uniti continua ad avere un futuro incerto e questo ha un impatto negativo sugli investimenti. Diversi impianti di 1G stanno aggiungendo al loro layout di processo la tecnologia per convertire in etanolo anche la fibra di mais (che contiene frazioni cellulosiche), anziché solo la frazione di amido, ed è qui che, secondo i nostri interlocutori, si prevede la maggior parte della crescita della produzione di etanolo 2G nei prossimi 5 anni.

In questo modo, per un investimento di Capex relativamente contenuto, **si otterrebbe una produzione aggiuntiva stimata fra l'1% e il 5% massimo di etanolo cellulosico** (valutazione di esperti). Tenendo quindi conto dell'attuale produzione di etanolo da mais, pari a circa 58 bl, che rimarrà sostanzialmente stabile nei prossimi anni, e di queste percentuali, si ottiene una produzione di etanolo cellulosico di **2,3 Mt, corrispondenti a 45 impianti della taglia di 50 kt/y ciascuno; nell'ipotesi di 3 competitors, 15 impianti per produttore.**

**Si può pertanto concludere che il numero di impianti realizzabile in USA fino al 2022 da parte di Biochemtex potrebbe variare tra 6 e 17**

In Brasile, la produzione di etanolo è diminuita nel 2009 rispetto all'anno precedente e nel 2011 si è registrata una riduzione molto più forte. La ragione principale sta nel controllo da parte del governo federale dei **prezzi di benzina e carburante diesel dal 2008 al 2014**, che ha **ridotto la competitività del bioetanolo**, principalmente quello in forma idrata, che compete direttamente con la benzina. In Brasile, l'etanolo anidro viene miscelato con la benzina per l'alimentazione di motori convenzionali, mentre l'etanolo idratato è usato nei veicoli flexfuel.

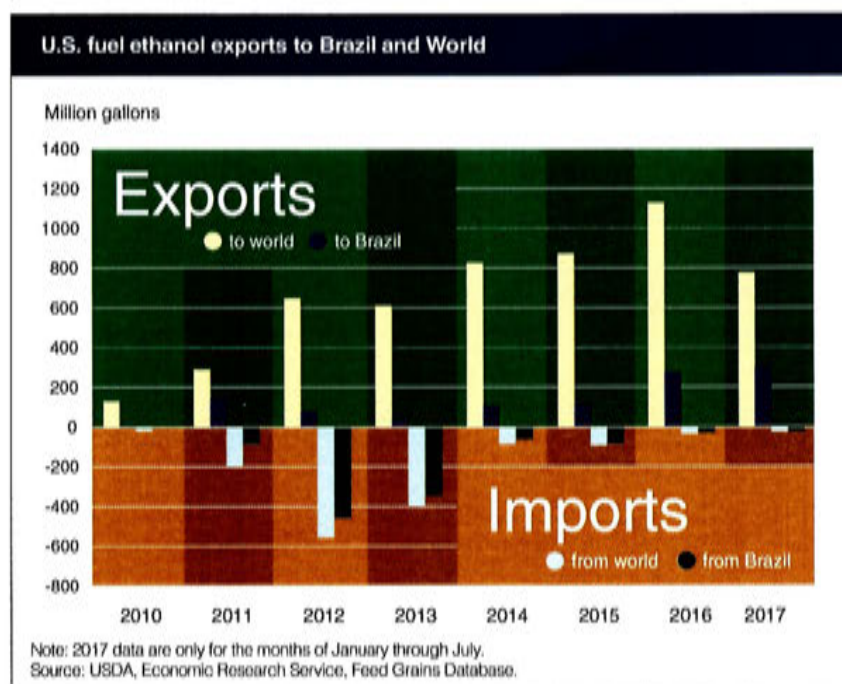
Gli altri fattori che incidono sulla produzione di etanolo si riferiscono alla **crisi del settore** (anche a causa della ridotta competitività), alla minore produttività dovuta alla **manca di investimenti**, a condizioni meteorologiche avverse e al **compattamento del terreno** dovuto ad una massiccia meccanizzazione. Tuttavia, nel 2013 è iniziato un lento processo di recupero.

In Brasile non ci sono politiche o incentivi specifici per promuovere lo sviluppo di biocarburanti avanzati, tuttavia l'introduzione di una politica governativa che vieta la combustione in campo della canna da zucchero, una pratica un tempo utilizzata per favorire la fertilizzazione del suolo, sta promuovendo lo sviluppo di nuove tecnologie per la valorizzazione dei residui di canna da zucchero e quindi di tecnologie per la produzione di etanolo di seconda generazione.

Negli ultimi anni il Brasile ha importato etanolo dagli Stati Uniti in quantità crescenti fino a circa 300 mg nel 2017, come mostrato nella figura riportata nella pagina seguente.







GranBio è stata la prima azienda ad annunciare piani per la realizzazione di un impianto commerciale di etanolo cellulosico nell'emisfero australe, in collaborazione con bioChemtex in Italia. Questo impianto, basato sulla tecnologia Proesa® di bioChemtex, costruito nello stato di Alagoas è entrato in funzione nel 2014, producendo 82 milioni di litri di etanolo cellulosico da bagassa e altre materie prime.

Due impianti di etanolo cellulosico da **40 milioni di litri all'anno** (circa 30 kt/y) sono attualmente previsti da Petrobras Biofuel e Raízen. Nel dicembre 2013, Raízen ha iniziato la costruzione di un impianto di etanolo cellulosico basato sulla tecnologia Iogen Energy (una joint venture tra Raízen e la canadese Iogen Corporation, produttrice di enzimi), un progetto da **\$ 100 milioni**, adiacente al mulino di canna da zucchero Costa Pinto di Raízen a Piracicaba, San Paolo.

Immaginando di sostituire i quantitativi di etanolo attualmente importati con etanolo cellulosico con la realizzazione di impianti produttivi della taglia orientativa di 30kt/y **si può stimare un totale di 30 impianti produttivi, corrispondenti a circa 15 impianti per ciascuno dei 2 competitor presenti sul mercato locale.**

L'analisi dell'IEA indica che nel **Brasile** l'obiettivo di raggiungere una quota del 18% di biocarburanti sostenibili nel suo mix energetico **entro il 2030** si tradurrà nella necessità di produrre **50 miliardi di L di etanolo**, circa il doppio dell'attuale produzione. Questo scenario potrebbe certamente richiedere un'importante accelerazione nella capacità produttiva dell'industria del settore.

**Nell'Unione Europea**, la revisione della Direttiva sulle energie rinnovabili (RED II) per il 2030 con l'introduzione di un mandato preciso per i biocarburanti di seconda generazione rappresenta certamente uno scenario favorevole (aumento della quota di biocarburanti avanzati sui consumi finali di energia nei trasporti dallo 0,5% nel 2021 al 3,6% entro il 2030).

Secondo uno studio recente di E4tech si stima che l'etanolo cellulosico nell'UE potrebbe arrivare a circa 2,75 miliardi di litri nel 2030 (**46 impianti**). Uno scenario più ambizioso propone 3,8 miliardi



di litri da **64 impianti**. Immaginando la presenza di 3 competitor inclusa Biochemtex sul mercato si può stimare in media per il 2030 la **realizzazione da 15 a 21 impianti al massimo**. Tuttavia, **sebbene molti progetti siano in corso, si prevede che gli investitori attenderanno che questi primi progetti possano essere validati su un periodo significativo prima di essere disposti a investire in nuovi impianti**

La disponibilità di materie prime a basso costo viene riportato come un fattore importante per raggiungere il livello di sviluppo proposto per i progetti. Dati i costi di produzione delineati in questo studio per il 2030 (riduzione a 0,59-0,77 EUR/litro), appare essenziale un forte supporto politico. In particolare, **l'attuale obbligo di miscelazione** proposto per i carburanti avanzati **sarà fondamentale** per fornire i giusti segnali agli investitori. Inoltre, la politica dovrà sostenere miscele di etanolo con un più elevato tenore di alcol, come E20, per creare un mercato in crescita sostenibile per l'etanolo rinnovabile.

Entro il 2022, il **governo indiano** propone di ridurre la sua dipendenza dalle importazioni di petrolio greggio di dieci punti percentuali in diversi modi: aumentare la produzione interna; promuovendo l'efficienza energetica ed il risparmio energetico; incoraggiando un maggiore uso di combustibili alternativi. La crescita del mercato dei biocarburanti ridurrà in parte la dipendenza dalle importazioni di petrolio greggio e incoraggerà l'uso ottimale di altre risorse energetiche rinnovabili, in particolare quando le forti prospettive di crescita economica determineranno una maggiore domanda di benzina e di prodotti petroliferi. L'India nel 2016 ha raggiunto la sua più alta penetrazione nel mercato dell'etanolo, con un tasso di miscelazione nella benzina del 3,3 per cento in media in tutto il paese. Ciononostante, entro il 2018 le forniture di etanolo saranno limitate. Di conseguenza, è probabile che il programma di miscelazione di etanolo, EBP-ethanol blending programme, si espanderà, ma a un ritmo più lento in quanto **la domanda dell'industria è in buona parte soddisfatta dalle importazioni**. In condizioni normali di mercato, si prevede che le importazioni di etanolo passeranno da 400 milioni di litri nel 2016 a 600 milioni di litri fino al 2018. Quasi l'80% di etanolo importato (del valore di \$ 173 milioni) nel 2016 proveniva dagli Stati Uniti. Per inciso, **il volume delle importazioni del 2016 è stato il più grande dal 2009** (278 milioni di litri) e quasi il doppio del volume delle importazioni del 2015<sup>7</sup>.

Quindi, in India le prospettive per i prossimi anni sono che l'EBP si espanda, ma a un ritmo più lento, e la domanda dell'industria sarà soddisfatta in parte attraverso l'aumento delle importazioni. **In sintesi, il mercato indiano appare ancora estremamente incerto per un'analisi di previsione sugli investimenti.**

In **Cina** lo sviluppo commerciale dei biocarburanti di seconda generazione/avanzati da materie prime cellulosiche è stato finora limitato solo alla produzione di piccoli volumi. Attualmente esiste in Cina una sola struttura dimostrativa/commerciale che utilizza come materia prima tutoli di granturco. Tuttavia, esiste un notevole potenziale per l'ulteriore produzione di etanolo cellulosico basata su un'ampia gamma di residui agricoli che potrebbero essere utilizzati come materie prime. L'utilizzo di tali residui agricoli è probabilmente la migliore opportunità per la Cina di espandere la sua produzione di etanolo, con l'obiettivo al tempo stesso di contrastare i cambiamenti climatici e ridurre le emissioni inquinanti dei trasporti. Le strutture commerciali di produzione di etanolo attualmente attive in Cina, elencate nella tabella seguente, hanno dovuto superare un lungo e complesso iter di approvazione governativo e questo requisito può **limitare l'accesso al mercato di nuovi potenziali operatori.**

<sup>7</sup> India Biofuels Annual 2017 (USDA report)



Company	Year	Capacity (ML/y)	Feedstock
COFCO Bio-energy Co. Ltd.	2001	354.9	Corn
Jilin Fuel Alcohol Co. Ltd.	2003	760.5	Corn
Anhui BBKA Biochemical Co. Ltd.	2005	557.7	Corn
Henan Tianguan Group	2005	633.7	Wheat, Cassava
Guangxi COFCO Bio-energy Co. Ltd	2008	253.5	Cassava
ZET Energy Ltd.	2012	63.4	Sorghum
Longlive Biotechnology Co. Ltd	2012	63.4	Corn cob
China National Petroleum Corporation (CNPC)	2013	38.0	Cassava

Il 23 luglio 2010, **COFCO** ha fondato il Centro nazionale di ricerca e sviluppo sui biocarburanti, con l'obiettivo di accelerare l'industrializzazione dell'etanolo cellulosico. Entro la fine del 2013, COFCO aveva una capacità di produzione totale di etanolo di 960.000 tonnellate, pari al 47% della produzione nazionale.

Il primo impianto di etanolo cellulosico commercializzato in Cina, presso lo stabilimento **Longlive Group** da 50.000 tonnellate annue, nella provincia di Shandong, è entrato in funzione nel 2012 e utilizza le pannocchie di mais come materia prima per produrre etanolo, xilitolo e altri prodotti di elevato valore di mercato utilizzando una tecnologia proprietaria.

**COFCO** sta inoltre sviluppando un progetto dimostrativo di etanolo cellulosico da 50.000 tonnellate all'anno in collaborazione con **Sinopec** e **Novozymes**. Si aspettano che l'etanolo cellulosico sia economicamente competitivo con la benzina senza sussidi con un prezzo del petrolio di circa US \$ 100 al barile. Tuttavia, a causa dell'attuale basso prezzo del petrolio greggio e del basso livello di sussidi, il COFCO sembra preferire un percorso conservativo.

Negli Stati Uniti l'etanolo cellulosico dovrebbe coprire nella previsione al 2022 circa il 50% dei biocarburanti totali. Se si applica questa percentuale alla Cina si può stimare una produzione di **3.5 Mt di bioetanolo di seconda generazione** (10 Mt da previsione - 3Mt attuali / 2). Assumendo anche in questo caso dei rallentamenti nella crescita della produzione dovuti a difficoltà di implementazione delle tecnologie, in uno scenario in cui l'etanolo da cellulosa rappresenti solo il 10% del totale si produrrebbero **0,7 Mt di bioetanolo di seconda generazione**.

Nell'ipotesi di una taglia di riferimento di 50 kt/y, il numero di impianti totali varia tra 71 e 15, corrispondenti (con la presenza sul mercato di 3 competitor) ad un numero di impianti per competitor compreso tra 24 e 5.

## 8.1 Scenario di lungo termine: potenziali minacce

### *Impatto delle nuove tecnologie cosiddette "game changing"*

I veicoli elettrici (EV) sono quella che in gergo si definisce una "game changing technology", ovvero una tecnologia dirompente che può potenzialmente contribuire a ridurre notevolmente le emissioni di gas serra e migliorare la qualità dell'aria nelle città.

Nei prossimi decenni, i veicoli elettrici non saranno comunque la sola alternativa utilizzabile per la

decarbonizzazione del settore dei trasporti. Le attuali vendite di veicoli elettrici rappresentano infatti meno dell'1% del totale dei veicoli leggeri, ma si prevede che potrebbero aumentare fino al 35% del totale nel 2040.

### ***Biocarburanti diversi dall'etanolo***

I biocarburanti prodotti per via termochimica (es metanolo, DME) potrebbero competere con i biocarburanti prodotti attraverso processi biochimici come il bioetanolo. Il vantaggio delle tecnologie termochimiche risiede nel fatto di poter convertire un numero più ampio di materie prime caratterizzate da diversa composizione, inclusi i rifiuti. Inoltre tutte le componenti della biomassa, inclusa la lignina, vengono convertite in gas di sintesi e successivamente in biocarburante. Tuttavia la formazione di catrami durante la trasformazione termochimica delle biomasse che l'efficienza del processo ed aumenta i costi rappresenta una delle sfide tecnologiche più importanti ancora da superare.

## **8.2 Scenario di lungo termine: potenziale di sviluppo**

### ***Impatto dello sviluppo di bioraffinerie integrate***

La filiera e la tecnologia dell'etanolo da biomassa lignocellulosica sono tipicamente quelle del biorefining, e di conseguenza le **potenzialità sono enormi** e non facilmente riconducibili ad un semplice elenco. Il cuore del sistema risiede nella produzione di zuccheri da idrolizzati lignocellulosici, da cui si avvia la produzione di etanolo, ma da cui si può anche partire per la produzione di numerosi prodotti chimici "green" derivanti dalla trasformazione di questi zuccheri per via biologica o chimica.

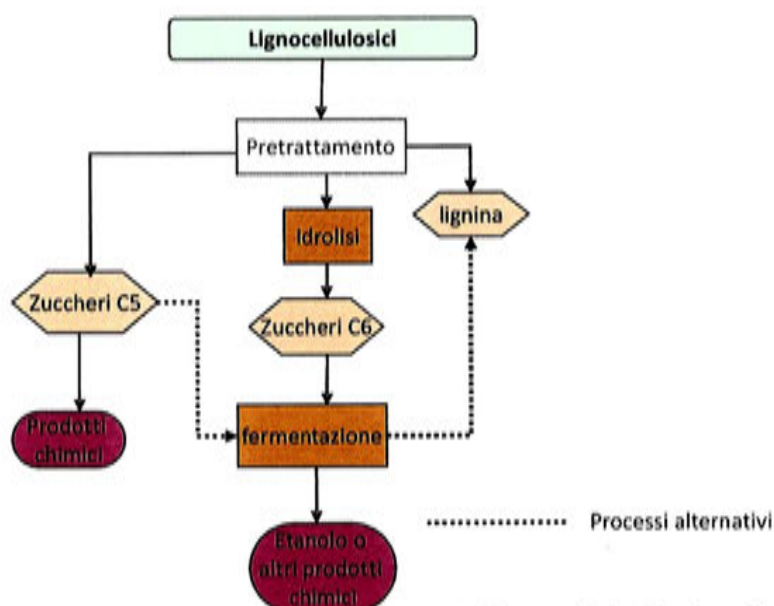
Gli impianti per la produzione di biocombustibili e/o biocarburanti vengono attualmente indicati come **bioraffinerie energy-driven**, ovvero orientate alla produzione di prodotti energetici per differenziale da quelle "chemicals-driven", ovvero quelle in cui il prodotto principale è rappresentato da una sostanza chimica di ampio impiego industriale. In generale, una bioraffineria consiste in una piattaforma tecnologica integrata che consente di trasformare le biomasse in ingresso in una serie di prodotti finali (**prodotti chimici, materiali, combustibili, energia**) in maniera analoga a quanto avviene in una raffineria petrolchimica.

La task 42 all'interno dell'IEA Bioenergy Agreement ha elaborato una classificazione articolata delle bioraffinerie sulla base delle diverse materie prime in ingresso e dei possibili prodotti in uscita. La **bioraffinazione delle biomasse in diversi prodotti è finalizzata a massimizzare la profittabilità economica del loro impiego e ridurre l'impatto ambientale associato al processo produttivo**. Questo approccio risulta particolarmente importante nelle bioraffinerie che trasformano biomasse di cosiddetta seconda e terza generazione, ovvero biomasse non utilizzabili per produrre alimenti o mangimi.

I processi di produzione dei biocarburanti a partire da biomasse non convenzionali hanno produttività tipicamente più basse degli equivalenti di prima generazione, e pertanto lo sfruttamento ottimizzato di tutte le componenti della materia prima è un presupposto fondamentale per migliorare la competitività del processo.

La figura seguente illustra in maniera schematica un processo di trasformazione di biomasse lignocellulosiche per l'ottenimento di bioetanolo.





Schema a blocchi di bioraffinerie da materiali lignocellulosici che utilizzano processi di trasformazione biotecnologici

Gli zuccheri ottenuti dalla biomassa rappresentano una **piattaforma versatile** per l'ottenimento di numerosi prodotti cosiddetti "biobased". Un elenco parziale di prodotti ricavabili dalla biomassa lignocellulosica tramite processi di idrolisi e fermentazione è riportato nella tabella seguente.

Categoria chimica del bioprodotto	Nome		Applicazioni
ALCOLI	Ottenuti attraverso la fermentazione degli zuccheri	Etanolo	Biocarburante, additivo, molecola base per produrre bioetilene
		Butanolo	Biocarburante, solvente
DIOLI		2,3-Butanediolo, 1,4-Butandiolo	Solventi, molecole base per produrre poliesteri, elastomeri, prodotti di chimica fine
LIPIDI MICROBICI		Trigliceridi	Biocarburanti, oli per produzione di bioplastiche
ACIDI ORGANICI		Acido succinnico	Solventi (tetraidrofurano), precursore chimico nella sintesi di poliesteri
		Acido itaconico	Polimeri, resine, plastiche
		Acido lattico	Plastiche a base PLA
TERPENOIDI		Farnesene	Componente per carburanti avio
LIGNINA RESIDUA			Componenti per carburanti avio , intermedi per la sintesi di plastiche (xileni)

La lignina (a fine tabella) diviene una materia prima, ricca in composti fenolici e altri elementi di alto valore aggiunto, da cui iniziare a sviluppare ulteriori filiere produttive della chimica verde, ed anche in questo campo M&G si è posta al cutting-edge tecnologico, avendo svolto e svolgendo ricerche per valorizzarla in molteplici ambiti come fonte di diversi prodotti chimico-energetici.

### **SINTESI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE PARAGRAFO 8**

*Un'analisi fondata del numero di possibili licenze vendibili da GBIO per la realizzazione di nuovi impianti di produzione di etanolo da cellulosa può essere effettuata partendo da una stima della prevedibile crescita dei potenziali mercati.*

*lo scenario RFS al 2022 prevede la produzione di 21 miliardi di galloni di etanolo cellulosico. Traslando al 2022 in maniera lineare il mancato adeguamento osservato al 2018, si ottengono circa 870 mg (milioni di galloni) di etanolo cellulosico, corrispondenti a 52 impianti in totale e **17 impianti**, in media, per produttore (nell'ipotesi di 3 competitor presenti sul mercato).*

*Per quel che riguarda gli **Stati Uniti**, i quantitativi di etanolo da cellulosa immessi al consumo sono stati finora notevolmente inferiori a quanto a suo tempo stabilito. Gli obblighi della RFS per il 2018 sono quindi già stati rivisti al ribasso (novembre 2017), portandoli da 7 miliardi a 288 milioni di galloni. Tenendo conto di questo volume di etanolo cellulosico, che è comunque ben lontano dall'attuale produzione, e considerando una taglia media di riferimento di 50 kt/y (16,7 mg), si può ritenere necessaria la realizzazione di un totale di 17 nuovi impianti. Considerato che sono presenti sul mercato almeno altri due competitor, **si può stimare per GBIO un numero massimo di 6 licenze** vendibili nell'immediato futuro.*

*L'analisi dell'IEA indica che nel Brasile l'obiettivo di raggiungere una quota del 18% di biocarburanti sostenibili nel suo mix energetico entro il 2030 si tradurrà nella necessità di produrre 50 miliardi di Litri di etanolo, circa il doppio dell'attuale produzione. Questo scenario potrebbe certamente richiedere un'importante accelerazione nella capacità produttiva dell'industria del settore. Immaginando la realizzazione di impianti produttivi della taglia orientativa di 30 kt/y si può ipotizzare la realizzazione di un totale di 30 impianti produttivi, corrispondenti a circa **15 impianti per ciascuno dei 2 competitor** presenti sul mercato locale.*

*Sebbene sia il quarto produttore mondiale di etanolo, la Cina ha rappresentato poco più del 3% della produzione globale nel 2016. Il governo cinese vuole espandere la produzione fissando un obiettivo di 10 milioni di tonnellate entro il 2020, quasi il quadruplo della produzione del 2015.*

*Se si applica per la **Cina** la stessa previsione di sostituzione di etanolo fissata negli Stati Uniti, ossia coprire al 2022 circa il 50% dei biocarburanti totali, si può stimare una produzione di 3.5 Mt di bioetanolo di seconda generazione (10 Mt da previsione - 3 attuali / 2). Assumendo anche in questo caso dei rallentamenti nella crescita della produzione dovuti a difficoltà di implementazione delle tecnologie, in uno scenario in cui l'etanolo da cellulosa rappresenti solo il 10% del totale si produrrebbero 0,7 Mt di bioetanolo di seconda generazione. Nell'ipotesi di una taglia di riferimento di 50 kt/y, il numero di impianti totali varia tra 71 e 15, corrispondenti (con la presenza sul mercato di 3 competitor) ad un **numero di impianti per competitor compreso tra 24 e 5**.*

*È da notare che i processi di produzione dei biocarburanti a partire da biomasse non convenzionali hanno produttività tipicamente più basse degli equivalenti di prima generazione, e pertanto lo sfruttamento ottimizzato di tutte le componenti della materia prima è un presupposto fondamentale per migliorare la competitività del processo. Questo risultato potrà essere ottenuto con impianti che funzionano come vere e proprie bioraffinerie, piattaforme tecnologiche integrate che consente di trasformare le biomasse in ingresso in una serie di prodotti finali (prodotti chimici, materiali, combustibili, energia) in maniera analoga a quanto avviene in una raffineria petrolchimica. In quest'ottica, gli zuccheri ottenuti dall'idrolisi della biomassa lignocellulosica rappresentano una materia prima versatile per l'ottenimento di numerosi prodotti cosiddetti "biobased", mentre la lignina, ricca in composti fenolici e altri elementi di alto valore aggiunto,*



*diviene a sua volta un substrato da cui iniziare a sviluppare ulteriori filiere produttive della chimica verde.*

***Tornando al punto del quesito sul numero di licenze vendibili ed in particolare sui 3 scenari previsti dal Business Plan, in base a quanto sopra, sinteticamente si può asserire che quello probabilisticamente più attendibile appare lo scenario 1 con un numero di licenze vendibili nei prossimi anni pari a 21.***

Si ritiene infine necessario sottolineare come tutte le considerazioni e valutazioni economiche sopra effettuate hanno un senso solo a patto che le attività del GBIO riprendano in tempi brevi e in modo stabile, sia perché un lungo periodo di forzata inattività comporta inevitabilmente una progressiva perdita di funzionalità di impianti e infrastrutture, sia per la diminuita capacità di competere nei confronti dei potenziali concorrenti internazionali a causa del mancato sviluppo e aggiornamento delle competenze e del know-how.

Tanto si doveva per l'incarico ricevuto

19 Febbraio 2018

I Periti Incaricati

Ing. Giacobbe Braccio

Dr. Vito Pignatelli

Dr.ssa Isabella De Bari

