

**bio&watt**  
ENERGY FROM BIOMASS



IMPIANTI DI PIROGASSIFICAZIONE

# BIO&WATT ENERGY FROM BIOMASS

“Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma.”  
Antoine-Laurent de Lavoisier

Il nostro progetto industriale mira a rendere possibile la **co-generazione distribuita di piccola taglia** attraverso l'impiego del processo di **pirogassificazione**.

Vogliamo contribuire allo **sviluppo sostenibile delle Energie Rinnovabili**, attraverso l'applicazione di una tecnologia innovativa ed efficiente e l'utilizzo di soluzioni impiantistiche di dimensione contenuta e a bassissimo impatto ambientale. **L'innovazione** è il nostro mezzo, e la nostra passione. Operiamo in collaborazione con università ed enti di ricerca nazionali e internazionali per individuare e applicare sui nostri impianti lo stato dell'arte delle tecnologie, dei materiali e dei processi. Lavoriamo con fornitori/partner che esprimono nei loro rispettivi ambiti le più elevate competenze specialistiche del mercato.

Aspiriamo così a favorire **nuovi modelli di sviluppo economico basati sulla valorizzazione energetica delle biomasse**. L'elevato rendimento del processo e la piccola scala efficiente consentono di realizzare la produzione di energia elettrica e termica in unità di autoproduzione di piccole dimensioni localizzate in più punti del territorio, laddove è presente e disponibile la biomassa (secondo il concetto cosiddetto "energia a KM zero"). Le peculiarità del processo di gassificazione a carico di matrici organiche ne consentono un'ampia gamma di applicazioni, che spaziano dalle filiere agroenergetiche al Biowaste to Energy.



IMPIANTI



**Le filiere agroenergetiche**

Il legno è la biomassa per eccellenza, meglio detta biomassa vergine. La gassificazione di **biomassa vergine** consente di produrre energia rinnovabile in maniera più efficiente, e quindi più redditizia, rispetto a tecnologie alternative. D'altronde la biomassa vergine non è necessariamente quella appositamente coltivata a fini energetici (**energy crops**), essa può essere il **sottoprodotto o il residuo** di altre attività principali come ad esempio le lavorazioni agricole, la selvicoltura o la lavorazione del legno, e nondimeno rappresentare una risorsa valorizzabile attraverso la tecnologia della gassificazione. Il nostro impianto è stato sviluppato privilegiando il concetto di **flessibilità rispetto alle biomasse alimentate**, che possono variare in ordine alle caratteristiche fisiche e chimiche pur continuando ad essere un combustibile per il processo. In questo modo aziende agricole, boschive ecc. possono garantire una fonte di reddito aggiuntiva e stabile alla propria attività d'impresa.



**Biowaste to Energy**

Alla capacità di utilizzare un'ampia varietà di biomasse per la produzione di energia elettrica e termica, il processo di gassificazione affianca un'altra importante caratteristica: per sua natura, la gassificazione opera una **forte contrazione volumetrica della massa in ingresso** (il residuo fisso è quantificabile nel solo contenuto in ceneri della massa gassificata). Ne deriva un ambito di applicazione estremamente interessante a tutte quelle **masse organiche residue da processi agro-industriali**, che da reflui spesso smaltiti a titolo oneroso si trasformano in combustibile, rendendo detta trasformazione sostenibile non solo in termini economici ma soprattutto ambientali, grazie alla riduzione dei flussi avviati a discarica o spandimento.

Oltre che per l'utilizzo di biomasse nobili appositamente prodotte (es. cippato di legno), l'impianto si presta per l'utilizzo di matrici di scarto, come ad esempio la frazione solida del digestato prodotto da impianti di digestione anaerobica, le lettiere avicole o i fanghi prodotti da impianti di depurazione civile e industriale (es. depurazione acque o fanghi di cartiera).





# IMPIANTI



## VANTAGGI

La soluzione impiantistica di Bio&Watt Gasification presenta una molteplicità di vantaggi rispetto a eventuali tecnologie alternative di conversione energetica:

- **Elevata efficienza sulla piccola taglia** (il singolo modulo è installabile con una potenza elettrica di 300kWe o inferiore)
- **Elevato rendimento elettrico** (maggiore del 50% rispetto a una soluzione con caldaia di pari potenza) e conseguente elevata redditività dell'investimento nell'impianto
- **Estrema compattezza** che consente la collocazione senza problemi dell'impianto in qualsiasi contesto agricolo o industriale (un maggiore rendimento si ripercuote tra l'altro sugli aspetti logistici d'impianto come spazio necessario per lo stoccaggio, numero di rifornimenti di biomassa, ecc.). L'impianto di pirogassificazione permette di raggiungere livelli di compattezza notevoli, riducendo l'ingombro sia dal punto di vista dell'altezza d'impianto che di superficie occupata
- **Scalabilità** attraverso l'approccio modulare (con l'installazione di più moduli in parallelo si ottiene la potenza elettrica desiderata e commisurata alla disponibilità di biomassa)
- **Duttilità nell'impiego di biomasse e matrici differenti** (praticamente qualsiasi materiale organico la cui composizione è basata su C-H-O è utilizzabile in gassificazione attraverso opportuni pretrattamenti)
- **Bassissimo livello di emissioni** (il processo di gassificazione non produce di per sé emissioni)
- **Assenza di prodotti di scarto** (l'unico sottoprodotto del processo è rappresentato dalle ceneri inizialmente presenti nella biomassa), tutto il potenziale energetico della biomassa è valorizzato
- **Varietà di applicazioni possibili** (il processo consente la trasformazione del vettore energetico da solido a gassoso, aumentandone facilità di fruizione e possibilità di utilizzo; si rendono quindi possibili applicazioni diverse come ad esempio la produzione di gas combustibile per motori endotermici finalizzati alla produzione elettrica o la combustione diretta del gas in preesistenti impianti per la produzione di calore come forni, caldaie, essiccatoi industriali)
- **Completa automazione** grazie all'utilizzo di un sistema di gestione tramite PLC. Il sistema di controllo è progettato con lo scopo di assicurare la necessaria disponibilità ed affidabilità unitamente alla massima sicurezza di gestione dell'intero impianto



**A. FASE DI ESSICCAZIONE**

- Opzionale: l'essiccazione è richiesta se l'umidità della biomassa disponibile è superiore al 10%
- Essiccatoio: ambiente in cui la biomassa viene riscaldata e l'umidità in essa presente diminuisce per effetto evaporativo
- La biomassa viene essiccata utilizzando il calore cogenerato dall'impianto, fino a renderla idonea ad alimentare la successiva fase di pirogassificazione
- È possibile utilizzare diverse tecnologie di essiccazione (stoccaggi ventilati, essiccatoi a nastro, essiccatoi rotativi) la cui scelta viene fatta sulla base delle condizioni ambientali e delle esigenze del committente (disponibilità di spazio, valorizzazione energia termica, ecc.)

**B. FASE DI PIROGASSIFICAZIONE**

- Reattore: è una camera compatta, realizzata in acciai speciali, all'interno della quale la biomassa reagisce con l'agente comburente dando luogo alle reazioni termochimiche di pirogassificazione dalle quali si genera il syngas
- Il prodotto solido carbonioso (char) viene estratto per gravità dal fondo del reattore e alimentato in continuo al combustore integrativo
- Il syngas prodotto è avviato alla sezione di raffreddamento e filtraggio

**D. FASE DI CONVERSIONE IN ENERGIA ELETTRICA E TERMICA (COGENERAZIONE)**

- Motore a combustione interna in cui il syngas derivante dalla biomassa iniziale è impiegato come combustibile
- Sistema di recupero calore dal cogeneratore: sia il calore recuperato dal sistema di raffreddamento motore che il calore presente nei fumi di scarico viene convogliato per utilizzi cogenerativi

**E. FASE DI RECUPERO TERMICO**

- Combustore integrativo: un reattore secondario appositamente progettato per valorizzare termicamente la componente liquida e solida generate contemporaneamente a quella gassosa all'interno del reattore di pirogassificazione. Il calore recuperato viene convogliato per utilizzi termici o generativi

**C. FASE DI CONDIZIONAMENTO DEL SYNGAS**

- Il syngas estratto dal reattore deve essere depolverato, raffreddato e filtrato prima di poter essere inviato ai cogeneratori. I principali apparati utilizzati sono:
  - Ciclone: la componente gassosa in uscita dal reattore viene pulita una prima volta dalle polveri presenti nel flusso attraverso il ciclone che sfrutta la forza centrifuga del gas mentre è fatto vorticare
  - Wet scrubber: la componente gassosa è ulteriormente pulita e raffreddata mediante un lavaggio ad acqua immessa in controcorrente nel flusso
  - Elettrofiltro: caricando elettricamente il flusso gassoso è possibile separare le ultime componenti solide e condensabili che hanno superato i primi due sistemi di pulizia. Grazie a quest'ultimo componente il gas raggiunge dei valori di pulizia molto elevati e può essere quindi inviato ai cogeneratori
- Il prodotto liquido eventualmente derivante dai vapori condensati (tar o olio pirolitico) viene estratto e alimentato in continuo al combustore integrativo



# TECNOLOGIA

## IL REATTORE E LE FASI PRINCIPALI DEL PROCESSO

Da un punto di vista tecnologico, il reattore di pirogassificazione Bio&Watt, di disegno proprietario, è definibile come uno "stratified - downdraft - twin fire" a letto fisso. Con riferimento alla schematizzazione, le principali fasi del processo all'interno del reattore sono:

### A. Pirolisi (200°C < T < 600°C)

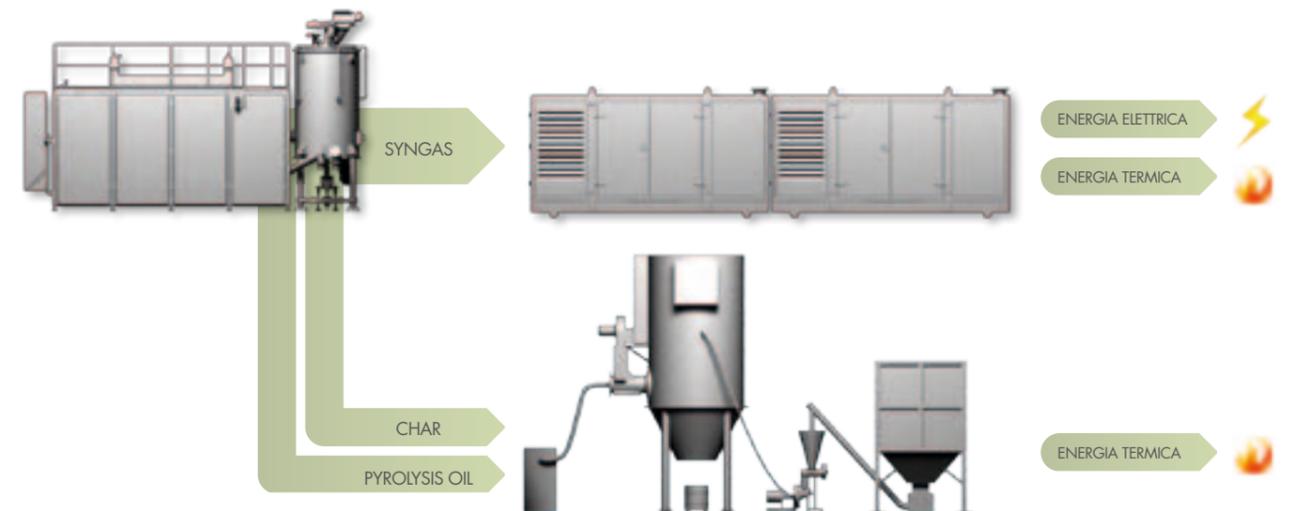
Le componenti volatili della biomassa (cellulosa, emicellulosa) evaporano generando il cosiddetto gas di pirolisi, ricco di idrocarburi (tar); i rimanenti componenti non volatili (lignina) rimangono in fase solida formando carbone.

### B. Combustione (T 800 ÷ 1.000°C)

Parte della biomassa viene ossidata in aria sottostochiometrica, generando il calore necessario allo svolgimento delle reazioni di gassificazione. Il gas di pirolisi attraversa la zona di combustione ad alta temperatura dove subisce un cracking termico: gli idrocarburi sono scomposti in molecole di gas elementari.

### C. Riduzione (T scende a 600÷700°C)

Il carbone viene consumato nelle reazioni di gassificazione alimentate dal calore di combustione e si producono H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>.



## LA CONVERSIONE ENERGETICA

I prodotti del processo di pirogassificazione alimentato da biomassa non provengono da fonte fossile, quindi possono essere completamente reindirizzati a nuovi apparati di conversione energetica che assumono la definizione di impianti che processano biomasse e quindi combustibili rinnovabili, e l'energia da essi prodotta è quindi a tutti gli effetti Energia Rinnovabile.

La conversione energetica dei prodotti di pirogassificazione avviene attraverso l'impiego delle **soluzioni tecnologiche che meglio si adattano** alle caratteristiche di ciascuno stream combustibile:

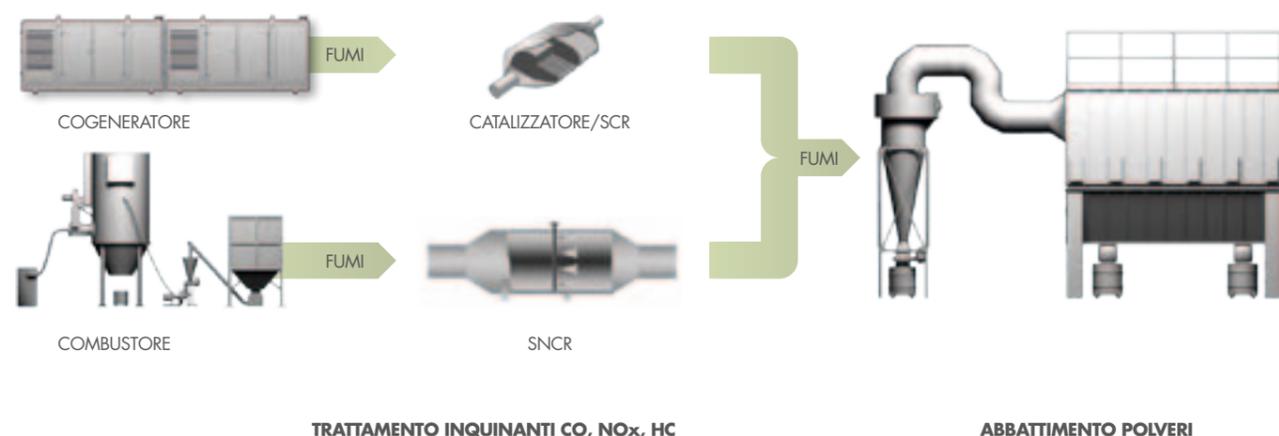
- il syngas, che rappresenta lo stream più importante dal punto di vista energetico, viene convertito in **energia elettrica e termica attraverso un cogeneratore** ad alto rendimento
- il char e l'olio pirolitico vengono convertiti in **energia termica attraverso un reattore secondario di ossidazione**

Il diagramma sovrastante illustra la configurazione tipica dell'impianto di pirogassificazione Bio&Watt in cui tutti gli stream combustibili vengono valorizzati per produrre **energia elettrica e termica**. Il rendimento lordo complessivo dell'impianto in questa configurazione è intorno al 75÷80%.

L'**energia elettrica** prodotta alimentando l'impianto con biomasse può essere utilizzata sul posto o riversata nelle rete elettrica nazionale ottenendo gli incentivi riconosciuti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

L'**energia termica** può essere ceduta a utenze termiche di vario tipo (es. teleriscaldamento, essiccazione cippato di legno, processi di essiccazione industriale) o convertita alla produzione di ulteriore energia elettrica attraverso l'applicazione di un ciclo ORC.





## IL CONTROLLO DELLE EMISSIONI

Nell'ambito della produzione di energia da FER, il rigoroso controllo delle emissioni dei sistemi di generazione assume una particolare rilevanza, anche in considerazione della "valenza ambientale" di questa tipologia di installazioni.

### Effetto serra

L'impatto ambientale derivante dall'utilizzo di una fonte rinnovabile quale il cippato di legno è nullo, perché si restituisce all'atmosfera la stessa quantità di CO<sub>2</sub> assorbita dalle piante attraverso il processo di fotosintesi durante il loro accrescimento.

### Emissioni in atmosfera

L'impianto Bio&Watt adotta lo stato dell'arte delle tecnologie disponibili (MTD - Migliori Tecniche Disponibili) al fine del controllo delle emissioni inquinanti. In particolare:

#### Effluenti gassosi

- il processo di pirogassificazione non produce emissioni, trasformando la biomassa solida in un gas completamente canalizzato al cogeneratore
- il cogeneratore, in funzione di taglia e caratteristiche tecnologiche del motore endotermico, è dotato di marmitta catalitica/sistema SCR per l'abbattimento degli inquinanti
- il combustore è dotato di sistema SNCR con utilizzo di reagente per il controllo degli NO<sub>x</sub>

#### Polveri

- i fumi esausti, prima di essere scaricati in atmosfera, subiscono un ulteriore trattamento finalizzato al controllo del materiale particolato attraverso l'impiego di un ciclone depolveratore e di un filtro a maniche appositamente dimensionati

### Reflui

L'unico refluo prodotto dall'impianto è limitato alla cenere originariamente presente nella biomassa alimentata. Tali ceneri sono ricche dei nutrienti presenti nella biomassa, e potrebbero essere opportunamente valorizzate in ambito agronomico.

## 5

# PRESTAZIONI

## PRESTAZIONI DI IMPIANTO

Di seguito i principali parametri di funzionamento dell'impianto riferiti a un singolo modulo di gassificazione:

Consumo combustibile	
Biomassa di riferimento	Cippato di legno (PCI ≈ 4÷5 kWh/kg s.s.)
Produttività Syngas	2,2÷2,5 Nm <sup>3</sup> /kg s.s.
Portata massima reattore di gassificazione	720 Nm <sup>3</sup> /h
Potere calorifico Syngas	1,3÷1,5 kWh/Nm <sup>3</sup>
Consumo specifico biomassa	0,8÷1,2 kg s.s./kWh <sub>e</sub>

Potenza elettrica nominale	
Potenza elettrica installata <sup>(1)</sup>	200÷300 kW <sub>e</sub>
Ore di funzionamento	+7.000 h/anno
Produttività elettrica lorda	1,4÷2,1 GWh/anno

Potenza termica disponibile durante il funzionamento <sup>(2)</sup>	
Fumi di scarico cogeneratore (@400°C)	170÷250 kW <sub>th</sub>
Aria calda raffreddamento motore (@65°C)	170÷250 kW <sub>th</sub>
Fumi caldi combustore integrativo (@900°C)	250÷350 kW <sub>th</sub>

<sup>(1)</sup>Funzione della taglia del cogeneratore installato

<sup>(2)</sup>Funzione della potenza elettrica installata

Potenze elettriche installate più elevate si ottengono **scalando l'impianto in maniera modulare** (2 o più moduli in parallelo).

La potenza termica disponibile può essere utilizzata per:

- effettuare **l'essiccazione della biomassa** ove necessario
- **alimentare un'utenza termica** ove disponibile
- **produrre ulteriore energia elettrica** tramite l'applicazione di un ciclo ORC

## PRESTAZIONI AMBIENTALI

---

I due più importanti parametri ambientali derivanti dall'utilizzo di biomassa con impianto in assetto cogenerativo sono la quantità di CO2 evitata e l'energia primaria risparmiata (PES). Di seguito sono riportati i valori dei parametri calcolati per un funzionamento stimato di 7.000 ore/anno sfruttando tutta l'energia termica disponibile per alimentare varie utenze:

Cogenerazione con fonti rinnovabili	
CO2 evitata	ca 2.500 ton/anno
Energia primaria risparmiata	ca 1.100 tep/anno

I valori di concentrazione degli inquinanti emessi in forma gassosa e di particolato sono ampiamente mantenuti entro i **limiti previsti dal Dlgs n. 152, 3 aprile 2006** che fissano per impianti nei quali sono utilizzati combustibili solidi di potenza nominale complessiva installata compresa fra 0,15MW e 3MW i seguenti valori (riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso pari all'11%):

Emissioni in atmosfera	
Polveri totali	100 mg/Nm3
Monossido di Carbonio (CO)	350 mg/Nm3
Ossidi di azoto (NO2)	500 mg/Nm3
Ossidi di Zolfo (SO2)	200 mg/Nm3

L'impianto consuma una modesta quantità di acqua necessaria al funzionamento della torre evaporativa di raffreddamento. Non vengono prodotti residui di processo ad eccezione delle ceneri minerali presenti nella biomassa alimentata all'impianto. L'impianto non genera emissioni rumorose significative, che vengono ampiamente mantenute entro i limiti previsti dalla normativa vigente nella zona di insediamento.

Altro	
Consumo di acqua	600-700 m3/anno
Produzione ceneri minerali	40-50 ton/anno
Emissioni rumorose	entro i limiti previsti dalla normativa

## CONTATTI

---

### **BIO&WATT Gasification s.r.l.**

Sede Legale: Via Pietro Maroncelli 17 - 20154 Milano  
T. +39 02 873 66 873 - F. +39 02 873 66 860  
info@bioewatt.com - www.bioewatt.com



[www.bioewatt.com](http://www.bioewatt.com)



Stampato su carta riciclata