

Impianti a biocombustibili solidi per la produzione di energia elettrica

TIPOLOGIA DI IMPIANTO

Un impianto di produzione di energia elettrica da biocombustibili solidi si compone dei **due** seguenti principali componenti:

- **Caldaia per la produzione di vapore**
- **Turbina abbinata ad alternatore.**

Altri elementi che compongono l'impianto sono:

- Area di stoccaggio della biomassa
- Sistema di caricamento automatico in camera di combustione
- Sistema di combustione a griglia mobile o a letto fluido
- Pre-riscaldamento aria di combustione
- Sistema di trattamento fumi
- Sistema di estrazione e trasporto ceneri
- Impianto di trattamento acque
- Sistema di controllo centralizzato
- Caldaia ausiliaria a gas per acqua calda, per picchi di domanda e back up

La produzione di vapore avviene attraverso due principali processi di conversione:

- **GRANDI IMPIANTI (> 3MWe) : CALDAIA A CICLO VAPORE (OVE IL FLUIDO VETTORE È ACQUA, CHE VA DIRETTAMENTE IN TURBINA SOTTO FORMA DI VAPORE ACQUEO)**
- **PICCOLI E MEDI IMPIANTI (<3MWe) : CALDAIA A OLIO DIATERMICO (OVE IL FLUIDO VETTORE È OLIO DIATERMICO AD ALTA TEMPERATURA CHE VA A VAPORIZZARE IL FLUIDO ORGANICO-CICLO ORC- DESTINATO ALLA TURBINA)**

GRANDI IMPIANTI (> 3MWe) : CICLO VAPORE ACQUEO

Questo processo è stato ed è impiegato in tutte le grandi centrali italiane ed europee (da 3 MWe fino a 40 MWe), dove quasi mai è prevista la contemporanea applicazione della cogenerazione, per la mancanza di utenze termiche tali da impiegare e valorizzare le notevoli quantità di calore che residuano dal processo di produzione elettrica.



IL PROCESSO

La tecnologia oggi maggiormente impiegata nei generatori di vapore acqueo (caldaie) e' la griglia mobile, che presenta una maggiore affidabilità d'esercizio rispetto alla caldaia a letto fluido, che, invece, presenta maggiori vantaggi nell'efficienza di combustione e nella garanzia di rispettare i limiti di emissione (NO_x, CO).

Tenendo conto che il combustibile non è mai completamente omogeneo, devono essere scelte soluzioni di processo equilibrate (es. 450 °C e 50 bar), che consentano l'esercizio dell'impianto anche per 8.000 ore/anno, con possibilità di utilizzare in parte biomasse inizialmente non previste (es. sansi di oliva, farine di vinaccioli, lolla di riso, etc.) senza rischi eccessivi per le superfici di scambio. Scelte più spinte (es. 520 °C e 90 bar) comportano rendimenti più elevati ma anche rischi notevoli di fermate per corrosioni e sporcamenti eccessivi.

LA LINEA FUMI

La tecnologia consente ormai di raggiungere in modo relativamente facile i limiti di emissione imposti dalle normative ed autorizzazioni. Gli attuali limiti per le biomasse si possono ottenere con sistemi completamente a secco (più semplici e facili da gestire dal personale di centrale). Per le linee fumi le criticità sono il rispetto dei limiti di emissione del CO (50 mg/Nm³) e scendere sotto i 100 mg/Nm³ per gli NO_x (servono sistemi catalitici, difficili da operare con efficienza).

LE CENERI

La scelta del sistema di estrazione e stoccaggio ceneri (a secco/umido, quali correnti conglobare, etc.) va fatta in base al combustibile utilizzato ed alle possibilità di smaltimento (es. cementifici, conglomerati cementizi, recuperi ambientali, produzione di fertilizzanti, etc.) che si possono avere nel comprensorio servito dall'impianto. Scelte iniziali errate o incomplete comportano notevoli difficoltà gestionali e spesso rendono necessarie modifiche e integrazioni impiantistiche.

PICCOLI E MEDI IMPIANTI (<3MWEL) : CICLO ORC

Per impianti di produzione di energia elettrica di minori dimensioni la soluzione tecnica oggi più impiegata è quella costituita da un generatore di calore ad olio diatermico .

Il sistema di combustione è di tipo a griglia mobile, capace di garantire sempre una combustione uniforme anche in caso di variazioni delle caratteristiche della biomassa in ingresso e, unitamente all'ampiezza della camera di combustione e all'idonea distribuzione delle arie comburenti, il contenimento delle emissioni di CO e NOx nei limiti delle leggi vigenti .

Il sistema di generazione basato sulla caldaia ad olio diatermico e sul turbogeneratore ORC ha dimostrato di essere una soluzione affidabile, efficiente ed economicamente interessante per i sistemi decentrati nella gamma di potenza tra 200 kWel e 2.000 kWel .



PROCESSO ORC

Il turbogeneratore sfrutta l'olio diatermico caldo per preriscaldare e vaporizzare un opportuno fluido di lavoro nell'evaporatore.

Il vapore del fluido organico muove la turbina, che è accoppiata direttamente al generatore elettrico attraverso un giunto elastico. Il vapore scaricato dalla turbina scorre attraverso il rigeneratore, dove riscalda il fluido organico in ingresso ciclo. Il vapore è poi condensato nel condensatore (raffreddato dal passaggio dell'acqua). Il fluido organico è poi pompato al rigeneratore e di seguito all'evaporatore, completando così la sequenza di operazioni nel circuito chiuso.

La [Turboden](#) di Brescia ha sviluppato una gamma standard di turbogeneratori usando come fluido di lavoro un olio silconico, con le seguenti caratteristiche favorevoli:

- Proprietà termodinamiche favorevoli, che permettono un ciclo ad alta efficienza (immissione di calore ad alta temperatura grazie alla rigenerazione, espansione in assenza di liquido, salto entalpico favorevole in turbina)
- Rispetto dell'ambiente e attenzione per la tossicità, con un fattore di danneggiamento della fascia di ozono nullo.

In confronto alle tecnologie alternative, i vantaggi principali ottenuti con questa soluzione sono i seguenti:

- Alta efficienza del ciclo (specialmente se usato in impianti di cogenerazione);
- Elevatissima efficienza della turbina (fino all'85%);
- Bassa sollecitazione meccanica della turbina, dovuta alla modesta velocità periferica;
- Bassa velocità di rotazione della turbina, tale da consentire il collegamento diretto del generatore elettrico alla turbina senza interposizione di riduttore di giri;
- Mancanza di erosione delle palette nella turbina, dovuta all'assenza di umidità negli ugelli;
- Lunga vita della macchina, dovuta alle caratteristiche del fluido di lavoro che, diversamente dal vapore, non erode e non corrode le tubazioni, le sedi delle valvole e le palette della turbina;
- Mancanza di sistemi per il trattamento dell'acqua.

Ci sono anche altri vantaggi, quali la semplicità nelle procedure di avviamento e fermata, il funzionamento non rumoroso, la minima richiesta di manutenzione, le buone prestazioni anche a carico parziale.

IL CENTRO DI STOCCAGGIO

Il centro di stoccaggio è un elemento fondamentale per garantire l'alimentazione e l'autonomia della caldaia in caso di disfunzioni nei trasporti e nei conferimenti della biomassa dai vari bacini di raccolta alla centrale.

Normalmente è costituito da un vasto piazzale impermeabilizzato, con una parte pavimentata e coperta da una tettoia per proteggere la biomassa prima della sua alimentazione alla caldaia. Il centro è recintato e predisposto con adeguati mezzi antincendio, oltre ad essere dotato di un piccolo ufficio con pesa esterna.

Il centro è localizzato in una posizione ottimale rispetto sia alla logistica dei conferimenti della biomassa sia al sistema di alimentazione della caldaia. In genere è necessario prevedere un'area fuori dai centri abitati, attrezzata con un sistema basato su containers scarrabili per il combustibile cippato, che vengono caricati nel centro di stoccaggio e posizionati poi in centrale (vuoto per pieno), prossimi al silo finale ed alla coclea di alimentazione della caldaia. Ciascun container scarrabile è dotato di un sistema di avanzamento della biomassa cippata, in modo che lo scarico nel silo di centrale avvenga gradualmente e senza emissione di polveri e rumori.

E' in genere necessario garantire una sufficiente autonomia alla caldaia (90 giorni) , da cui consegue il dimensionamento dell'area da adibire a stoccaggio, valutando che i cumuli di biomassa combustibile non devono superare i 7 metri d'altezza, disposti in modo tale da consentire una facile movimentazione ed una sicura predisposizione antincendio.

Una parte della stessa area deve essere coperta da una tettoia, per permettere una migliore essiccazione naturale della biomassa immagazzinata. La tettoia, progettata a carichi di vento e di neve, deve essere dimensionata per conservare al coperto il combustibile per un periodo di 3 settimane prima della sua alimentazione in caldaia

