



scienza attiva[®]

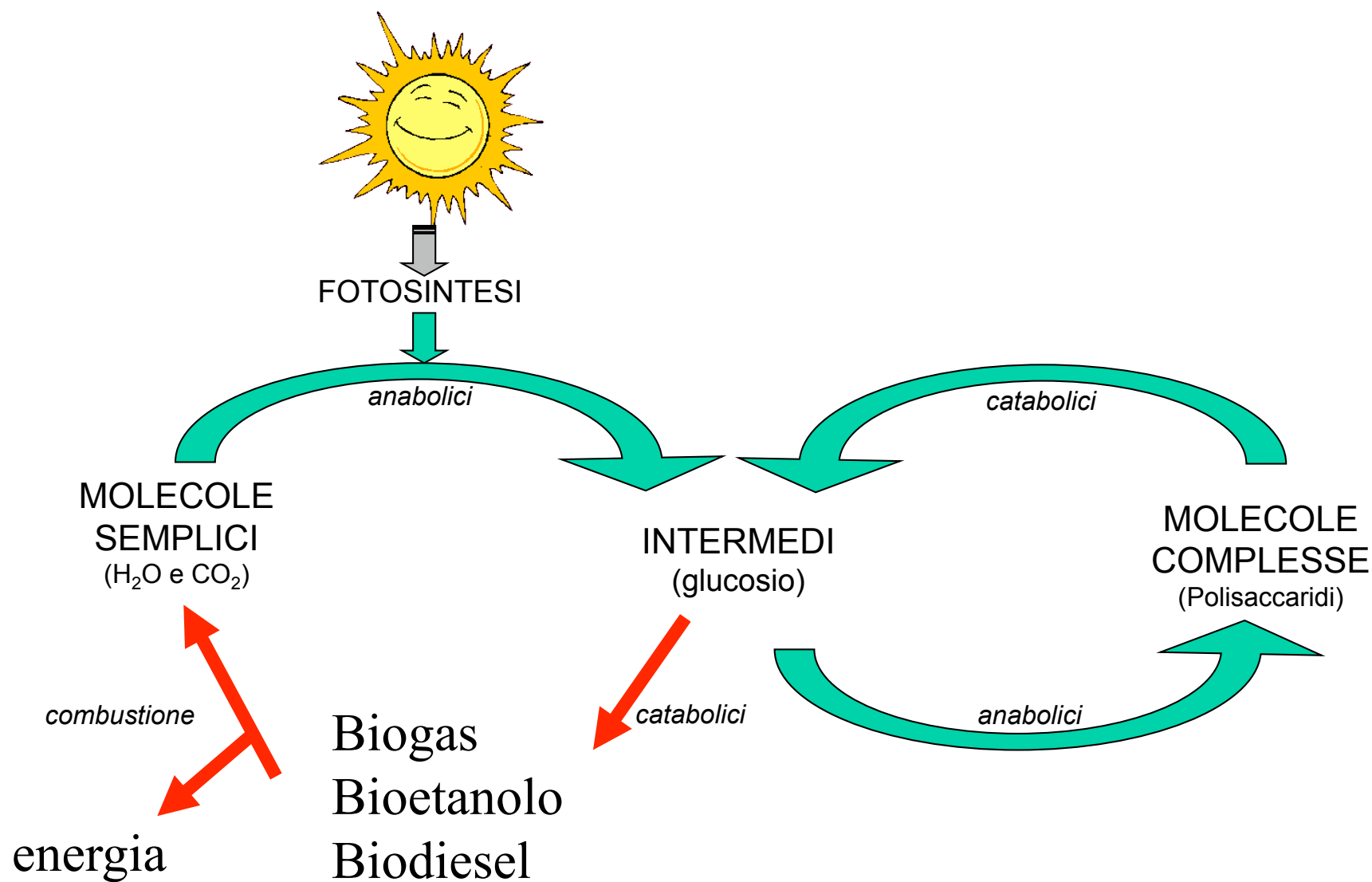
Energia solare BIOMASSA

Leonardo Setti

Polo di Rimini – Università di Bologna

Associazione Luce&Vita^{energia}, Medicina (BO)

Ciclo solare del carbonio per la produzione di biocombustibili



Per biomassa si intende ogni sostanza organica derivante, direttamente o indirettamente, dalla fotosintesi clorofilliana. Il termine “biomasse” indica dunque sostanze di natura molto eterogenea, quali scarti dell’agricoltura, dell’allevamento e dell’industria, residui agricoli forestali, rifiuti urbani civili e industriali (umidi e secchi), legname da ardere, reflui degli allevamenti o, infine, specie vegetali coltivate ad hoc (biomasse energetiche).

Fino al 1860, l'Uomo ha sempre utilizzato biomasse per produrre l'energia di cui aveva bisogno:

1. Riscaldamento domestico
2. Alimentazione del bestiame da lavoro (coltivazione dei campi, mulini,...)
3. Alimentazione dei forni per fondere i metalli

Nel 1860, il consumo energetico a livello mondiale era circa 60 volte inferiore a quello di oggi.

Un Paese come l'Italia consumava una quantità di energia pari a circa 0,1 kWh per metro quadrato di territorio ogni anno (questo dato si determina prendendo tutta l'energia consumata in un anno e dividendola per i metri quadrati di territorio e si chiama *densità di consumo energetico*). L'equivalente di una lampadina da 100 watt accesa tutto l'anno ogni ettaro di terreno.

Un metro quadrato di terreno può produrre alle nostre latitudini circa 4,7 kg di biomassa da cui si possono ricavare:

2 kWh di energia elettrica

3-4 kWh di energia termica TOTALE circa 6 kWh/mq anno

Questo significa che nel 1860 bastava coltivare 1/40 del territorio per ottenere tutta l'energia necessaria al fabbisogno.

Pensate che per mandare avanti una fornace inglese media del primo XVIII secolo bisognava abbattere circa 1600 ettari di alberi. Nei primi anni del '700, la produzione inglese di ferro consumava ogni anno circa 1100 km quadrati di foreste.

Nel 1548, gli sgomenti abitanti del Sussex erano costretti a chiedersi quante città sarebbero state condotte alla decadenza dalla proliferazione di mulini e fornaci di ferro.

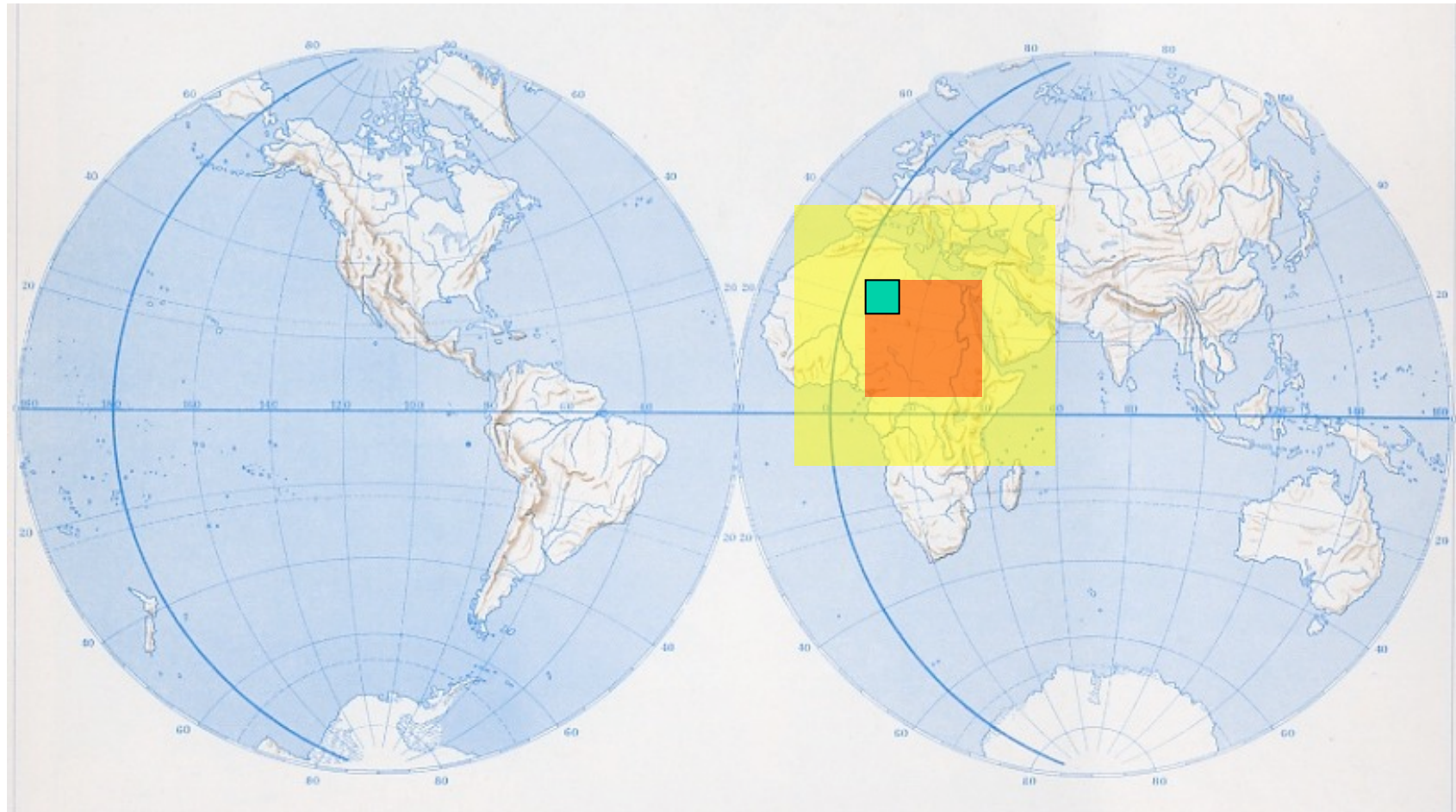
Oggi l'Italia ha una densità di consumo energetico di circa 7 kWh ogni metro quadrato di territorio all'anno.

Con un rendimento delle biomasse di 6 kWh ogni metro quadrato di territorio all'anno, non basterebbe tutto il territorio italiano, coltivato e dedicato alla produzione di energia, per soddisfare il nostro fabbisogno.

Le biomasse oggi vengono utilizzate prevalentemente dai Paesi non-industrializzati o in via di sviluppo, cioè Paesi che hanno un basso consumo energetico, in cui coprono il 35% del consumo complessivo rispetto al 2% italiano. Rappresentano un'eccezione Paesi occidentali come Finlandia (18%), Svezia (17%) e Austria (13%)

Valutare le performance delle diverse tecnologie

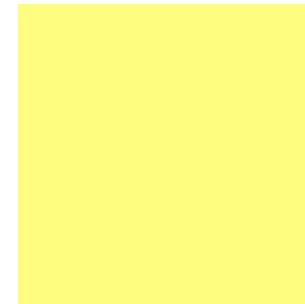
Ogni quadrato rappresenta la superficie necessaria per soddisfare il fabbisogno energetico mondiale



■ Fotovoltaico



Eolico



Biomasse

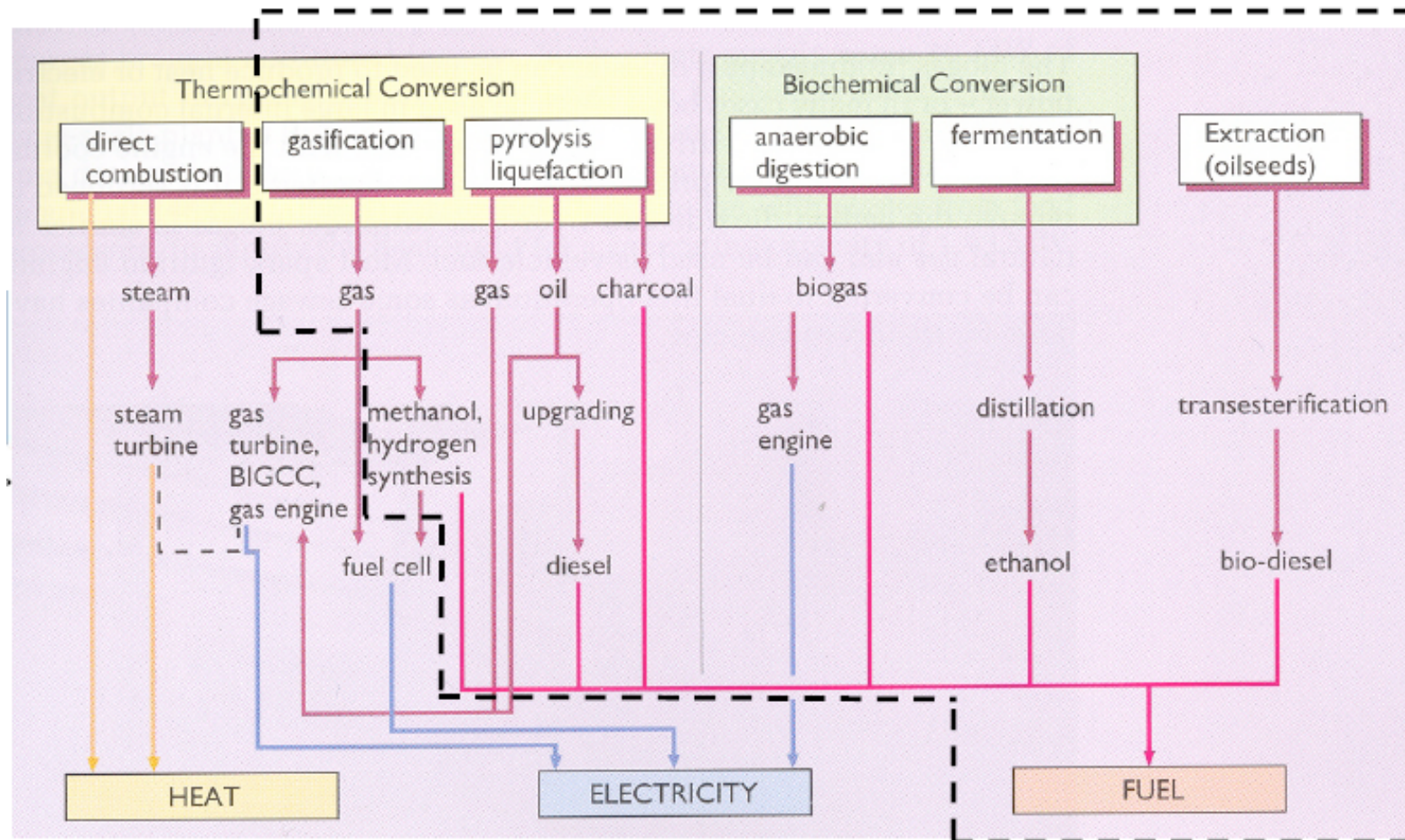
La biomassa può essere strategica se ben integrata e ben equilibrata nella sua coltivazione, visto che la utilizziamo soprattutto per cibarci, come sistema di conservazione dell'energia solare al fine di poterla utilizzare quando ne abbiamo bisogno.

Abbiamo solo altre due forme in cui possiamo conservare discrete quantità di energia solare:

1. Dighe
2. Boiler solari (solare termodinamico)

Tutte le altre tecnologie solari ci obbligano a consumare energia solare in tempo reale (fotovoltaico, eolico, maree,...)

PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOMASSE



La biomassa fornisce le medesime opportunità dei combustibili fossili in quanto a forme di energia ottenibile

COMBUSTIONE DIRETTA DELLE BIOMASSE PER PICCOLE UTENZE

Le biomasse hanno un potere calorifico che è circa 1/3 di quello del petrolio.

Le biomasse possono essere utilizzate dalle piccole utenze per alimentare piccole caldaie casalinghe attraverso il cippato o legna da ardere (stufe a legna) oppure attraverso pellet (stufe a pellet).

Il pellet è un combustibile costituito da legno vergine ricavato dagli scarti di qualsiasi provenienza (industria, agricoltura, pulizia dei boschi,...) essiccato e pressato in piccoli cilindretti, senza alcuna aggiunta di additivi chimici. Grazie alla forma cilindrica e liscia e alle sue piccole dimensioni, il pellet tende a comportarsi come un fluido, il che agevola la movimentazione del combustibile ed il caricamento automatico delle stufe.

QUANTO PELLETT PER SCALDARE UNA CASA?

Una casa media consuma circa 15 metri cubi di gas ogni metro quadrato all'anno che corrispondono a circa 25-30 kg di pellet.

Questo significa che per riscaldare una casa di 100 metri quadrati occorrerebbero 2500-3000 kg di pellet.

Considerando una media di produzione annua di 4,7 kg di biomassa ogni metro quadrato di terreno, scaldare una casa di 100 metri quadrati richiederebbe una superficie di circa 500 metri quadrati di terreno coltivato a biomassa dedicata.

Il rendimento di una stufa può raggiungere un'efficienza dell'87-90%.

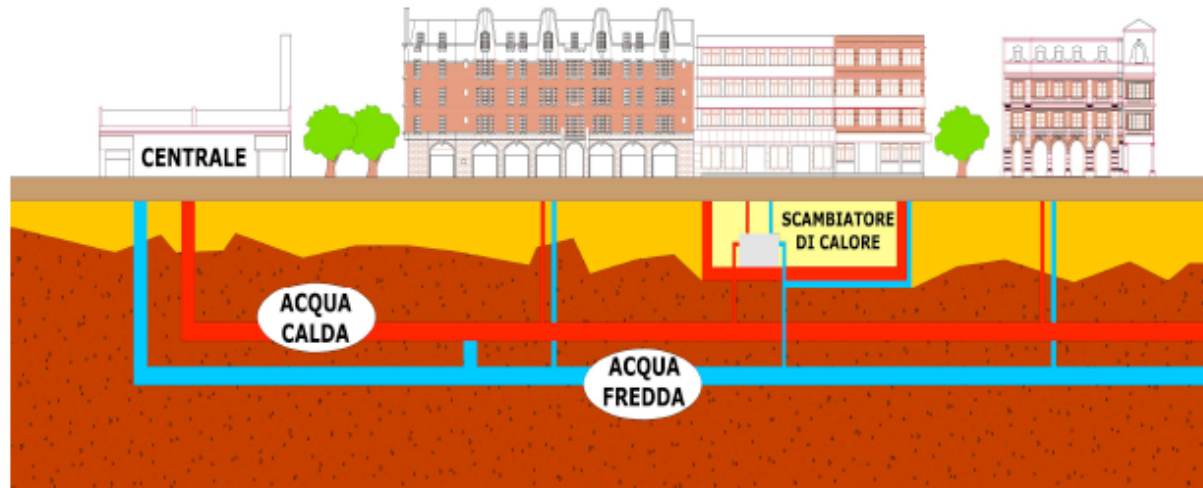
COMBUSTIONE DIRETTA DELLE BIOMASSE PER GRANDI UTENZE

Non tutte le case moderne sono adatte ad ospitare piccole stufe in quanto non sono state progettate a questo scopo.

In alcuni casi può risultare strategico realizzare grandi impianti da 1-20 MW di potenza che attraverso tecniche di cogenerazione (produzione contemporanea di energia elettrica e calore) possono produrre calore che viene distribuito alle abitazioni attraverso una rete di teleriscaldamento.

In questo caso soltanto $\frac{1}{3}$ dell'energia prodotta può essere distribuita per cui per scaldare la stessa casa dell'esempio precedente occorrono circa 9000 kg di biomassa. Tuttavia, questo maggior utilizzo della risorsa viene parzialmente coperto dalla produzione di energia elettrica

TELERISCALDAMENTO



sistema di riscaldamento a distanza di un quartiere o di una città che utilizza il calore prodotto da una centrale termica, da un impianto di cogenerazione o da una sorgente geotermica. In un sistema di teleriscaldamento il calore viene distribuito agli edifici tramite una rete di tubazioni in cui fluisce l'acqua calda o il vapore

BIOCOMBUSTIBILI

Dalla trasformazione della biomassa per via chimica o per via biologica possiamo ottenere i biocombustibili cioè vettori energetici facilmente accumulabili e trasportabili come il gas di sintesi, il biogas, il bioetanolo ed il biodiesel.

Il bioetanolo ed il biodiesel sono oggi oggetto di grande discussione essendo vettori ad alto contenuto energetico e quindi molto interessanti per l'industria dei combustibili:

1 litro di etanolo produce il 67% dell'energia prodotta da 1 litro di benzina;

1 litro di biodiesel produce l'86% dell'energia prodotta da 1 litro di gasolio.

BIOETANOLO DA MAIS GIALLO

Negli Stati Uniti l'etanolo è quasi tutto ricavato dal mais giallo, usato anche come mangime: la competizione tra produttori di biocarburante e allevatori ha già fatto salire i prezzi. Viene venduto soprattutto come additivo per la benzina, o, nel Midwest, come E85 (85% etanolo, 15% benzina)

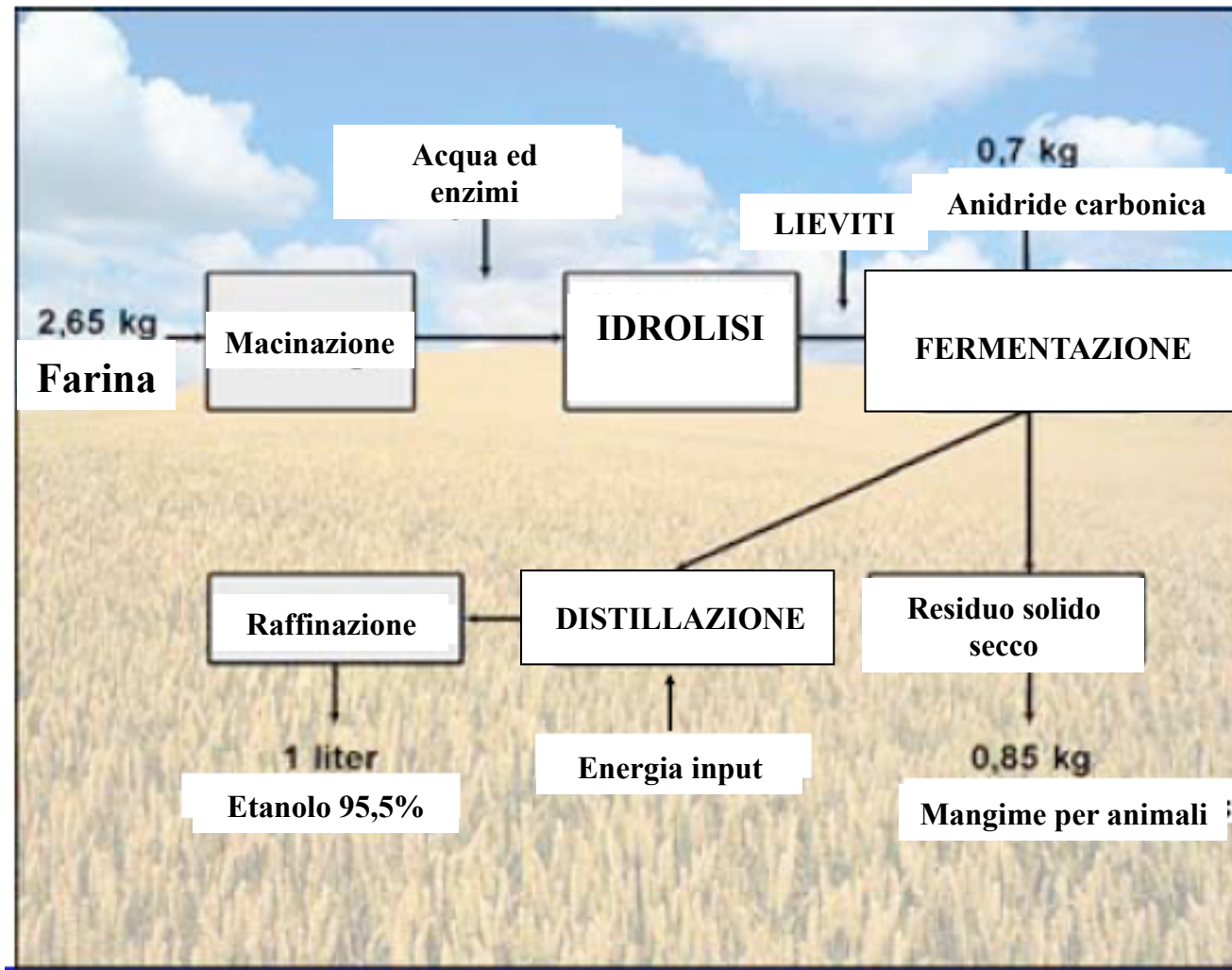
Produzione USA	18,4 miliardi di litri (2006)
Consumo di petrolio USA	1278 miliardi di litri

Bilancio energetico

Se consideriamo 100 l'energia da combustibile fossile usata per produrre il biocarburante (coltivazione, raccolta, raffinazione,...), l'energia sviluppata dal biocarburante è 130.

PRODUZIONE DI BIOETANOLO DA FARINA DI MAIS

Efficienza del processo circa 30%



Fonte: www.agroetanol.se (modificato)

BIOETANOLO DA CANNA DA ZUCCHERO

La canna da zucchero produce da 5700 a 7600 litri di etanolo per ettaro, il doppio del mais. Il fusto è composto per il 20% di zucchero, che fermentato produce l'etanolo; bruciando gli scarti di lavorazione si può trarre energia per alimentare l'impianto, riducendo l'utilizzo dei combustibili fossili

Produzione in Brasile 14,7 miliardi di litri (2005)

Bilancio energetico

Se consideriamo 100 l'energia da combustibile fossile usata per produrre il biocarburante (coltivazione, raccolta, raffinazione,...), l'energia sviluppata dal biocarburante è 800.

BIOETANOLO DA CELLULOSA

Le fonti principali sono:

residui agricoli – fusti e foglie delle piante di mais o le crusche

Scarti della lavorazione del legname – corteccia, trucioli, segatura

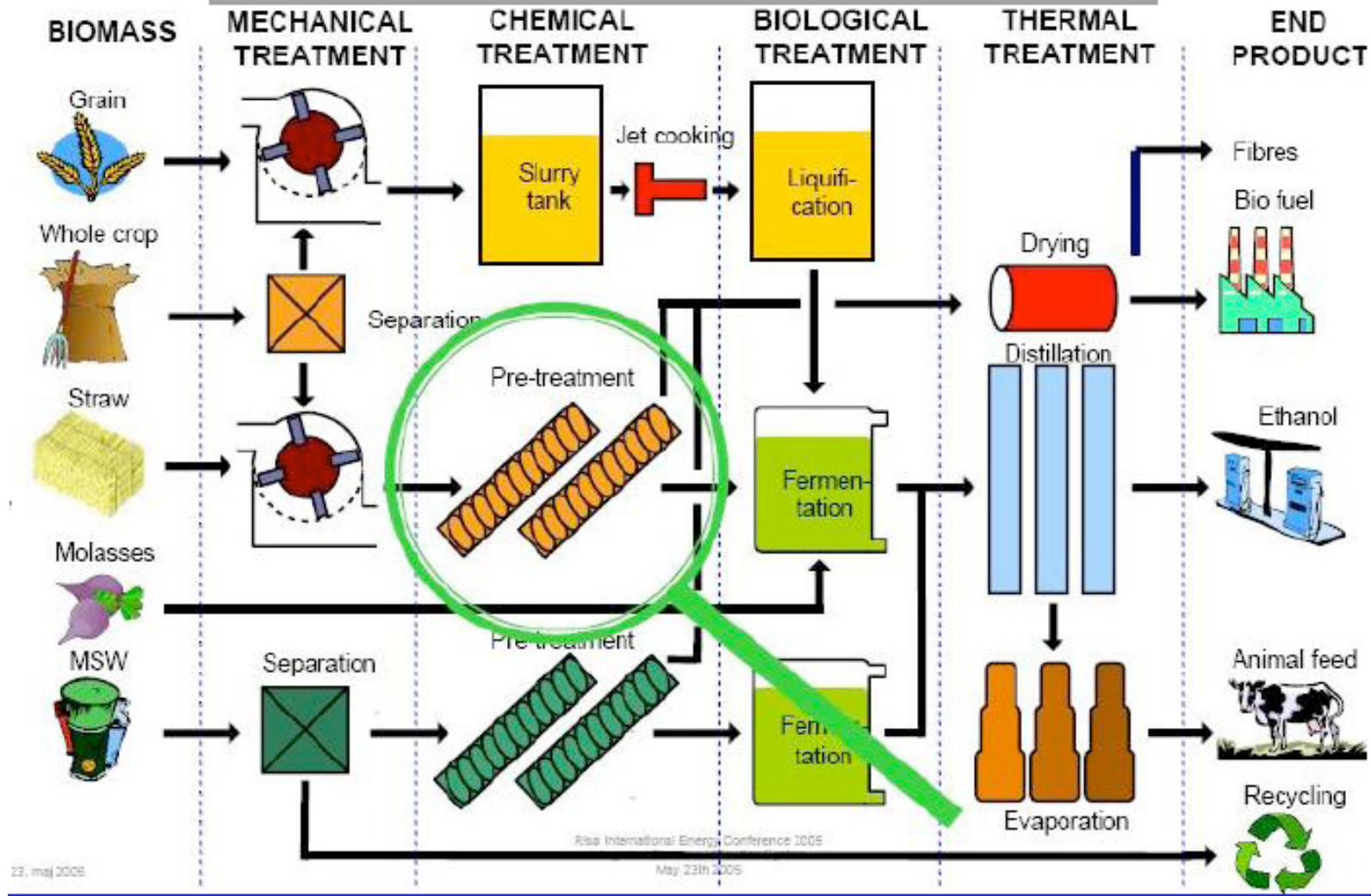
Pasta di carta – erbacee a crescita rapida come il panico verga potrebbero rimpiazzare fino al 13% del fabbisogno mondiale di petrolio, se si trovasse un metodo efficace per trasformare la materia vegetale cellulosica in etanolo.

Produzione in fase sperimentale

Bilancio energetico

Se consideriamo 100 l'energia da combustibile fossile usata per produrre il biocarburante (coltivazione, raccolta, raffinazione,...), l'energia sviluppata dal biocarburante è 200-3600.

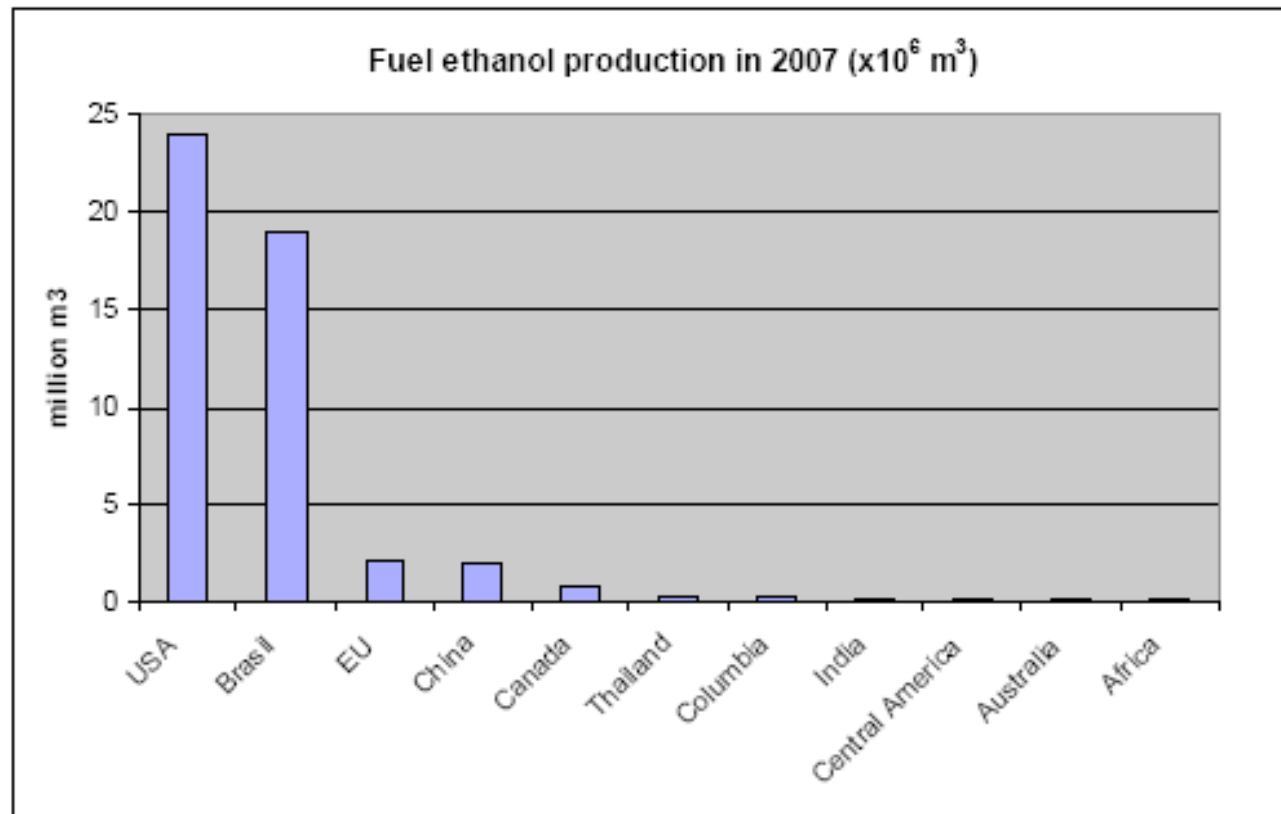
Ethanol production steps



(Fonte: Department of Energy Technology, KTH, Sweden)

Produzione mondiale di bioetanolo

La produzione mondiale di bioetanolo è circa 50 miliardi di litri/anno



(Fonte: US Renewable Fuels Association)

Nel Mondo consumiamo circa 560 milioni di litri di petrolio ogni ora per cui la produzione mondiale annuale di biodiesel potrebbe coprire 60 ore del fabbisogno mondiale.

BIODIESEL

Trasformare gli oli vegetali in biodiesel richiede meno energia che distillare l'etanolo dalla fermentazione del mais, ma ha alti costi e bassi rendimenti

Produzione in Germania

1,9 miliardi di litri (2005)

Bilancio energetico

Se consideriamo 100 l'energia da combustibile fossile usata per produrre il biocarburante (coltivazione, raccolta, raffinazione,...), l'energia sviluppata dal biocarburante è 250.

La produzione di biodiesel richiede un processo di trasformazione chimica dell'olio vegetale per cui la strategia messa in atto è quella di ricercare piante oleaginose grandi produttrici di olio.

	kg olio/ha	litri olio/ha
OLIO DI PALMA	5000	5950
JATROPHA	1590	1892
OLIVE	1019	1212
COLZA	1000	1190
GIRASOLE	800	952

E' evidente che, oggi, la produzione di olio si sta spostando verso lo sfruttamento delle coltivazioni di palma e di Jatropha

Paesi grandi produttori di olio di palma

País • Country	2000	2001	2002	2003	2004 p	Part. %
Malasia	2.905	3.061	3.109	3.253	3.466	40,3
Indonesia	2.208	2.465	2.790	2.980	3.320	38,6
Nigeria	359	361	362	364	367	4,3
Tailandia • Thailand	202	223	236	245	270	3,1
Colombia	135	138	145	150	157	1,8
Costa de Marfil • Ivory Coast	139	137	138	140	152	1,8
Ecuador	99	100	101	103	107	1,2
Papúa Nueva Guinea	72	75	79	83	85	1,0
Otros • Others	547	604	601	628	668	7,8
Total	6.666	7.164	7.561	7.946	8.592	100
Variación • Growth rate %	6,3	7,5	5,5	5,1	8,1	

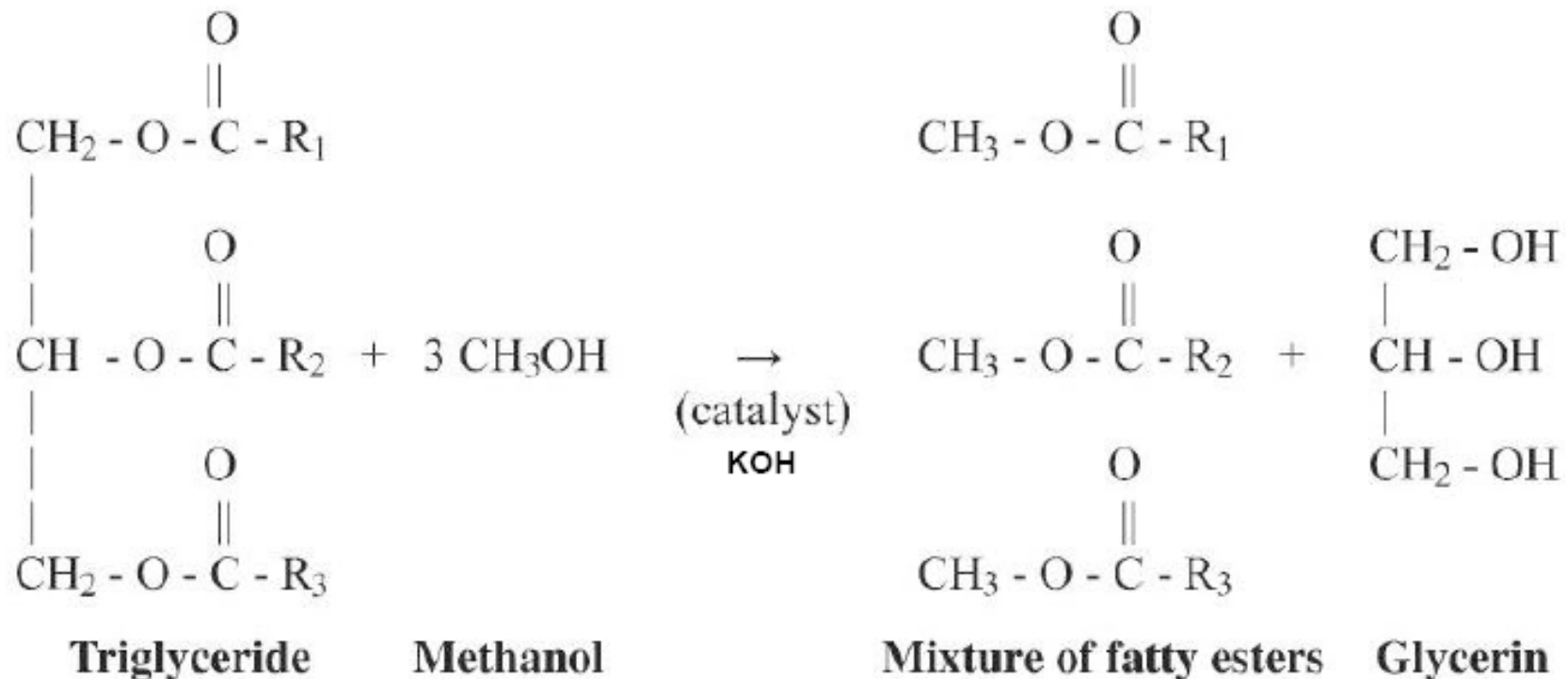
p: Preliminar

Source: Fedepalma - Colombia

E' iniziato lo sfruttamento di questi Paesi per la grande produzione di olio

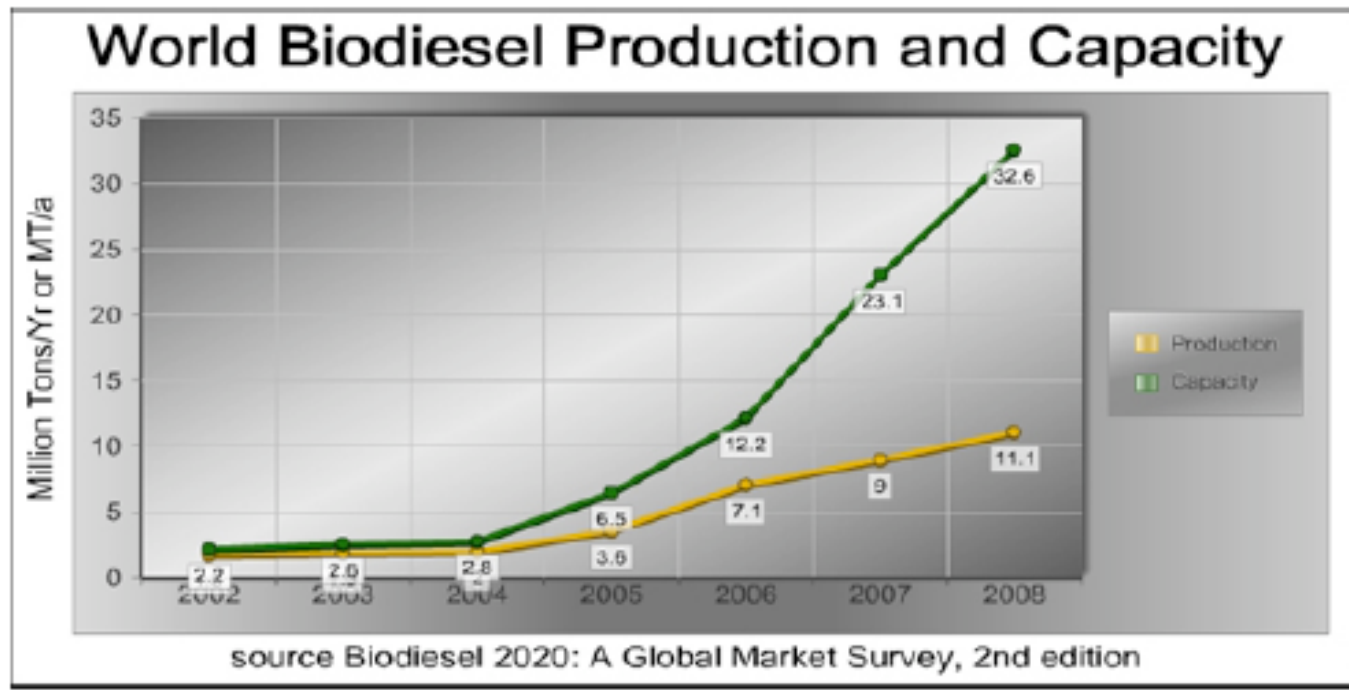
Processo per la produzione del biodiesel

Per la produzione di biodiesel, si parte dall'olio vegetale costituito da trigliceridi ovvero una miscela di composti basati su esteri di glicerolo e acidi grassi. Questa miscela viene fatta reagire in presenza di alcool metilico in ambiente fortemente basico. In breve tempo avviene un processo di transesterificazione in cui l'alcool si sostituisce al glicerolo producendo una miscela di esteri grassi le cui caratteristiche assomigliano molto a quelle del gasolio. Il sottoprodotto del processo è la glicerina.



Produzione mondiale di biodiesel

La produzione mondiale è di 11 milioni di ton/anno cioè circa 8,8 miliardi di litri/anno



Nel Mondo consumiamo circa 560 milioni di litri di petrolio ogni ora per cui la produzione mondiale annuale di biodiesel potrebbe coprire 14 ore del fabbisogno mondiale che si sommano alle altre 60 ore che potrebbero essere coperte dal bioetanolo. **Tre giorni di autonomia da fonte rinnovabile!**

BIOCOMBUSTIBILI GASSOSI - BIOGAS

La produzione di biogas è un processo naturale che deriva dalla trasformazione ad opera dei batteri metanigeni di qualsiasi biomassa fermentescibile in una miscela di metano e anidride carbonica.

Il biogas può essere utilizzato direttamente per produrre energia elettrica attraverso un motore a cogenerazione che alimenta una turbina. Il calore viene recuperato per scaldare parte dell'impianto.

Il biogas può in alternativa essere purificato a biometano allontanando l'anidride carbonica ed utilizzato per alimentare le auto oppure per essere immesso nella rete esistente di distribuzione del gas naturale

Filiera della produzione di biogas da biomassa agricola

Materiale in ingresso

Colture di mais - 47 ton/ettaro

Letame bovino o deiezione suina

Produzione

Biogas

55% metano

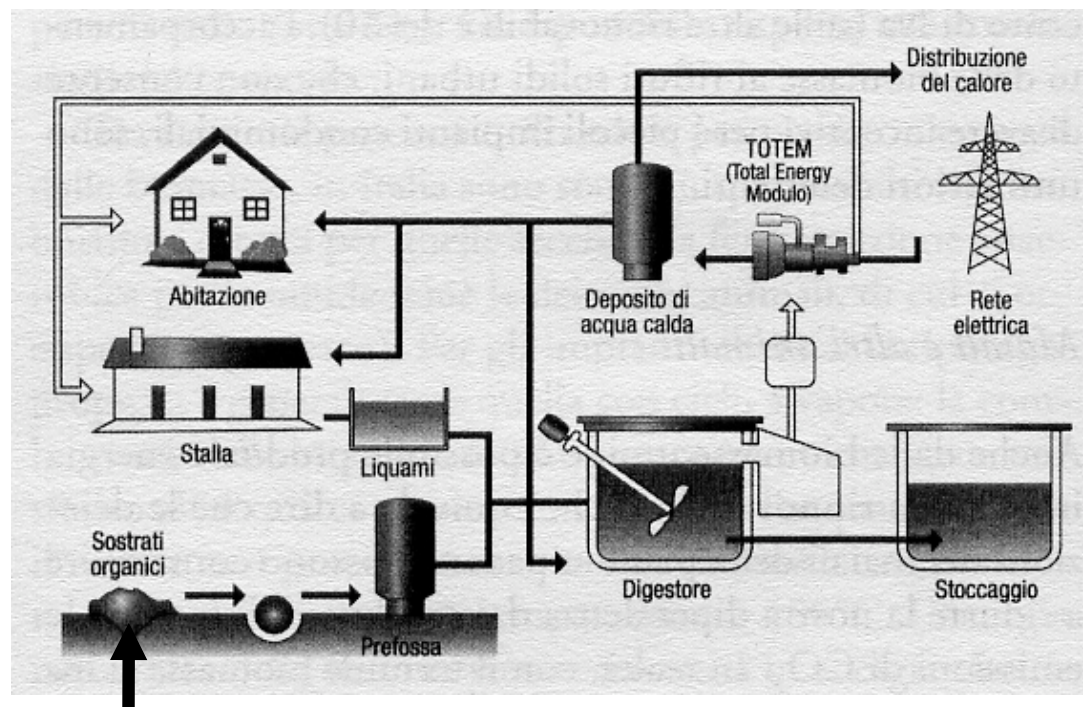
35% anidride carbonica

10% vapor acqueo

Tempo di permanenza

45 giorni

Temperatura 55°C

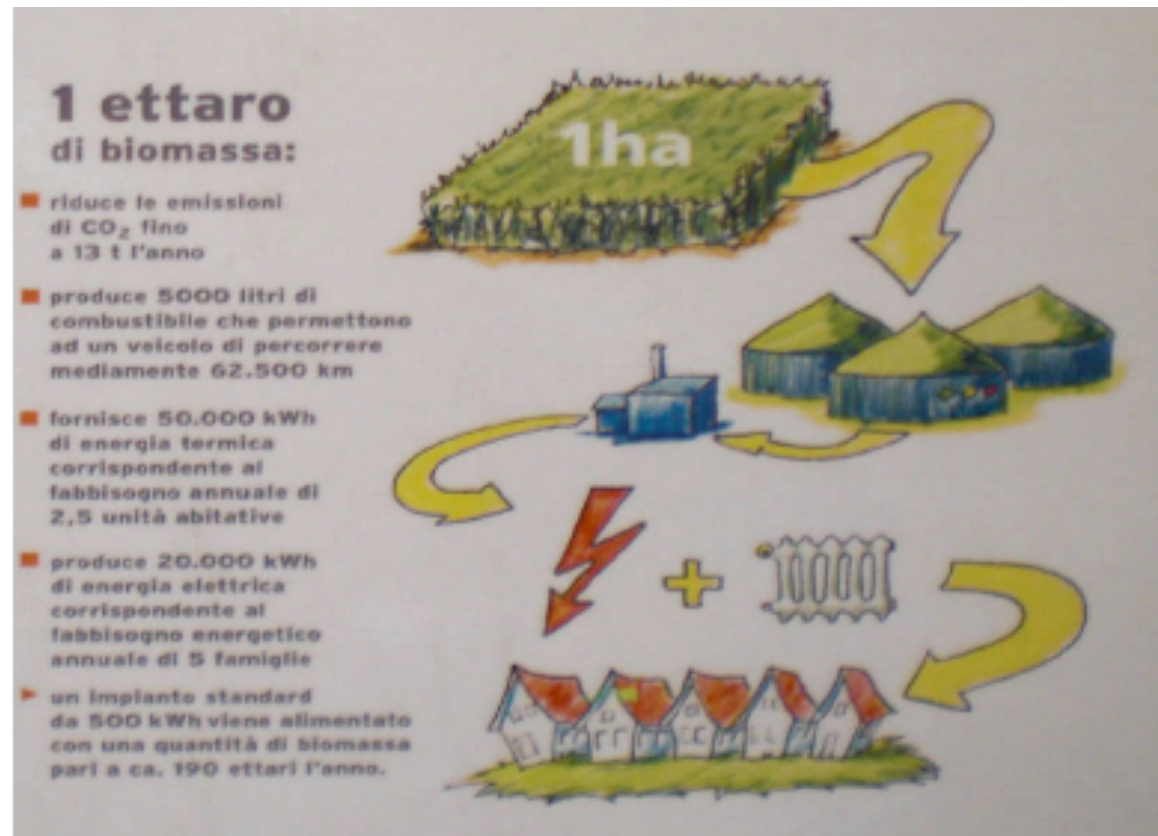


Scarti agro-alimentari

Colture dedicate come mais, sorgo e orzo

**Un metro quadrato di terreno coltivato a mais produce:
1 metro cubo di biogas/anno
2,1 kWh/anno di energia elettrica**

Un ettaro di biomassa di scarto agro-alimentare se ben gestita può aiutare a recuperare una significativa quantità di energia



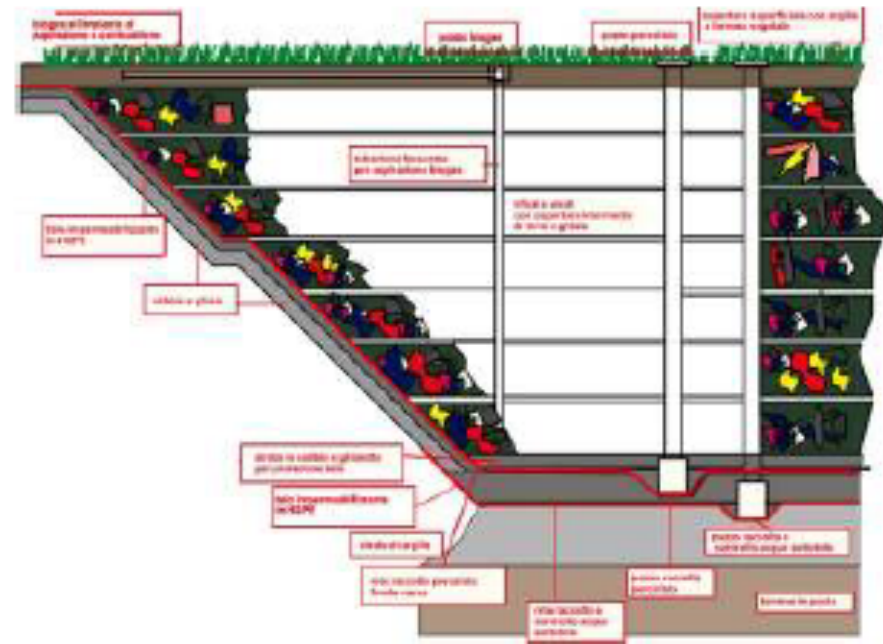
Attenzione non cadiamo in un errore di valutazione!
Per coprire il fabbisogno di energia elettrica di un paese di 10000 abitanti occorrono 5000 ettari di terreno. TROPPI!

o MANGIAMO o ILLUMINIAMO CASA!

Filiera della produzione di biogas dalla frazione umida dei rifiuti solidi urbani

Il materiale organico contenuto negli RSU può essere trasformato in biogas, questo processo potrebbe essere estremamente efficiente se effettuassimo una puntuale raccolta differenziata separando la frazione organica umida dal materiale non fermentescibile.

Schema di scarica



La quantità di biogas prodotta sarebbe di circa:

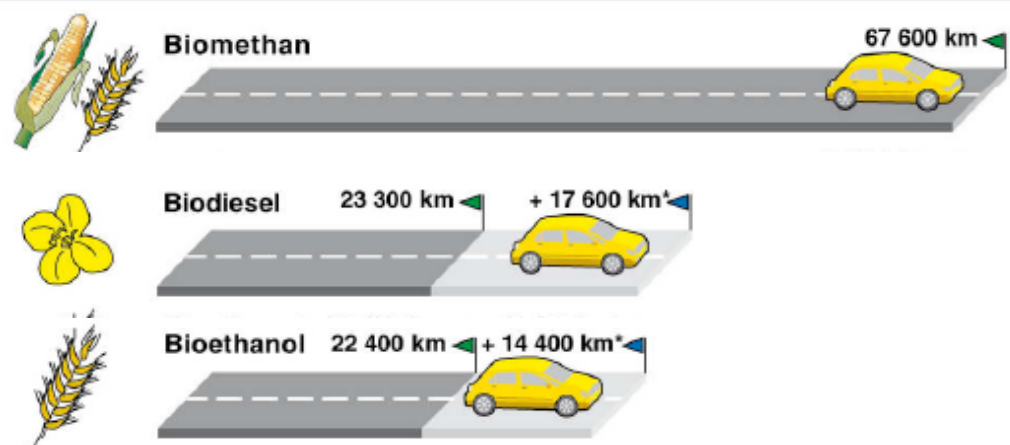
80 metri cubi di biogas/abitante = 190 kWh/anno per ogni abitante di energia elettrica prodotta

Una buona gestione della frazione umida degli RSU potrebbe coprire circa il 19% del consumo medio di energia elettrica di una famiglia

Filiera della produzione di biometano

Il biometano si produce dalla filiera precedente purificando il biogas in uscita dall'impianto di fermentazione attraverso tecniche chiamate di scrubbing.

Da un ettaro di terreno coltivato a biomassa



Un ettaro di terreno coltivato per produrre biometano permette di effettuare il doppio dei chilometri rispetto allo stesso coltivato per produrre biodiesel o bioetanolo

IL BIOMETANO PUO' ESSERE STRATEGICO NEI TRASPORTI!

Attenzione non cadiamo in un errore di valutazione!

Per coprire il fabbisogno di un'auto media occorre un ettaro

Per un paese di 10000 abitanti occorrono 6000 ettari di terreno. TROPPI!

o MANGIAMO o ANDIAMO IN AUTOMOBILE!