



Le biomasse utilizzabili a scopo energetico

Ing. Giulio Allesina Ph.D., Bio-Energy Efficiency
Laboratory, Dep. Of Engineering “Enzo Ferrari”, Modena

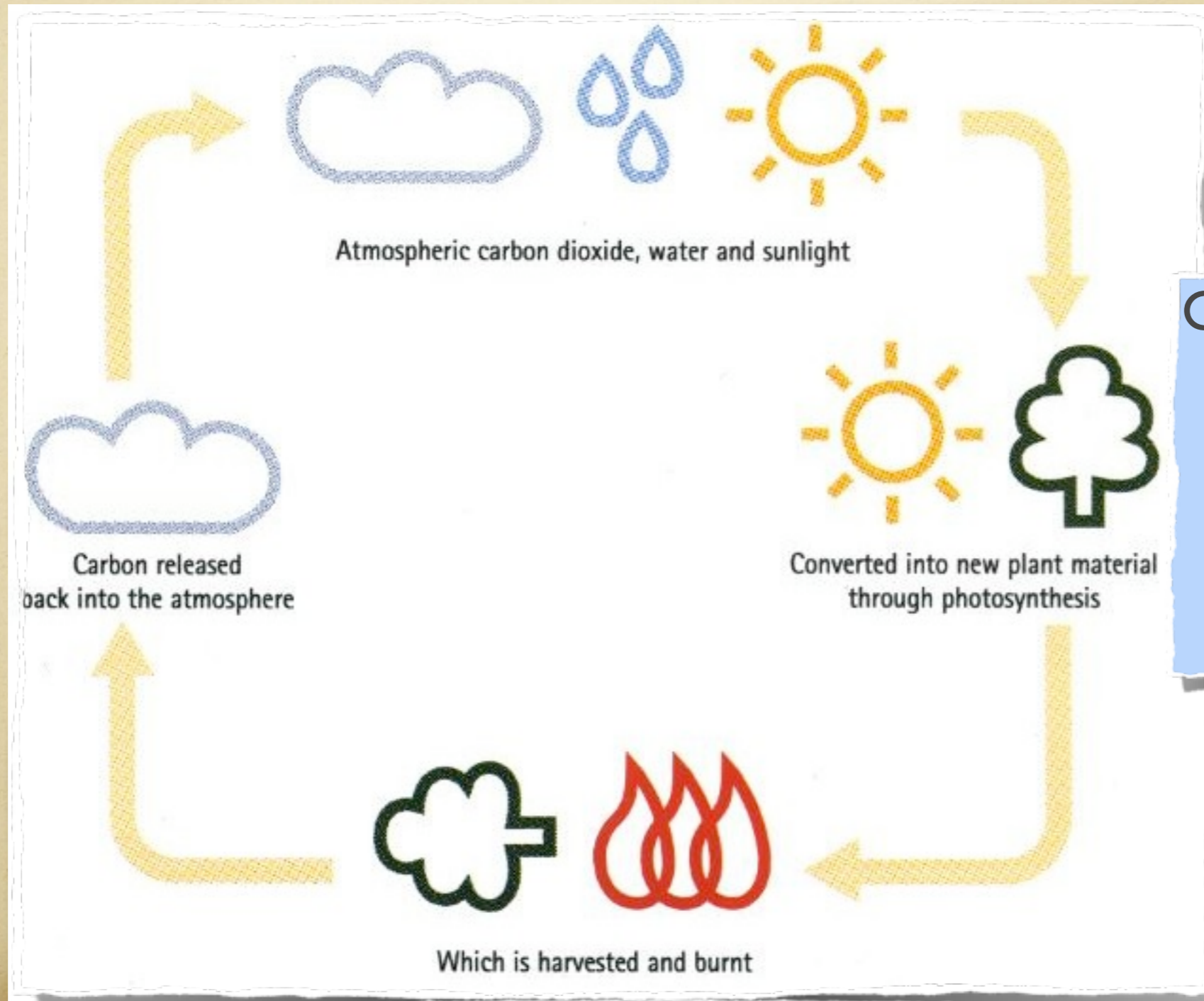
www.beelab.unimore.it



Biomassa:

“ la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, compresa la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde urbano nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani “

Il ciclo del carbonio



Carboidrati
Lignina
Proteine
Lipidi

Biomasse e chimica verde

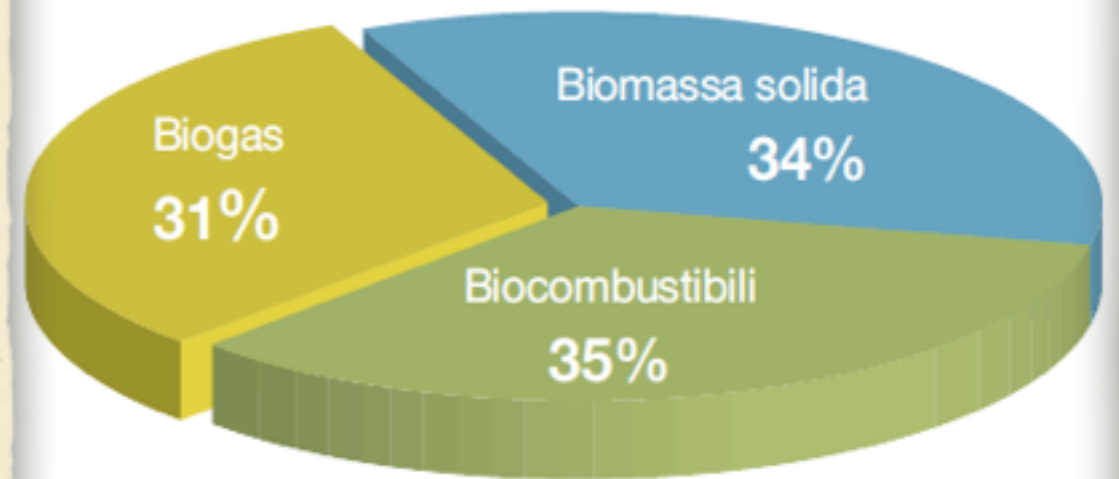
- L'ottimizzazione dei bilanci di processo —> riduzione degli scarti
- L'utilizzo di materie prime ricavate da fonti rinnovabili.
- impiego di microrganismi per processi industriali, specie se operano a pressione e temperatura ambiente

Impianti a biomassa in Italia

Potenza prodotta

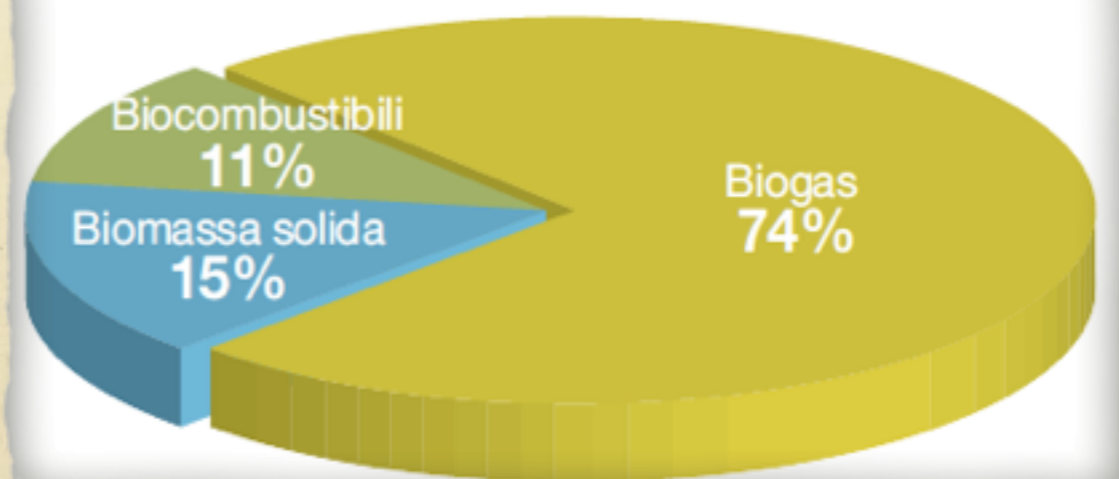
vs

n° impianti



(per potenza in MW)

COMPOSIZIONE IMPIANTI A BIOMASSE IN ITALIA



**Da dove provengono le
biomasse?**

Comparto Forestale



Comparto Agricolo



Da dove provengono le
biomasse?

Comparto Rifiuti



Comparto Zootecnico



Comparto Industriale





Comparto Forestale

Vastità della materia prima (32% territorio nazione è boschivo)

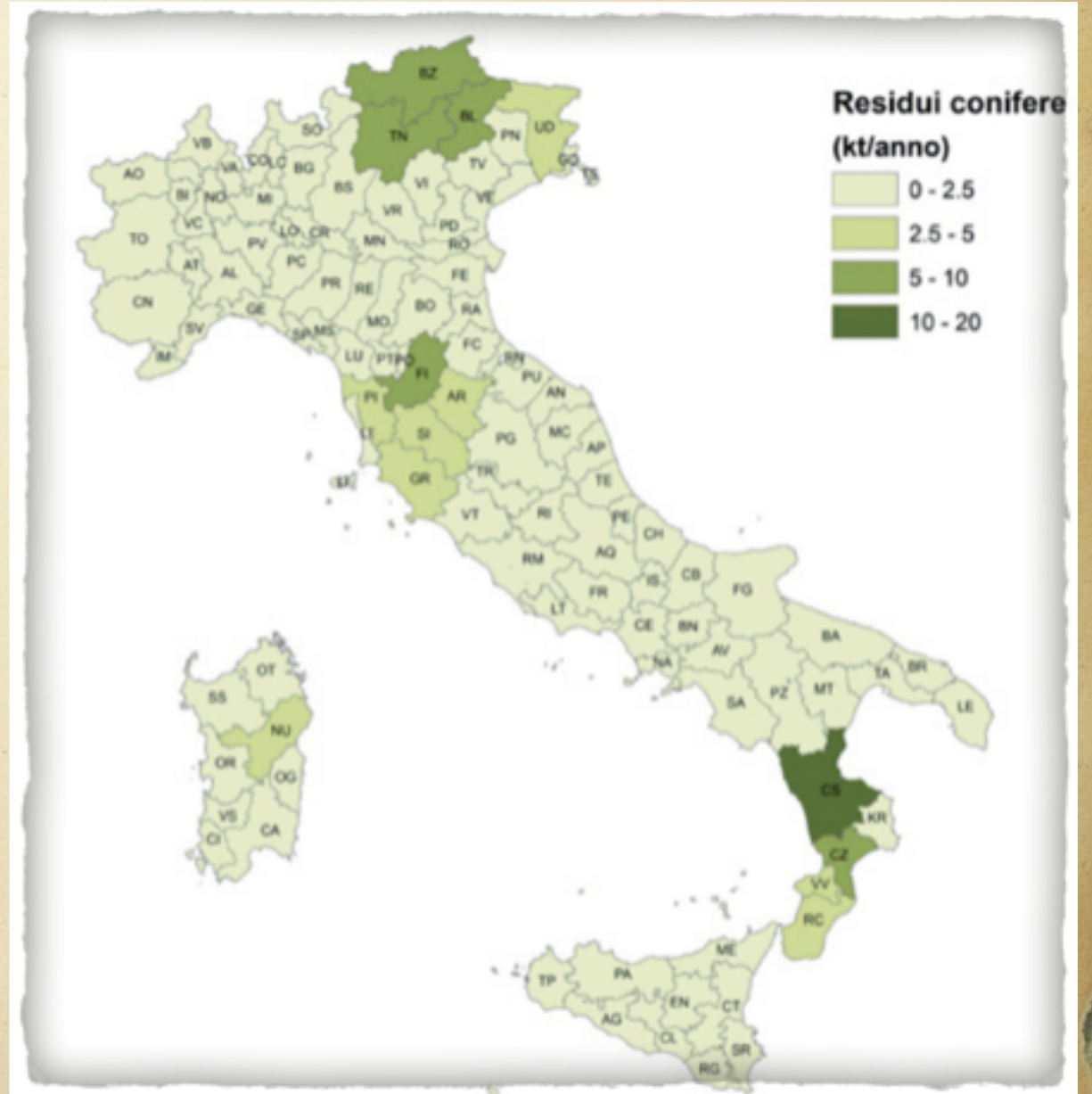
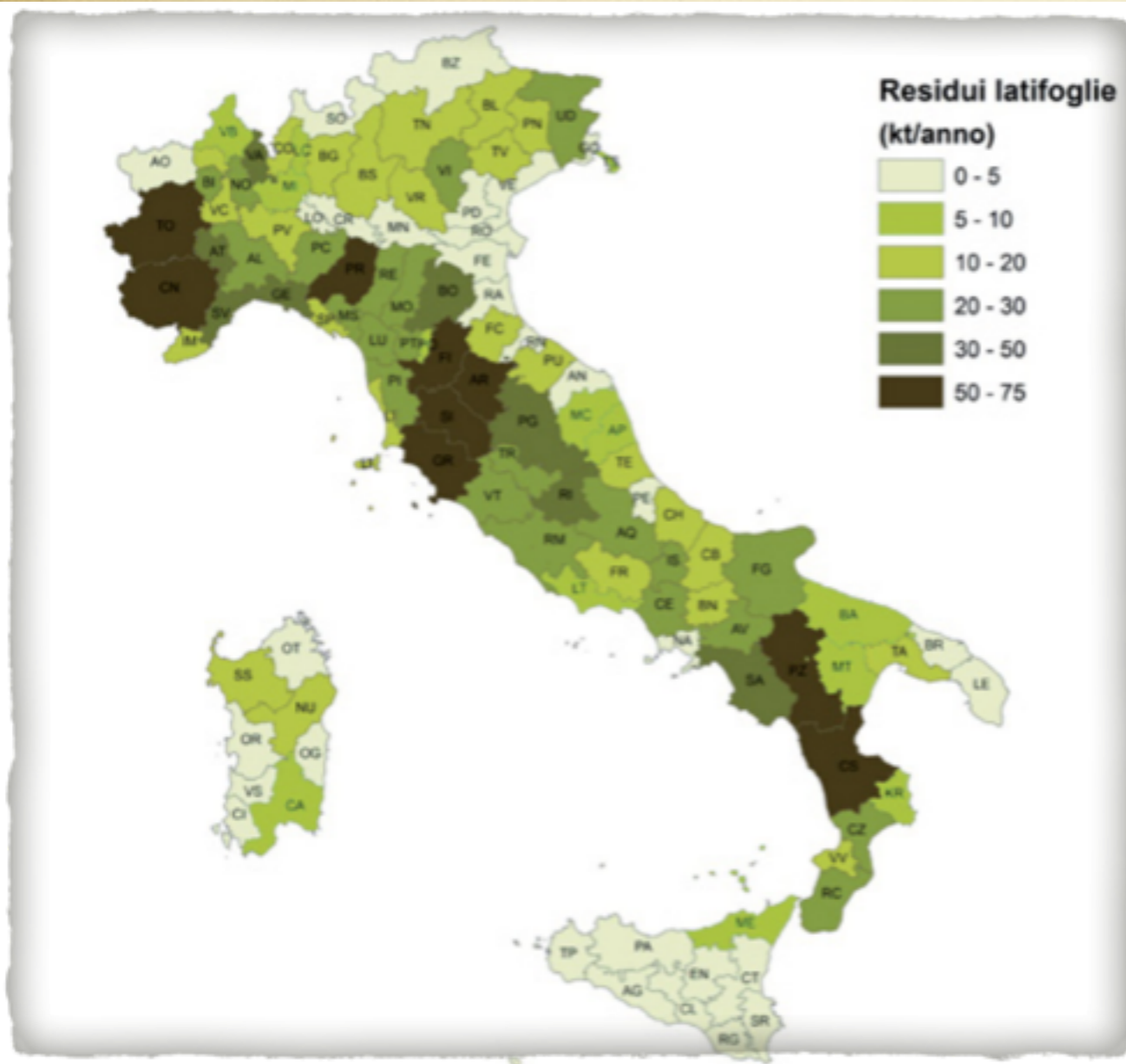
Vs

Reperibilità, densificazione, stoccaggio ed umidità

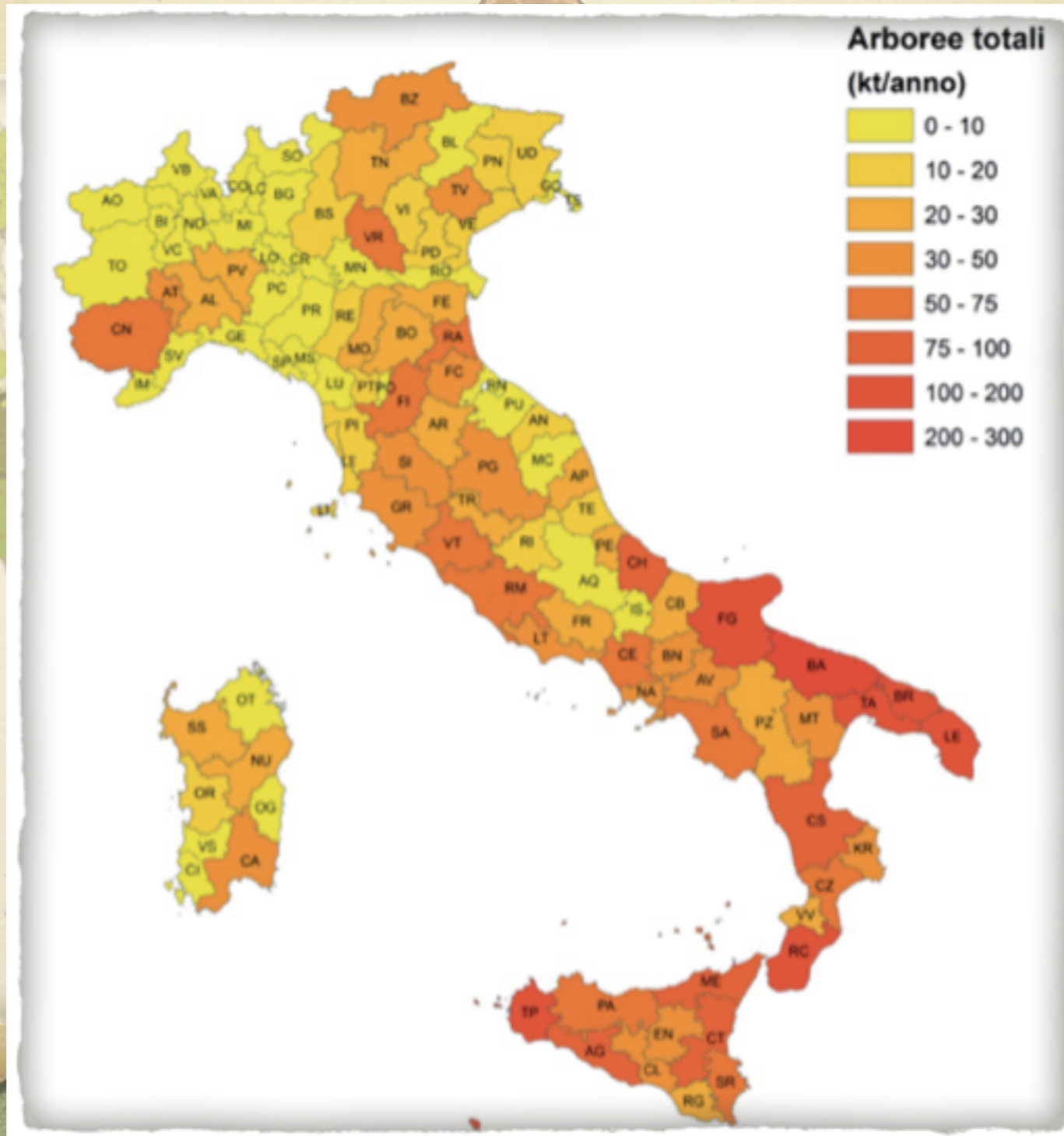
Composizione	
Cellulosa	50% della ss
Emicellulosa	10-30% della ss
Lignina	20-30% della ss
Caratteristiche fisiche ed energetiche	
Umidità	25-60% sul t.q.
Densità di massa	800-1.120 kg/m ³
p.c.i. (considerando un'umidità del 12-15%)	3.600-3.800 kcal/kg

Fonte: AREA Science Park

Comparto Forestale



Comparto Forestale





Comparto Agricolo

Residui di attività produttive

Vs

Colture energetiche

Sottoprodotto	Umidità alla raccolta (%)	Produzione media (t/ha)	Rapporto C/N	Ceneri (% in peso)	p.c.i. (kcal/kg ss)
Paglia frumento tenero	14-20	3-6	120-130	7-10	4.100-4.200
Paglia frumento duro	14-20	3-5	110-130	7-10	4.100-4.200
Paglia altri cereali autunno-vernini	14-20	3-5,5	60-65	5-10	3.300-3.400
Paglia riso	20-30	3-5	60-65	10-15	3.700-3.800
Stocchi mais	40-60	4.5-6	40-60	5-7	4.000-4.300
Tutoli e brattee di mais	30-55	1,5-2,5	70-80	2-3	4.000-4.300
Sarmenti vite	45-55	3-4	60-70	2-5	4.300-4.400
Frasche di olivo	50-55	1-2,5	30-40	5-7	4.400-4.500
Residui fruttiferi	35-45	2-3	47-55	10-12	4.300-4.400

Fonte: ITABIA – Italian Biomass Association



Comparto Agricolo

Alcoligene

VS

Oleaginose

VS

da termo-conversione

Comparto Agricolo



Alcoligene

VS

Oleaginose

VS

da termo-conversione

Canna da zucchero,
Barbabetola, Sorgo
Frumento, Mais..

Comparto Agricolo



Alcoligene

VS

Girasole, Colza, Soia, Lino

Oleaginose

Palma da olio

VS

da termo-conversione

Comparto Agricolo



Alcoligene

VS

Oleaginose

VS

da termo-conversione

Girasole, Colza, Soia, Lino

Palma da olio

COLTURA	ton. semi/ha	litri olio/ha
GIRASOLE	2,5-4	952
SOIA	3-4	446
COLZA	2,5-3	1.190
PALMA DA OLIO	n.d	4.500



Comparto Agricolo

Alcoligene

VS

Oleaginose

VS

da termo-conversione

Arundo, Switchgrass, Miscanto

Comparto Agricolo

Specie Arboree dedicate
pioppo, ginestra, salice, robinia, eucalipto, paulownia

(Short Rotation Forestry –
SRF)
Data la loro elevata
velocità di accrescimento,
tagliate ogni 1–3 anni.
Densità di impianto molto
elevata
(8.000–12.000 piante/ha)



Comparto Industriale

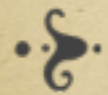


! Da definire se sono sotto-prodotti o rifiuti !



Scarti di legno vergine

(segherie, carpenterie, falegnamerie)



Scarti di legno trattato

(i.e. mobilifici: presenza di residui come colle o vernici)



Scarti di legno impregnato

(traversine, pali telefonici,.. presenza di preservanti, sali e solventi)

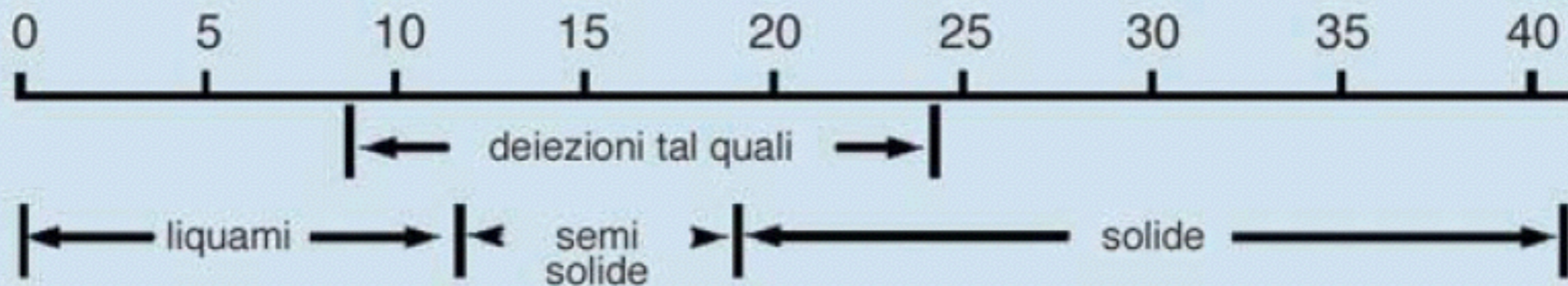
Comparto Zootecnico

Reflui di allevamento

Deiezioni

Fig. 1.2

Suddivisione delle deiezioni zootecniche
sulla base del contenuto percentuale di sostanza secca

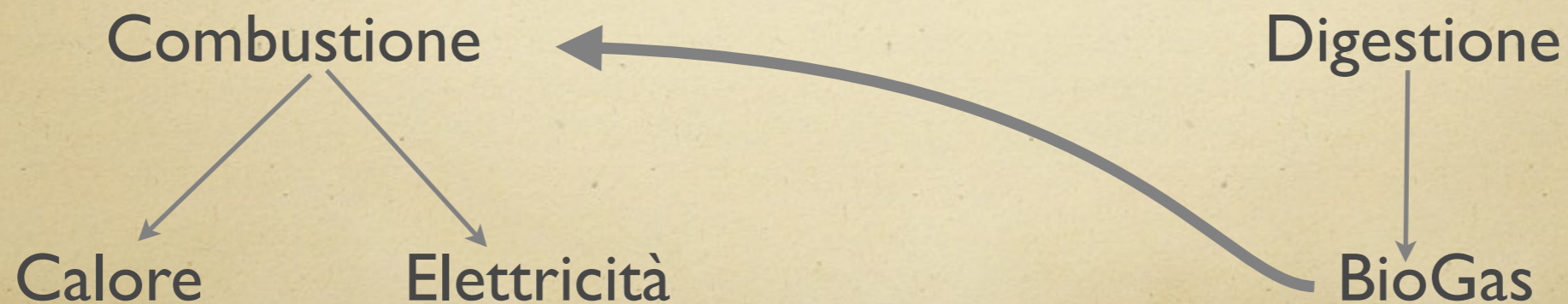




Comparto Rifiuti

La distinzione tra biomasse e rifiuti è spesso labile

- Rifiuti solidi urbani (non sono biomasse) ma sfruttano tecnologie simili di conversione
- Manutenzione del “verde” pubblico
- Frazione umida dei rifiuti solidi urbani



Conversione Bio-Chimica



**Come trasformo le biomasse in
energia?**



Conversione Termo-Chimica

Conversione Bio-Chimica

**Come trasformo le biomasse in
energia?**

Conversione Termo-Chimica

Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

Biogas

Esterificazione

Bio-diesel

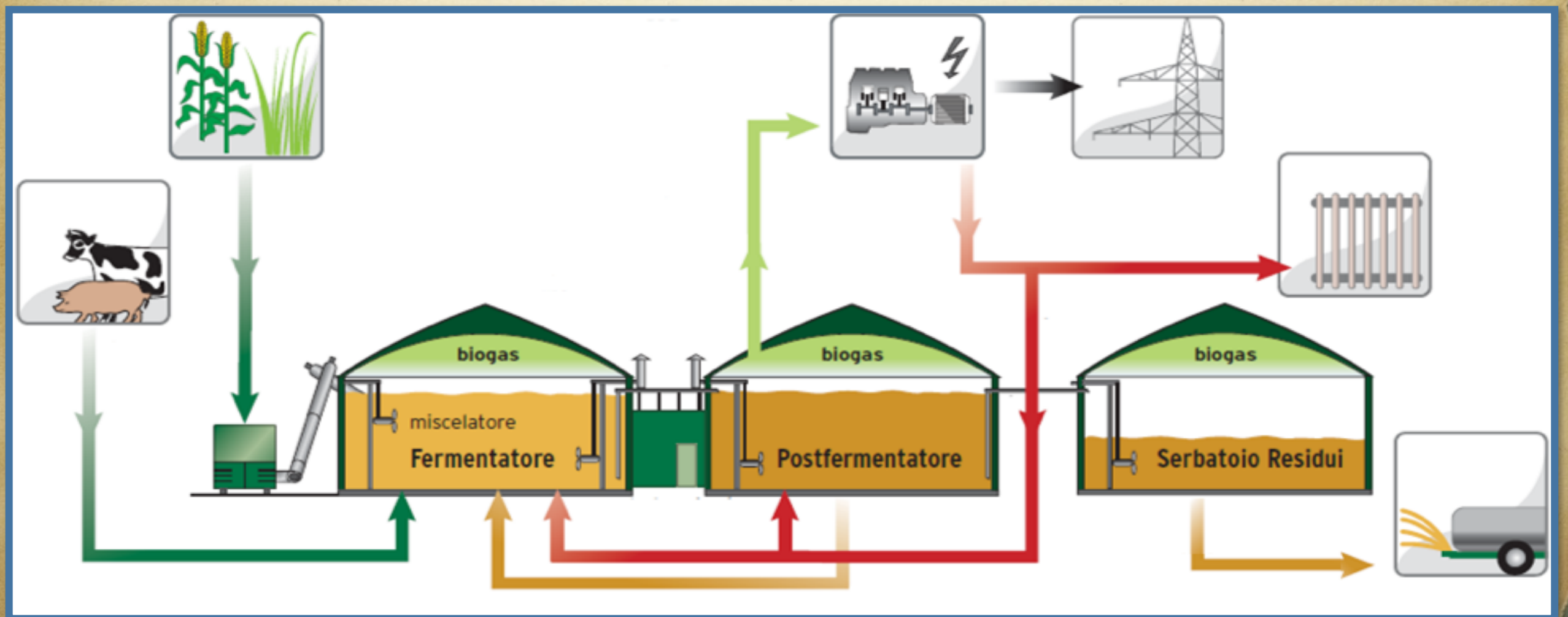
Fermentazione

Bio-etanolo

Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

Biogas



Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

Biogas

biomasse impiegabili nel processo

- Liquame suino
- Liquame bovino
- Pollina
- Colture non alimentari ad uso energetico
- Scarti organici e acque reflue da agroindustria
- Fanghi di depurazione
- Frazioni organiche di rifiuti urbani

Materiali	m ³ biogas/t SV
Deiezioni animali (suini, bovini, avicunicoli)	200 - 500
Residui colturali (paglia, coltetti barbabietole, ecc.)	350 - 400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine, ecc.)	400 - 800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale e intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550 - 1.000
Fanghi di depurazione	250 - 350
Frazione organica rifiuti urbani	400 - 600
Colture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba, ecc.)	550 - 750

Con il termine "solidi volatili" si indica la quota di materia decomponibile rispetto a un certo quantitativo di materia prima introdotta nel digestore dell'impianto.

Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

- Conversione energetica variabile 30-85%
- Buon PCI del biogas (20 MJ/Nm^3) > PCI syngas
- Biogas necessita di essiccazione e purificazione
- In digestioni termofile fino al 30 % del biogas è bruciato in loco per mantenere elevata la temperatura di reazione
(poco usate in ambito agro-industriale)

Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

Biogas

Esterificazione

Bio-diesel

Fermentazione

Bio-etanolo

Conversione Biochimica

BIOETANOLO

IL PROCESSO DIPENDE DALLA
COMPLESSITA' CHIMICA DELLA
BIOMASSA DI PARTENZA

- 🌀 Processo di fermentazione alcolica
- 🌀 Tremolisi
- 🌀 Idrolisi
- 🌀 Gassificazione + F-T



Conversione Biochimica

BIOETANOLO

affinità rispetto la benzina

- Miscibilità fino al 10% senza modifiche al motore, leggero aumento delle prestazioni
- Per motori di ultima generazione miscibilità fino al 23.5%
- Per motori flex-fuel si possono toccare punte di 85%, è necessario un avanzato sistema di controllo per “riconoscere” il tipo di combustibile immesso
- Aumento dei consumi, possibili difficoltà di avviamento a freddo

Conversione Biochimica

Digestione Anaerobica

Biogas

Esterificazione

Bio-diesel

Fermentazione

Bio-etanolo

Conversione Biochimica

BIOCOMBUSTIBILI BIODIESEL

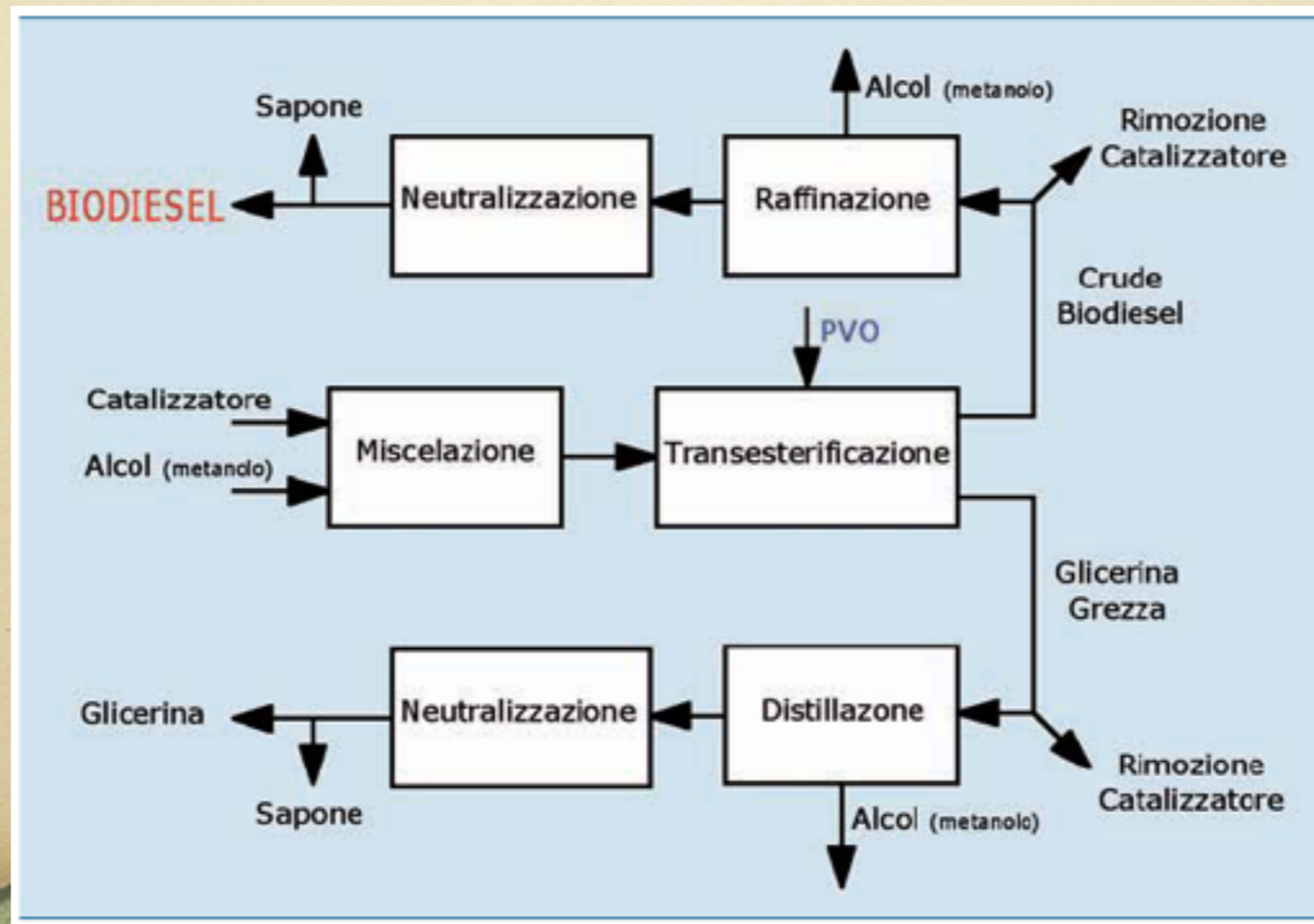
- Oli vegetali vergini: colza, soia, senape, olio di palma e alghe.
- Olio vegetale di scarto.
- Grassi animali.

	Unità	Diesel	Biodiesel EN 14214	Olio di girasole	Olio di colza
Potere calorifico	MJ/kg	42,7	37,2	37,7	37,6
Densità a 15 °C	kg/l	0,83	0,86-0,9	0,92	0,91
Contenuto energetico (volumetrico)	MJ/l	35,2	32,7	34,8	34,2
Viscosità a 40 °C	mm ² /s	2-4,5	3,5-5	31,4	36
Punto di infiammabilità	°C	> 55	≥ 120	253	> 220

Conversione Biochimica

BIOCOMBUSTIBILI BIODIESEL

- Oli vegetali vergini: colza, soia, senape, olio di palma e alghe.
- Olio vegetale di scarto.
- Grassi animali.



Conversione Bio-Chimica



**Come trasformo le biomasse in
energia?**



Conversione Termo-Chimica

Conversione Termo-Chimica

Gassificazione e Pirolisi

MOTORI

Combustione Diretta

Caldaie

Combustione Diretta

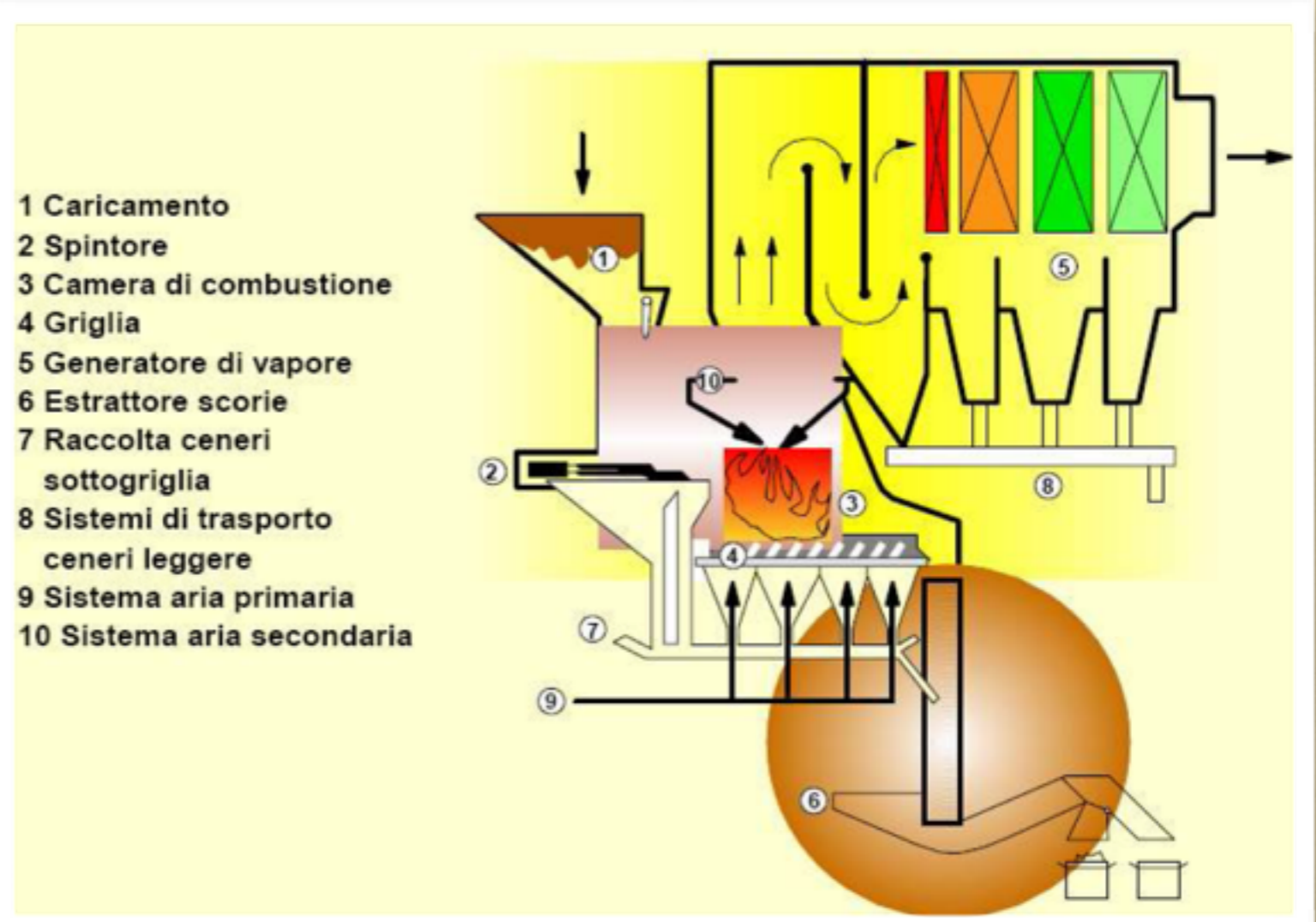
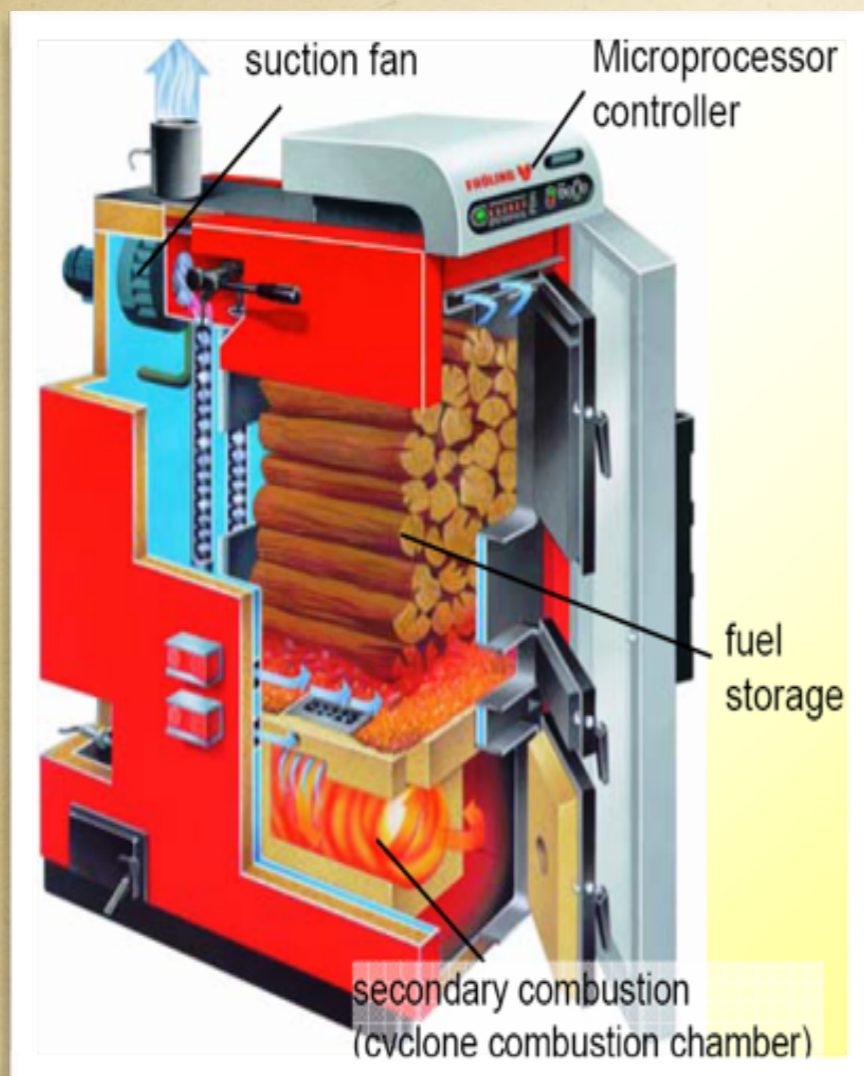
MOTORI

Tipologia di combustibile



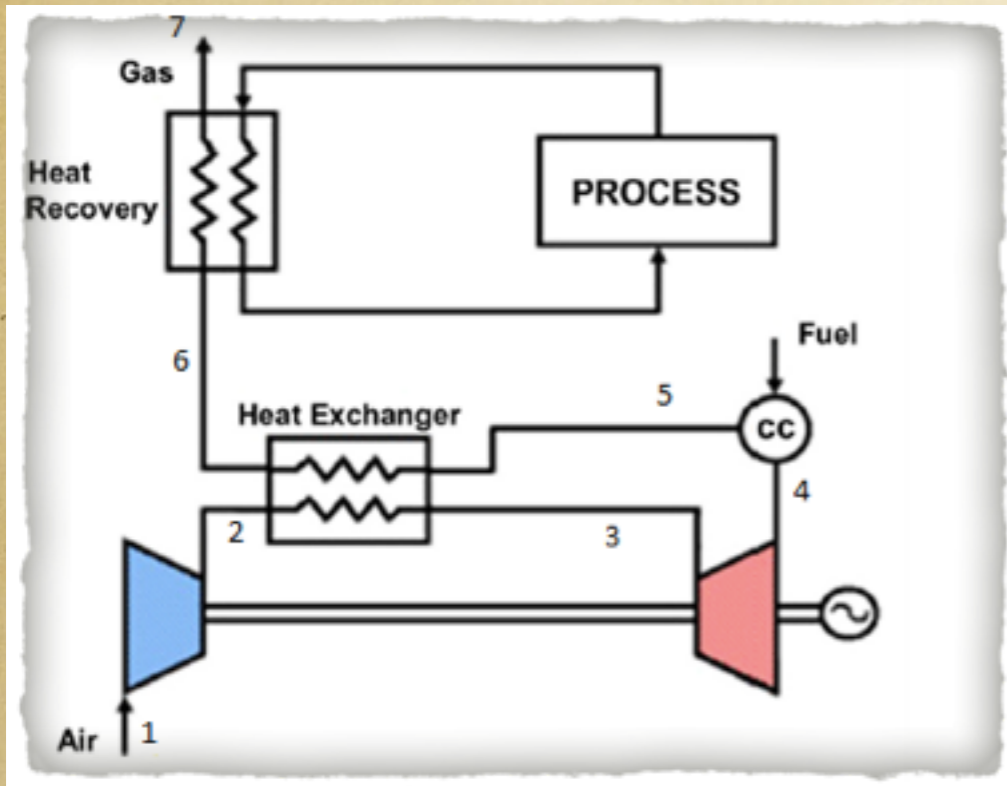
Conversione Termochimica

Dalla piccola alla grande taglia

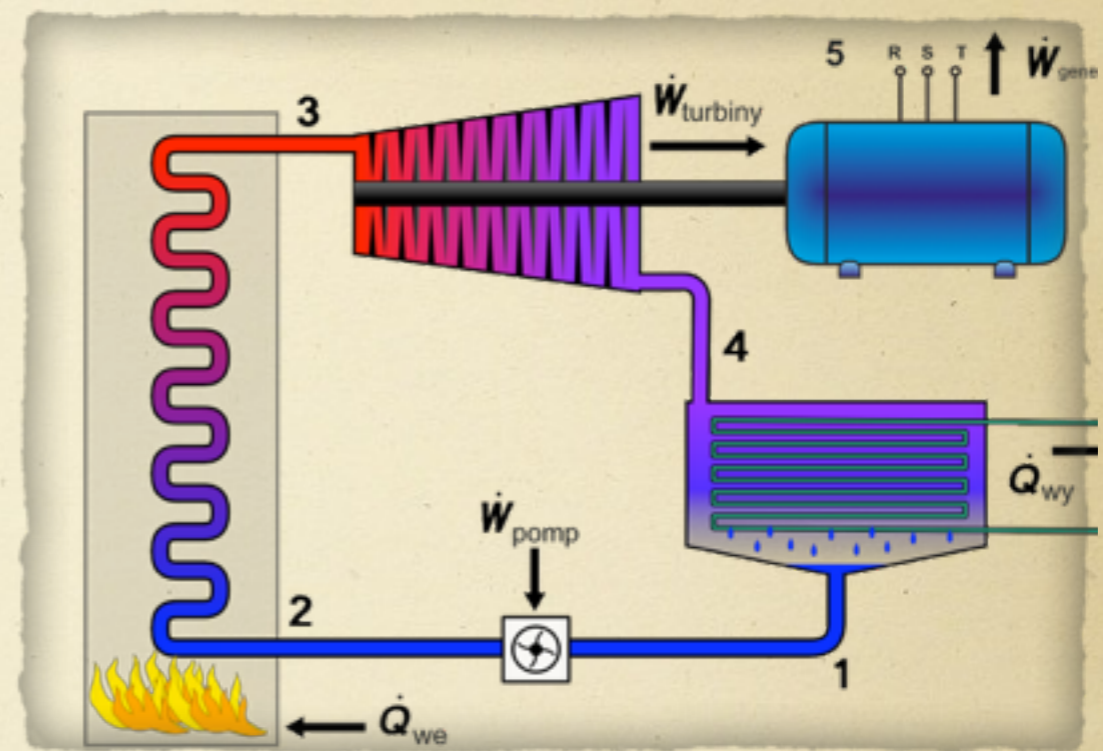


**Come sfrutto l'energia termica
generata in caldaia?**

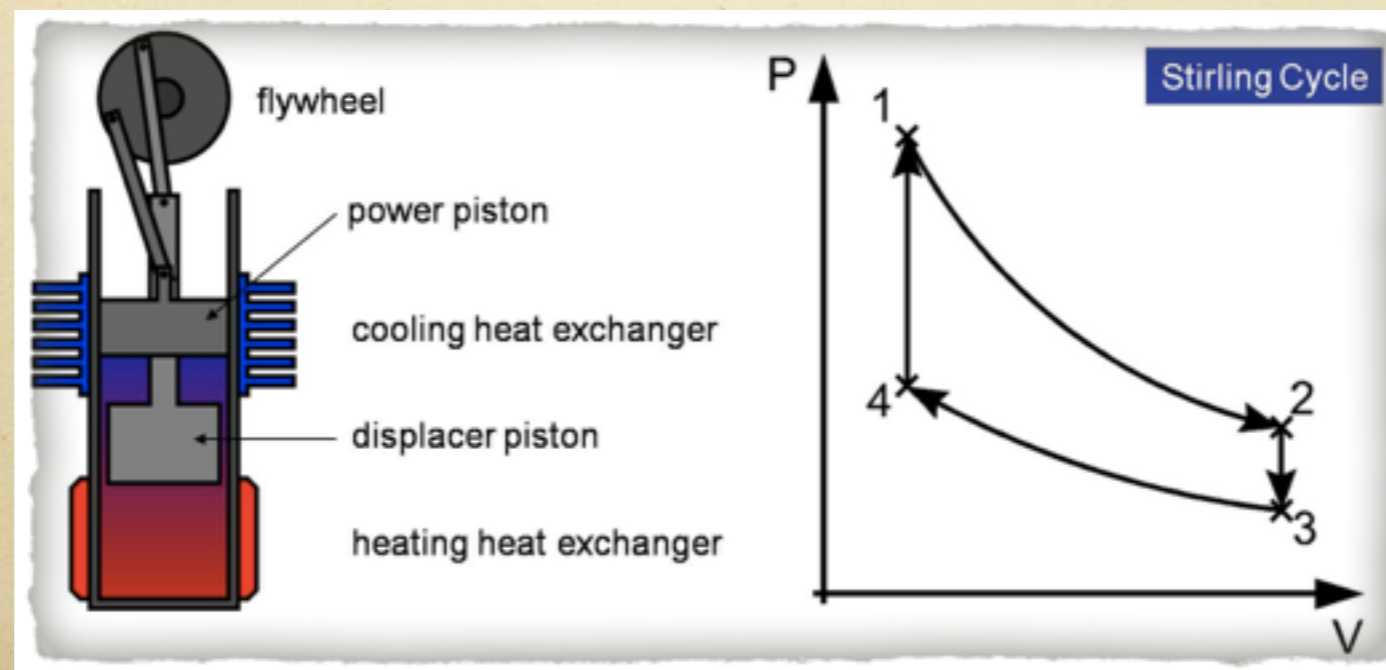
EFGT



ORC



STIRLING



Conversione Termo-Chimica

Gassificazione e Pirolisi

MOTORI

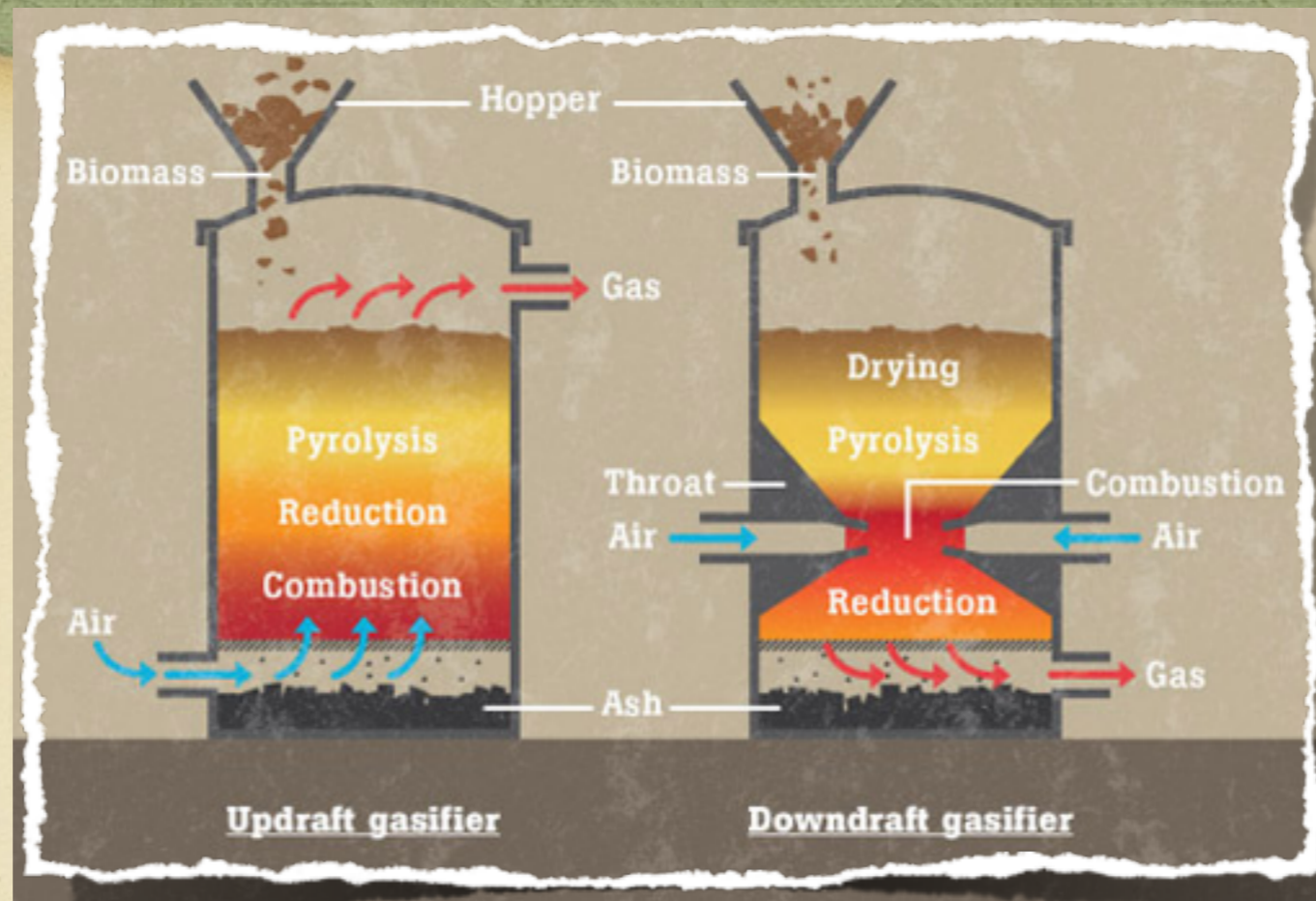
Combustione Diretta

Caldaie

Combustione Diretta

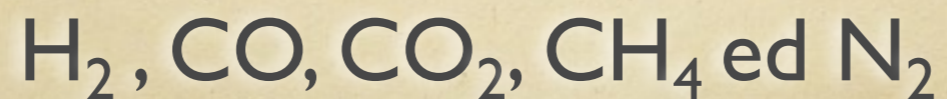
MOTORI





La gassificazione converte per via termochimica un combustibile solido in un vettore gassoso: la trasformazione avviene in un reattore stagno, in carenza di ossigeno ed a temperature intorno ai 1000 gradi.

Si produce direttamente dalle biomasse un gas combustibile composto essenzialmente da:



UTILIZZO DEL SYNGAS

Generatori di calore ad uso industriale

Motori endotermici alternativi per la produzione di energia elettrica e calore da cogenerazione

Celle a combustibile a carbonati fusi MCFC e ad ossidi solidi SOFC

Processo Fischer - Tropsch per la generazione di combustibili liquidi

Sistemi GTL da biomasse

- Uso di sistemi F-T per ricombinare H_2 e CO in alcol e combustibili
- Flash pyrolysis per la produzione di bio-olio (oltre che char e gas) con reattori allotermici a 400-550 °C
- Depolimerizzazione e pirolisi catalitica per ottenere olii simili a diesel da biomasse residuali.

Conversione Termo-Chimica

Gassificazione e Pirolisi

MOTORI

Combustione Diretta

Caldaie

Combustione Diretta

MOTORI

Motori a PVO

Vantaggi:

Tecnologia consolidata (motori di derivazione navale o autotrasporto)

Costi per kW contenuti

Buon rendimento di conversione

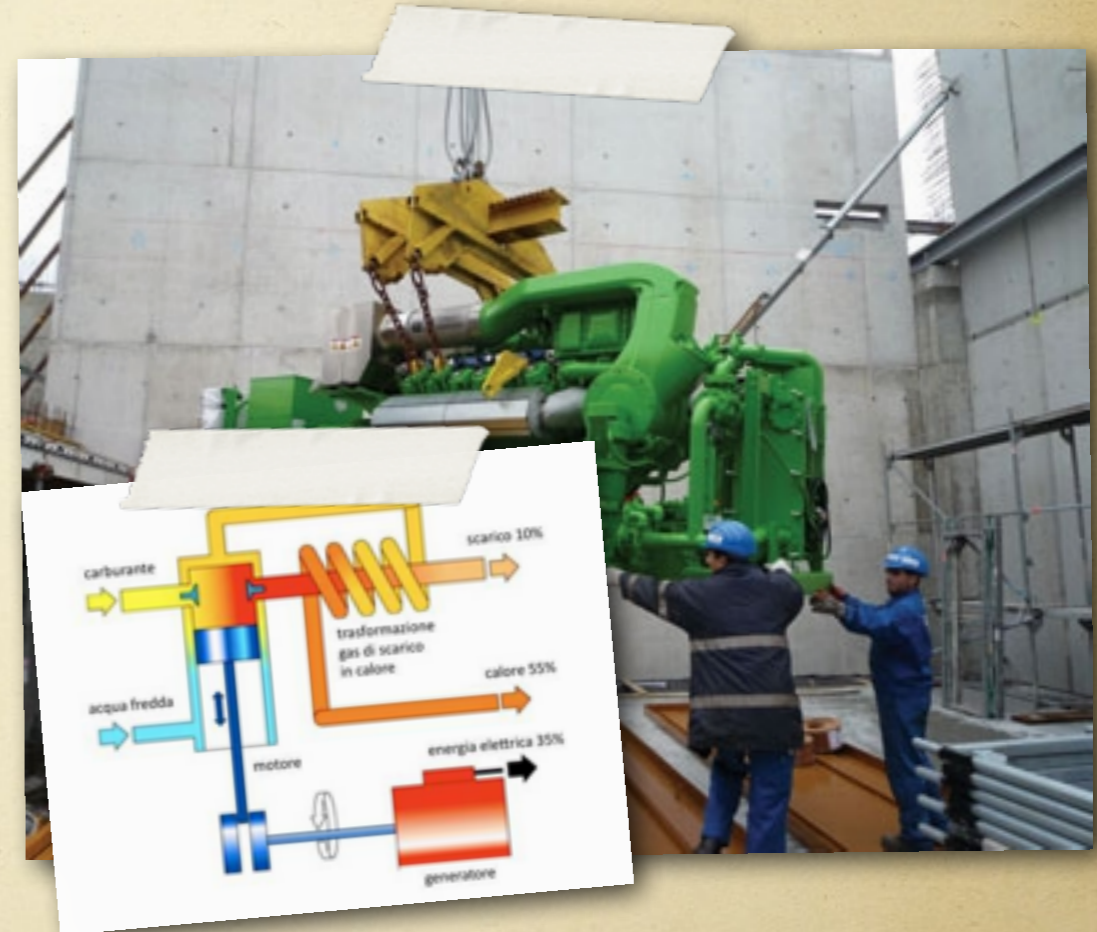
Svantaggi:

Manutenzione frequente e costosa

Emissioni specifiche elevate

Rumorosità e vibrazioni

Sensibilità all'H₂S



	Unità	Diesel	Biodiesel EN 14214	Olio di girasole	Olio di colza
Potere calorifico	MJ/kg	42,7	37,2	37,7	37,6
Densità a 15 °C	kg/l	0,83	0,86-0,9	0,92	0,91
Contenuto energetico (volumetrico)	MJ/l	35,2	32,7	34,8	34,2
Viscosità a 40 °C	mm ² /s	2-4,5	3,5-5	31,4	36
Punto di infiammabilità	°C	> 55	≥ 120	253	> 220



Le biomasse utilizzabili a scopo energetico

Ing. Giulio Allesina Ph.D., Bio-Energy Efficiency
Laboratory, Dep. Of Engineering “Enzo Ferrari”, Modena

www.beelab.unimore.it

