

Biomassa

Prof. Carmine Napoli

DEFINIZIONI:

L'articolo 2 del decreto legislativo del 03.03.2011 definisce la biomassa come:

“la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica proveniente dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”.

INTRODUZIONE

La biomassa può essere ritenuto un equivalente naturale ai combustibili fossili.

Offre una notevole flessibilità di approvvigionamento, grazie alla varietà di combustibili che possono essere prodotti.

Essa può essere

- bruciata direttamente
- convertita in combustibili solidi, liquidi, gassosi

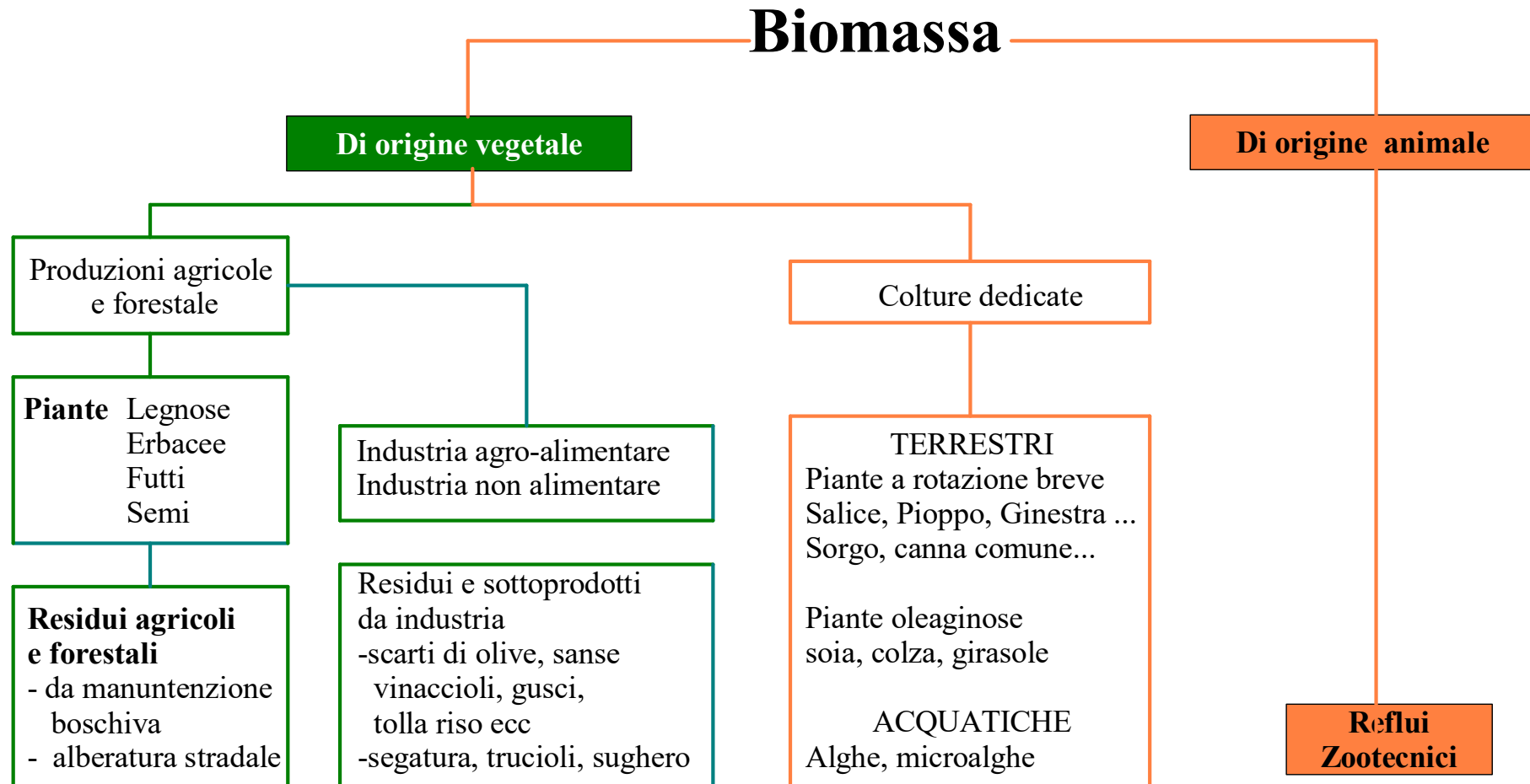
Per la sua produzione si possono usare:

- residui industriali, agricoli e forestali
- colture apposite del tipo arboricole, di canna da zucchero

Vi è una notevole potenzialità di produzione che potrebbe essere fatta attraverso un migliore impiego delle risorse forestali ed agricole, in un miglioramento dei processi di conversione ad esempio per produrre biogas.

La biomassa può essere utilizzata per ottenere una maggiore flessibilità negli approvvigionamenti
Essa può essere sfruttata sia in piccola che grande scala, in maniera decentralizzata con molta manodopera

FONTI DI BIOMASSA



I residui di selvicoltura e della produzione agricola sono una fonte immediata di risorse energetiche relativamente a poco prezzo, il loro sfruttamento offre un modo accettabile di eliminare residui spesso inquinanti. Le ceneri dei bruciatori possono essere reimpiegate come fertilizzanti.

Il contenuto di energia dei residui sfruttabili è di circa 93 EJ/anno, con una convenzione efficiente potrebbe coprire il 7% del fabbisogno energetico mondiale.

Il futuro della produzione di biomassa sarà fatta soprattutto da colture apposite quali piantagioni arboree, di canna da zucchero ecc.

È necessario però che si migliori la produttività di tali colture.

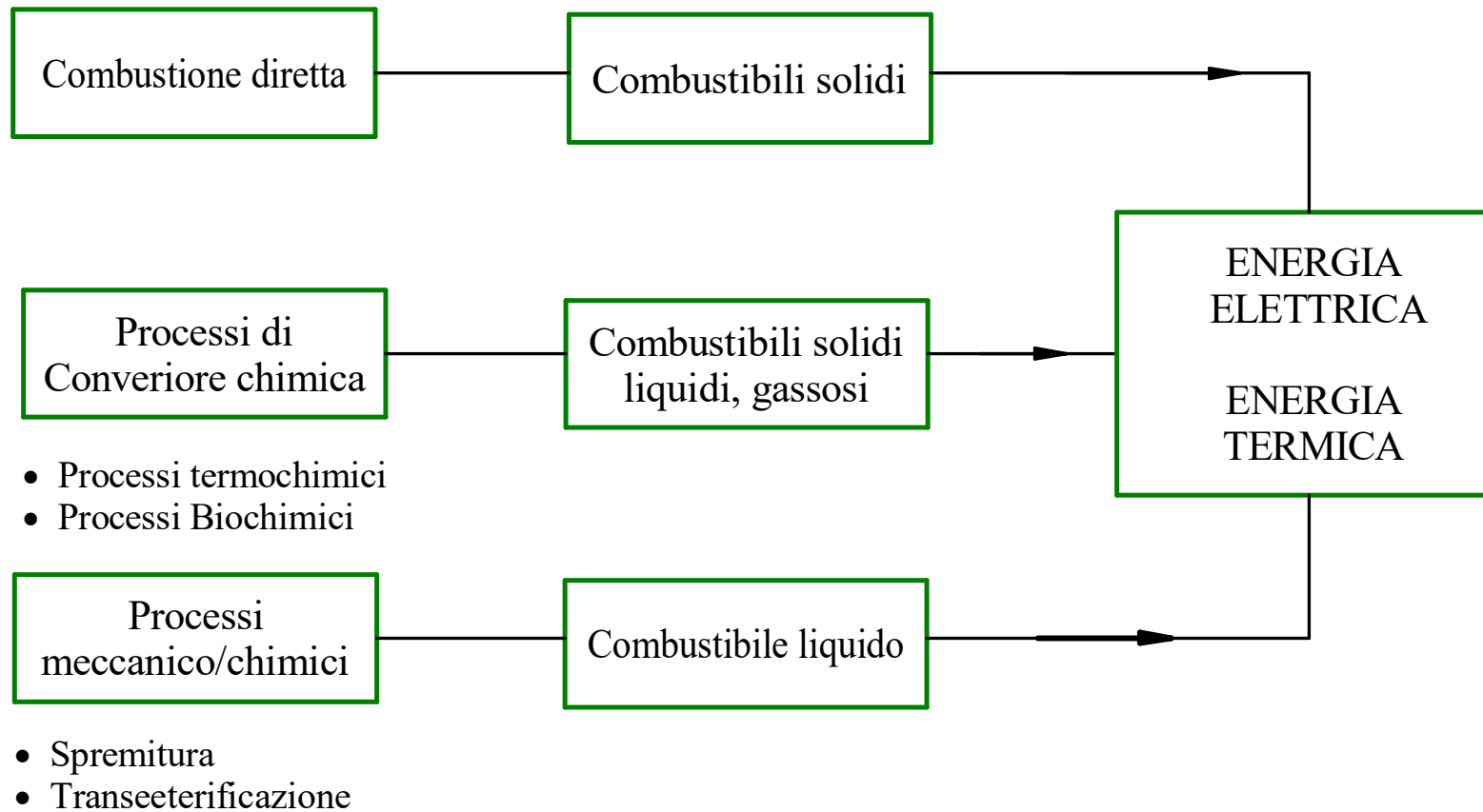
Normalmente la produzione è di circa 5 tonnellate (in peso secco) per ettaro e per anno.

Con opportune tecniche di selezione delle specie messe a coltura e dei terreni è possibile ottenere 10-15 tonnellate per ettaro e per anno nelle zone temperate e a 15- 20 nelle zone tropicali.

Le più comuni tipologie di biomassa

Colture impiegate per scopi energetici	Pioppo, salice, eucalipto legna da ardere
Residui industriali per la lavorazione della cellulosa	Scarti del legno (lignina e parti non fibrose), scarti della carta riciclata
Residui industriali della lavorazione del legno	Segatura e trucioli di segherie
Essenze coltivate per scopi energetici	Girasole, mail, cardo, ricino. colza, soia, miscanto
Residui di piantagioni e di lavorazioni agricole	Fieno e paglia, gusci di noci, mandorle e noci, potature di vite ed albero da frutto e raccolta legumi, residui di canapa e cotone
Scarti di prodotti agro-alimentari	Lolla, pula, sansa esausta, semi di olive, ed uva, noccioli e scarti di lavorazione della frutta
Prodotti organici derivati dall'attività biologica umana e da zootecnia	Reflui e liquami da allevamento degli animali e discariche rifiuti
Rifiuti urbani di tipo vegetale	Sfalcio di erbe e potature, scarti mercati ortofrutticoli e frazione organica RSU

PROCESSI DI CONVERSIONE



COMBUSTIONE DIRETTA

Si effettua con

- legno (tronchetti, pellets, segatura...)
- Residui e prodotti agricoli (paglia, semi...)
- Residui agroalimentare (sanse di olive, lolla...)

Avviene in stufe e caldaie che possono avere potenzialità variabile

	Taglia	Potenza	Utilizzo
Caldaie	Piccola	15 – 100 kW	Riscaldamento domestico
	Media	0,2 – 30 MW	Civile di tipo collettivo/industriale
	Media	0,2 – 10 MW	Teleriscaldamento uso civile
	Grande	10 – 50 MW	Generazione Energia elettrica - Cogenerazione

Il **PELLET** è un combustibile ecologico in forma di piccoli cilindri, ottenuto principalmente da scarti di lavorazione del legno, come segatura e trucioli.



Il **CIPPATO** è legno naturale sminuzzato in frammenti (chiamati "chip", da cui deriva il nome) di varie dimensioni, prodotto tramite una macchina chiamata cippatrice a partire da tronchi, ramaglie o scarti di potature e lavorazioni.



Il **BRICCHETTO** (o bricchetta) è un cilindro di materiale combustibile agglomerato, prodotto pressando a forte pressione polvere di carbone, legno o altri scarti vegetali come segatura, torba o paglia, spesso mescolati con leganti naturali come l'amido di mais

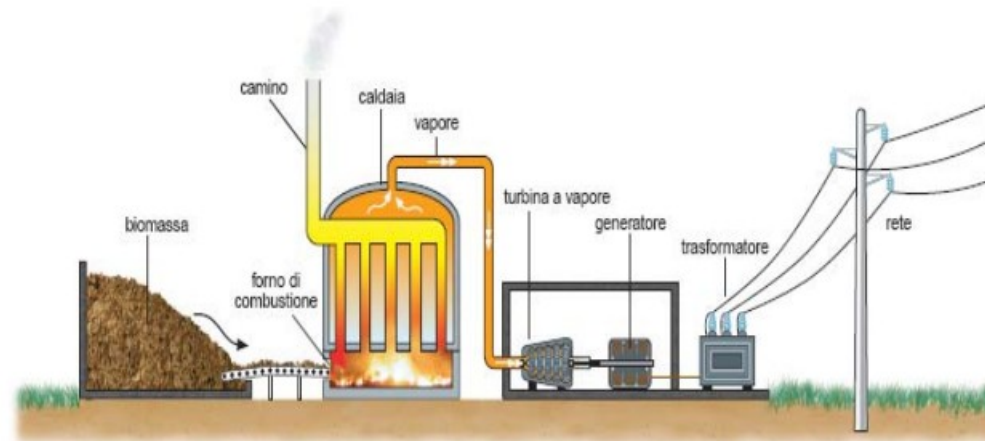


CIOCCHI DI LEGNO grossi pezzi di legno da ardere



Schema di utilizzo di una combustione diretta per produrre energia elettrica.

Schema impianto alimentato da biomasse e rifiuti



La potenza media degli impianti per la produzione di energia elettrica è di circa 5-10 MW con rendimento di circa 20-25%

Le emissioni di PM10, Nox e CQ sono superiori sia alla combustione di gasolio che di gas, sono quindi necessari sistemi di abbattimento

Necessario prevedere una gestione delle ceneri.

Co-combustione

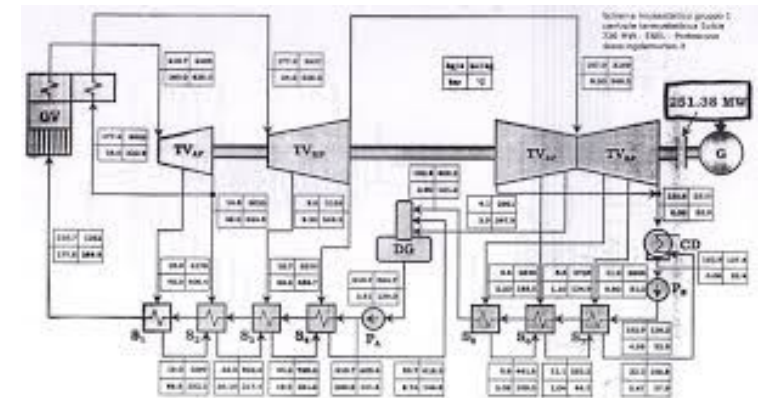
È possibile costruire o modificare centrali esistenti per poter utilizzare simultaneamente combustibili differenti (biomassa con carbone)

L'opzione meno costosa è quella di modificare centrali esistenti.

Questo tipo di centrale:

- rispetto alla biomassa
 - risolve il problema della approvvigionamento
 - aumenta la produzione di energia prodotta da fonte rinnovabile
- rispetto al carbone
 - riduce le emissioni
 - abbassa i costi del combustibile
 - riduce il debito di CO₂

In Italia, nel 2005, l'ENEL ha modificato l'impianto del Sulcis in modo da poterlo alimentare in contemporanea con carbone e biomassa fino all'8%



CONVERSIONE MECCANICA O CHIMICA

Serve a produrre combustibili liquidi e solidi che, rispetto alla conversione diretta, forniscono:

- maggiore flessibilità
- maggiore densità energetica
- maggiore trasportabilità

inoltre essi sono adatti per impianti di piccola taglia, aumentano l'efficienza energetica , riducono le emissioni di inquinanti.

Si possono effettuare mediante:

- Processi di conversione chimica
 - processi termochimici
 - processi biochimici
- Processi meccanico-Chimici
 - spremitura
 - transesterificazione

CONVERSIONE TERMOCHIMICA

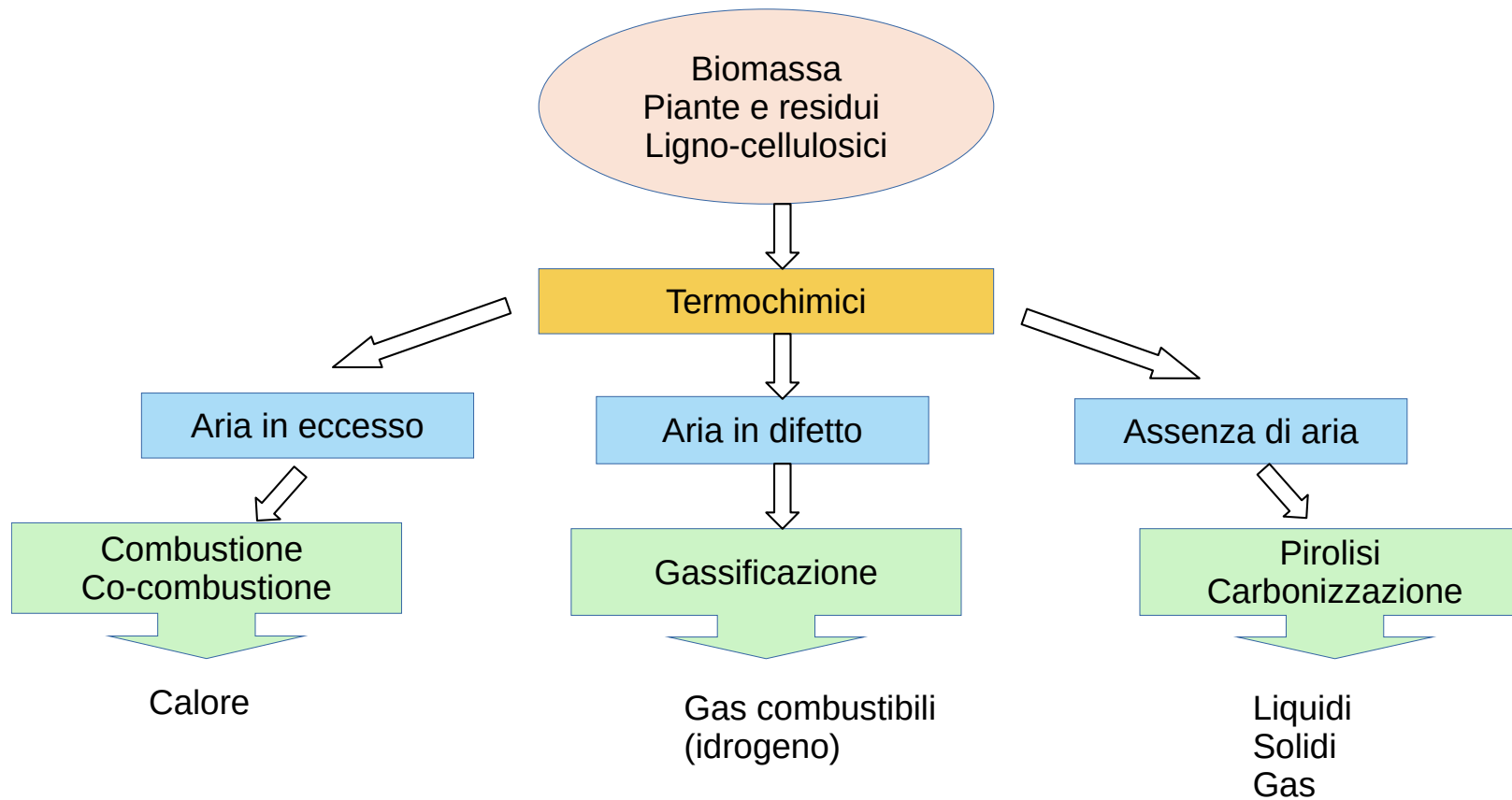
La biomassa viene trasformata in combustibile mediante reazioni chimiche prodotte da un aumento di temperatura.

Si utilizzano prodotti e residui cellulosici e legnosi che abbiano un contenuto di umidità inferiore al 30%

Le biomasse più adatte a subire processi di trasformazione termochimica sono:

- legno e derivati (segatura, trucioli ecc.)
- sottoprodotti colturali di tipo lignocellulosico (paglia, residui di potatura , ecc.)
- scarti di malorazione (lolla, pula, gusci , noccioli, ecc.)

Schema Conversione



GASSIFICAZIONE

La gassificazione è un processo ad alta temperatura nel quale un solido viene decomposto termicamente con una limitata quantità d'aria o d'ossigeno, per ottenere un combustibile gassoso.

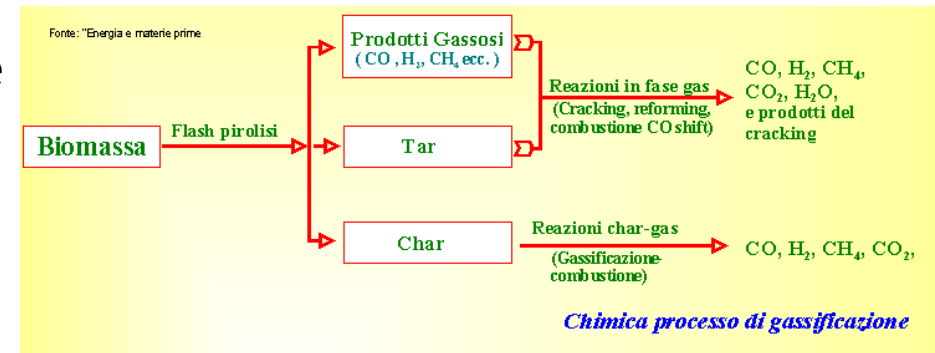
Si utilizza maggiormente l'aria in quanto permette una maggiore efficienza di conversione, con essa la temperatura di gassificazione è intorno agli 800 - 1000 °C mentre con l'ossigeno essa si aggira intorno a 1000 - 1400 °C.

Utilizzando l'aria

- il costo dell'impianto, mancando l'impianto di generazione dell'ossigeno, è inferiore.;
- il gas prodotto ha un potere calorifico inferiore rispetto a quello prodotto con l'ossigeno si passa da 4 - 6 MJ /Nm³ a 10 - 15 MJ /Nm³
- comporta la presenza dell'azoto che si ritrova poi nel biogas con conseguente aumento di volumi ed aumento delle dimensioni dell'impianto.

La gassificazione avviene in due stadi, preceduti da una fase iniziale durante la quale la biomassa deve perdere il suo contenuto di umidità

Nel primo stadio avvengono le reazioni di degradazione chimica (flash pirolisi) del combustibile solido per effetto della temperatura, con la formazione di volatili leggeri (gas), volatili pesanti (Tar) e residuo solido (Char).



Nel secondo stadio avvengono le reazioni di gassificazione e combustione del Char e le reazioni in fase gas dei prodotti volatili (gas e Tar) della pirolisi.

Le quantità di gas, Tar e Char prodotte dipendono dalla composizione della biomassa, dal gassificante della temperatura e della velocità di riscaldamento.

In particolare è da tenere sotto controllo la formazione del Tar che rappresenta un prodotto indesiderato nella produzione del gas. Sfortunatamente la sua completa distruzione avviene solo a temperature molto elevate (1000 °C), per cui si rende necessario prevedere un trattamento di purificazione finale del gas.

PIROLISI

Decomposizione termochimica di materiali organici ottenuta tramite applicazione di calore a temperature comprese fra 400 e 1000 °C in presenza di ridottissima quantità o in assenza di ossigeno.

Si ottiene un mix combustibile (solido, liquido, gassoso) in base alla temperatura ed al tipo di procedimento seguito

- gas 13-85%
- liquido (bio-oil) 5-60%
- solido (char) 10-35%

	Temperatura (°C)	Liquidi %	Solidi (char) %	Gas %
Pirolisi Fast Flash	500 -650 >700	75	12	13
Pirolisi Gassificazione		5	10	85

LE TECNOLOGIE DI GASSIFICAZIONE

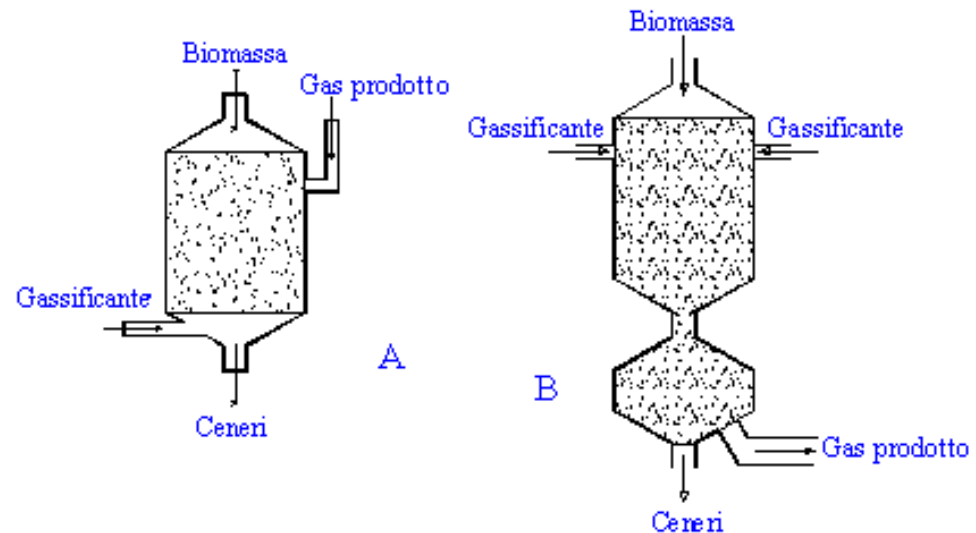
Tra le diverse tecniche di gassificazione, assumono particolare importanza quelle a letto fisso e a letto fluido.

I gassificatori a letto fisso

Nei gassificatori a letto fisso il mezzo gassificante passa attraverso un letto granulometrico della parte solida.

I gassificatori possono essere in controcorrente (A) ed in equicorrente (B).

Il gassificatore in controcorrente permette un'alta efficienza termica in quanto le ceneri calde riscaldano il gas in ingresso ed i prodotti della gassificazione a loro volta scaldano il solido alimentato, mentre quelli in equicorrente producono una bassa quantità di Tar in quanto i gas prodotti lasciano il gassificatore da una zona ad alta temperatura e ciò produce la pirolisi dello stesso Tar.

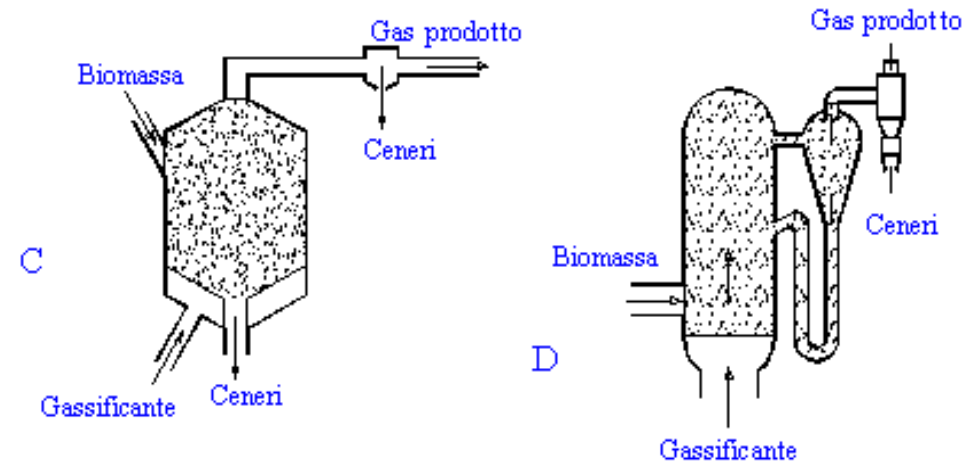


Questi tipi di gassificatori sono disponibili su piccola scala 200 kg/h presentano una tecnologia matura e consolidata, ma i gas prodotti presentano ancora un alto contenuto di Tar, oltre che di oli, fenoli e ammoniaca che ne limitano l'uso.

I gassificatori a letto fluido

Nei gassificatori a letto fluido il mezzo gassificante presenta una velocità molto elevata per cui si riesce a tenere in sospensione il solido che deve avere una granulometria molto piccola.

Il conseguente miglioramento dello scambio di calore tra gas e solido permette di operare a temperatura pressoché ottimale per il processo.



Essi presentano il vantaggio di una migliore qualità del gas prodotto, per contro se le temperature sono molto elevate facilmente si ha una perdita di fluidizzazione, inoltre sono sensibili alle variazioni di portate del fluido o della carica di solido che sono mutuamente vincolanti.

Trattamento dei prodotti della gassificazione

I gas che si ottengono dalla gassificazione delle biomasse, contengono dei prodotti indesiderati, oltre al Tar ci sono anche composti quali H_2S e NH_3 e altre sostanze quali Cl, F che se non rimosse prima della combustione generano dei composti inquinanti (diossine, NO_x , SO_x , ecc.)

I principali trattamenti di purificazione vengono ottenuti mediante l'impiego di cicloni, o filtri ceramici o reattori catalitici.

I primi due hanno la funzione principale di rimuovere il solido trascinato, i reattori catalitici sono invece tipici della gassificazione delle biomasse, hanno la principale funzione di rimuovere il Tar favorendone le reazioni di cracking, vengono impiegati principalmente catalizzatori a base di Nichel e di Dolomite, con temperature intorno a 800 - 900 °C.

CONVERSIONE BIOCHIMICA

Permette di ricavare combustibile gassoso mediante reazione biochimica provocata da enzimi, funghi o microorganismi, che si formano nella biomassa sotto particolari condizioni.

Viene utilizzata per biomasse la cui umidità alla raccolta è superiore al 30%

Interessa:

- colture acquatiche
- sottoprodotti colturali (foglie e steli barbabietola, olive, patate ecc.)
- reflui zootecnici
- scarti di lavorazione
- frazione organica dei rifiuti solidi urbani
- Reflui urbani ed industriali

La conversione biochimica può avvenire per digestione anaerobica e per fermentazione.

Digestione anaerobica

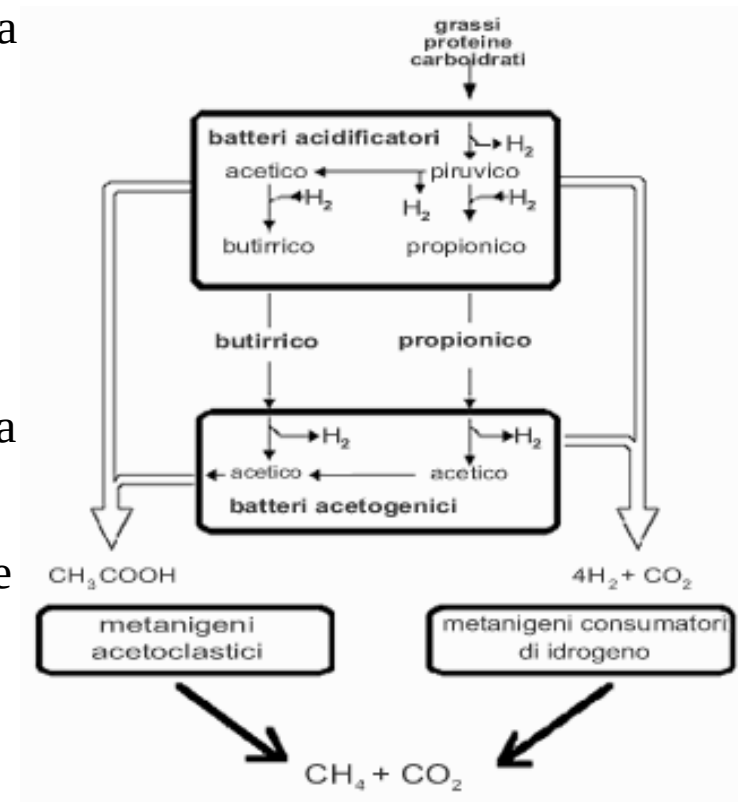
La digestione anaerobica prevede la digestione microbica della biomassa (la digestione anaerobica è quella che avviene in assenza di aria o di ossigeno, attraverso micro-organismi che ricavano l'ossigeno necessario a partire dai processi di decomposizione).

La digestione aerobica, detta anche ossidazione biologica, avviene invece in presenza di ossigeno, e può essere assimilata ad una combustione a bassa temperatura.

Questi processi, che avvengono alle temperature relativamente basse (da 0°C fino ai 70°C) alle quali vivono le colonie batteriche, non possono coesistere.

Le colonie batteriche aerobiche, che ricavano grandi quantità di energia dall'ossigeno, soppiantano le colonie anaerobiche.

Il processo di digestione aerobica comporta però la dissipazione di una grande quantità di energia, ed è perciò meno interessante per fini di conversione energetica.



Nel processo di digestione anaerobica utilizzato con il letame ed i residui organici degli allevamenti animali, in presenza di un elevato contenuto di umidità (circa 80%), viene prodotto un gas costituito prevalentemente da anidride carbonica e metano, contenente tracce di idrogeno solforato.

Il gas può essere utilizzato direttamente come combustibile, oppure trasformato in combustibile di sintesi rimuovendo l'anidride carbonica ed i prodotti solforati.

Il processo fornisce come residuo dei fanghi con elevato contenuto proteico, utilizzabili per l'alimentazione animale, e degli effluenti liquidi.



Fermentazione

La fermentazione consiste nella rottura di molecole complesse in composti organici attraverso muffe, lieviti, batteri ed enzimi.

Le fermentazioni più interessanti ai fini energetici sono quella alcolica e quella metanica.

Nella fermentazione alcolica, tecnica ampiamente utilizzata per la vinificazione e la produzione della birra, avviene la trasformazione degli amidi in zuccheri ed in alcol etilico, con la liberazione di anidride carbonica.

L'alcol etilico può essere prodotto anche dalla fermentazione di cereali, patate, canna da zucchero ed altri prodotti vegetali.

La fermentazione del legno produce invece metanolo, dannoso per la salute umana e presente in piccole quantità nel vino ed in altre bevande alcoliche.

Questa tecnica è ampiamente utilizzata per la conversione di cereali e zucchero in etanolo, che è stato diffusamente adoperato come combustibile per l'autotrazione, addizionato alla benzina: in Brasile l'alcol etilico ottenuto dalla fermentazione della canna da zucchero soddisfa circa il 60% della domanda di combustibile per autoveicoli.



La fermentazione metanica consiste invece nella trasformazione della cellulosa ($C_6H_{12}O_6$) in metano e anidride carbonica.

Fermentazioni metaniche spontanee avvengono nei depuratori fognari e negli impianti per il trattamento dei rifiuti urbani, alimentate in questo caso dalla presenza abbondante della carta tra i rifiuti.

Un limite di queste tecnologie è rappresentato dal costo economico ed energetico.

Sono in corso ricerche per individuare e produrre cereali che richiedano costi di produzione minori, e per ottimizzare e ridurre l'energia di processo.

CONVERSIONE MECCANICO-CHIMICA

Si ricavano combustibili mediante operazioni meccaniche (spremitura) o combinate meccaniche chimiche

Interessa

- colture oleifiche dedicate (colza, girasole, soia)
- oli fritti e grassi animali di scarto

Mediante il processo di ESTRAZIONE si ottiene olio vegetale grezzo, che, in seguito, è raffinato per rimuovere sostanze estranee

L'estrazione può essere meccanica (spremitura), chimico (con un solvente) o una loro combinazione
Come sottoprodotti si ottengono dei residui solidi come pannello proteico e farina che hanno ancora un buon contenuto energetico.

APPLICAZIONI

Gli oli vegetali ricavato possono essere utilizzati come combustibile

- nei motori a combustione interna. È una tecnologia consolidata per quanto riguarda motori di grandi dimensioni, è difficoltoso utilizzarlo nei motori di piccole cilindrata.

Esso porta ad elevate emissioni di particolato e formazione di morchie all'interno del cilindro e negli iniettori con conseguenti problemi di affidabilità

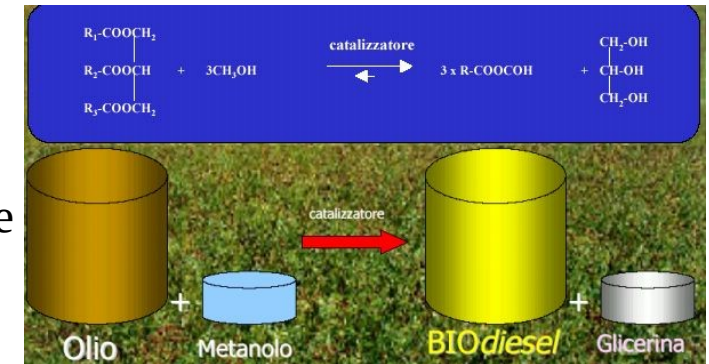


- Nelle turbine e microturbine , si ricorda la centrale di Ostiglia in provincia di Mantova

TRANSESTERIFICAZIONE

La transesterificazione è una reazione chimica che consiste nella sostituzione dei componenti alcolici con alcool metilico (metanolo).

La transesterificazione di un olio (di girasole, soia, colza) consente di produrre BIODIESEL per autotrazione e riscaldamento



Il Biodiesel ha:

- viscosità simile a quella del gasolio per autotrazione
- può essere mescolato al gasolio derivato dal petrolio
- il biodiesel può essere utilizzato in motori di piccole cilindrata

Il Biodiesel presenta proprietà solventi per cui è aggressivo verso alcune gomme usate nei condotti di adduzione del carburante che devono essere sostituite con gomme di altro materiale. Esso è anche incompatibile con materiali quali ottone, bronzo, rame che devono essere sostituiti con l'acciaio.