

## Impianto di Produzione di Energia Elettrica con moduli ORC-LT con Impianto Termico ad acqua surriscaldata alimentato dalla combustione di biomassa legnosa.

**bWeco**  
**Linea Prodotti Biomassa Solida**



**Sistema Produzione Energia BioWATT:  
Caldaia + ORC**

## INTRODUZIONE

A livello nazionale, non senza difficoltà, negli ultimi anni si sta abbracciando la politica comunitaria per mezzo di leggi in linea con le direttive europee e con il chiaro intento di promuovere l'utilizzo di fonti alternative per la produzione di energia in sostituzione dell'utilizzo di fonti fossili tradizionali, al fine di limitare gli ormai dilaganti fenomeni di riscaldamento globale ed emissioni di Anidride Carbonica.

In questo scenario l'obiettivo della nostra azienda negli anni è stato quello di mettere a punto soluzioni per il risparmio energetico e la razionalizzazione dei consumi dell'energia con la volontà di sviluppare tecnologie compatibili con l'ambiente e nel pieno rispetto della cultura agricola dalla quale tutti noi proveniamo, realizzando impianti di produzione di sola energia elettrica e impianti di cogenerazione, ovvero produzione combinata di energia elettrica e termica, utilizzando fonti rinnovabili (nella fatti specie biomassa di tipo vegetale), non solo di grande potenze, molte volte impopolari per via dell'impatto ambientale che producono nel luogo d'installazione, ma anche di media e piccola taglia, più semplici e facilmente gestibili ma, soprattutto, nel pieno rispetto dell'ambiente circostante.

I vantaggi derivanti da questa scelta sono molteplici, tra i quali segnaliamo:

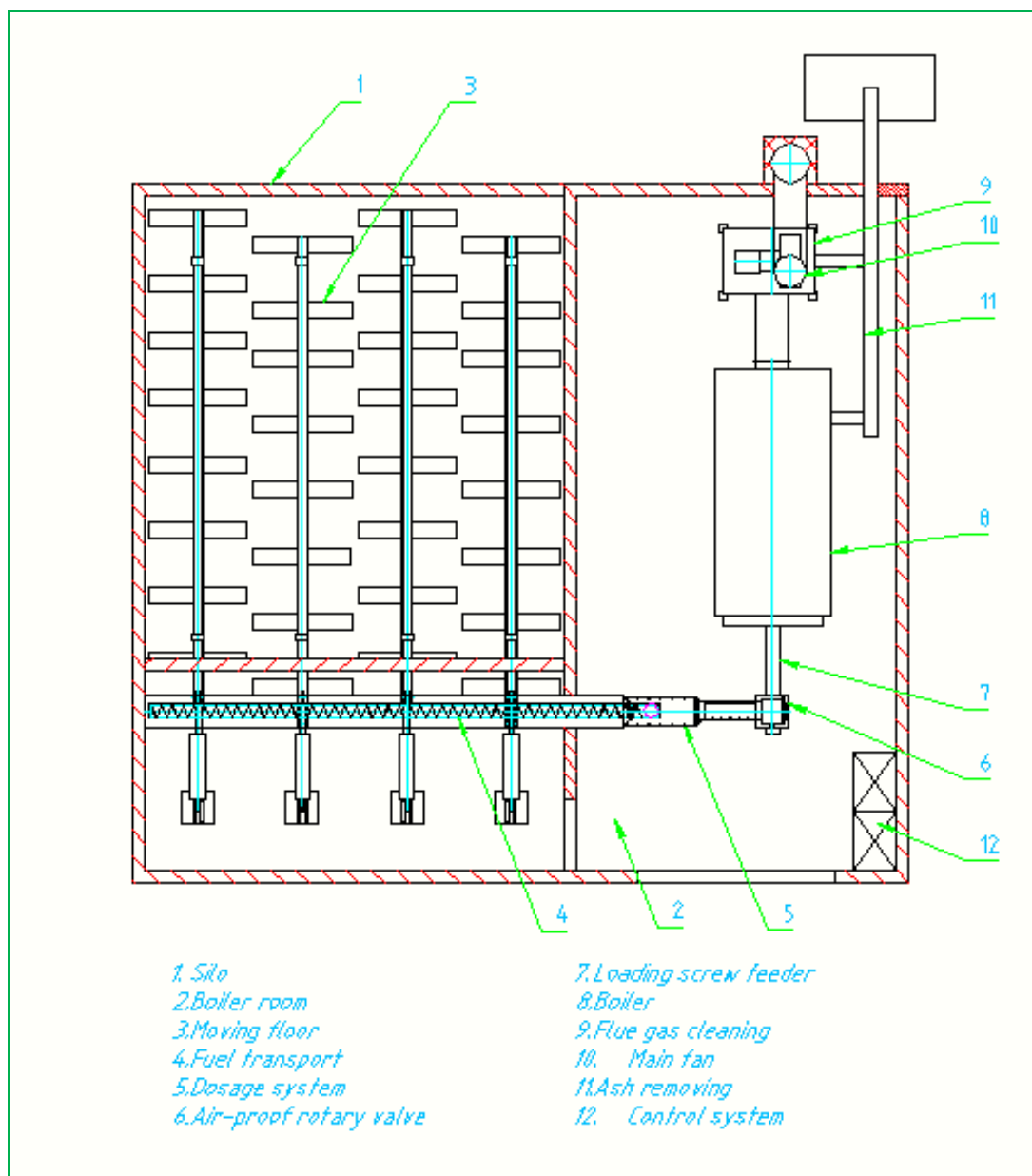
- Ridotto impatto ambientale;
- Facilità di reperimento della fonte energetica;
- Minor numero di autorizzazioni.

## TIPICO IMPIANTO TERMICO A COMBUSTIONE DI BIOMASSA

*L'impianto di combustione della biomassa è costituito da alcune fasi principali:*

- Prelievo di biomassa solida dal sito di stoccaggio (in silo o trincea)
- Trasporto della biomassa al sistema di dosaggio
- Dosaggio del combustibile
- Inserimento del combustibile nel forno
- Combustione della biomassa solida nel forno

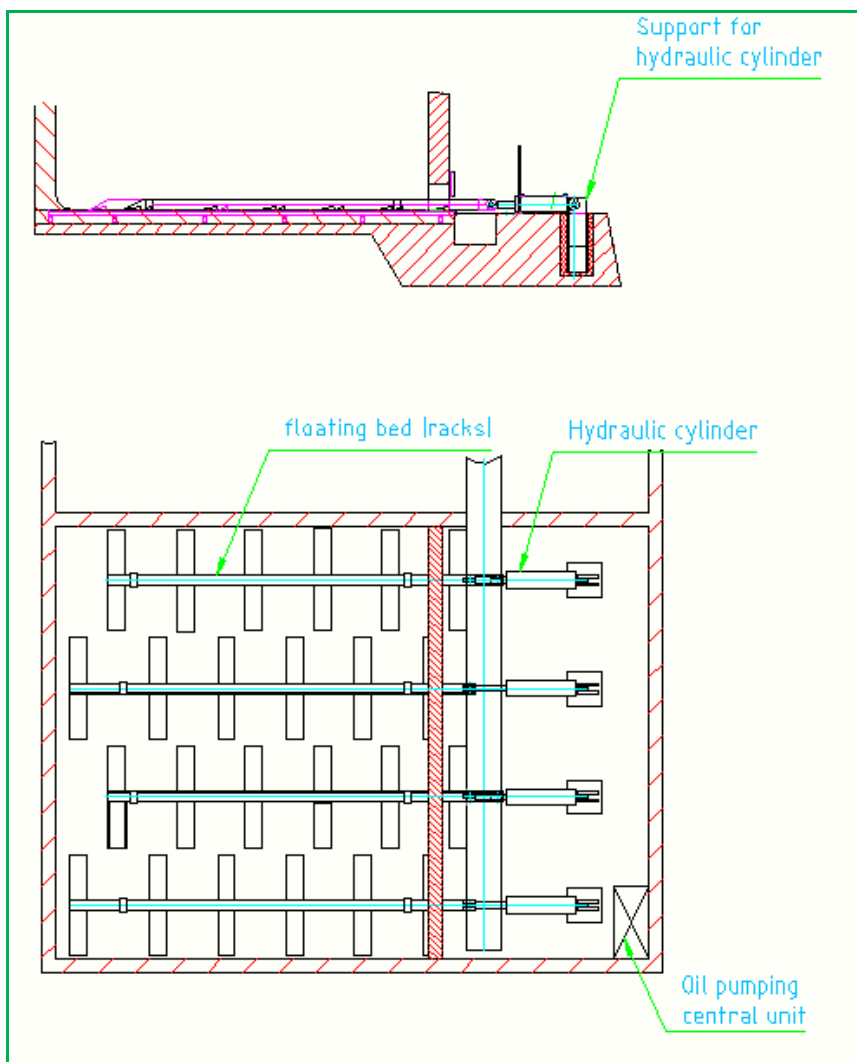
- Raffreddamento dei fumi di scarico tramite lo scambiatore di calore
- (eventuale) separazione delle particelle solide dai gas di scarico del ciclo
- Rimozione delle ceneri dal forno, dallo scambiatore (ed eventualmente dal filtro)



## Silo di Stoccaggio

Tipi di silo di stoccaggio:

- Silo rettangolare in cemento con pavimento in cemento armato, equipaggiato con estrattore a letto flottante. L'estrattore deve essere di tipo orizzontale, costituito da più binari e con braccia di lunghezza fino a 2,5 metri ciascuna, con max 15 metri di lunghezza approssimativa, pavimento montato su guide di scorrimento collegato ad un cilindro idraulico. L'estrazione dal silo avviene per mezzo di uno spintore idraulico.



Il silo di tipo rettangolare è più comune per impianti che vanno da 1MW in su.

- Silo circolare in calcestruzzo con estrattore a coclea orizzontale, con estrattore a coclea con molla a balestra; oppure con estrattore a coclea inclinata. Il silo circolare in cemento può essere costruito fino ad un diametro massimo di 6 metri.



#### **Estrattore a coclea orizzontale**

L'estrattore a coclea orizzontale è fornito per silos con fondo piatto e con diametro compreso tra i 4200mm e 6000mm



#### **Estrattore a coclea con molla a balestra**

La molla a balestra con coclea sottostante sono fornite per silos con fondo piatto e con diametro compreso tra i 2400mm e 4800mm.



#### **Estrattore a coclea inclinata**

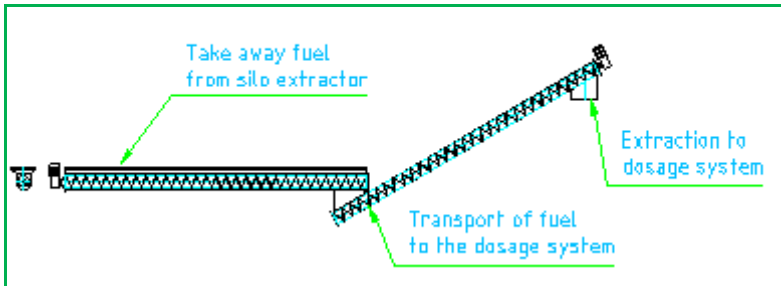
L'estrattore a coclea inclinato è fornito per silos con fondo conico e con diametro compreso tra i 2400mm e 3600mm.

- Silo circolare in metallo (con sistema di estrazione simile al silo in cemento)

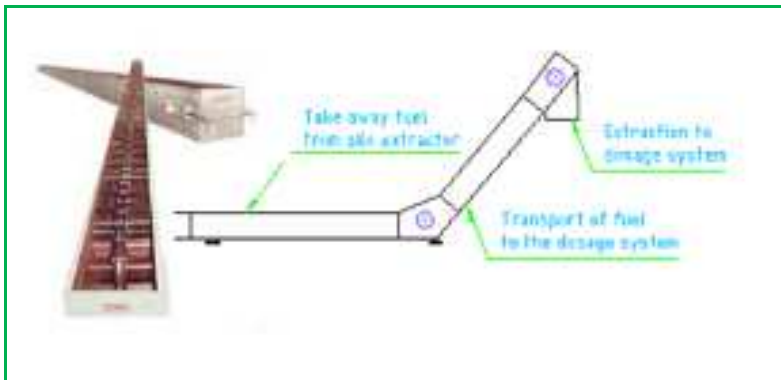


## Trasporto Combustibile

Per prima cosa il combustibile viene estratto dal silo e trasportato al sistema di dosaggio. Il trasporto può essere realizzato in diversi modi, a seconda del tipo di combustibile e delle capacità richieste.



**Trasportatore a vite**, adatti per impianti fino a 1,5 MW di potenza termica



**Trasportatore a catena - redler**, il sistema è costituito da un supporto chiuso con struttura portante in acciaio, catena di trasporto con supporti, motoriduttore e connessioni elettriche. È adatto per motori da 1 MW e maggiori, per grandi capacità estrattiva adatto per materiali molto scorrevoli.

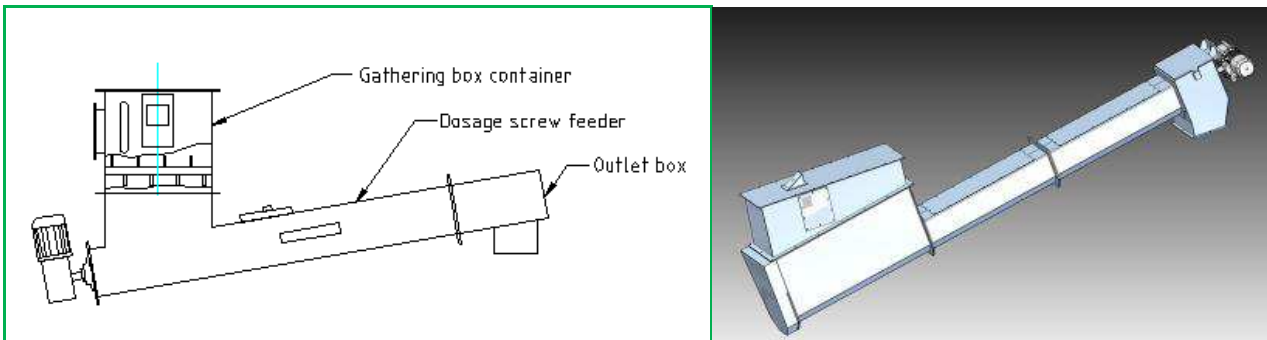


**Trasporto ad aria su circuito chiuso**, adatto per combustibili polverosi, di solito viene utilizzato per estrazione da silo circolare.

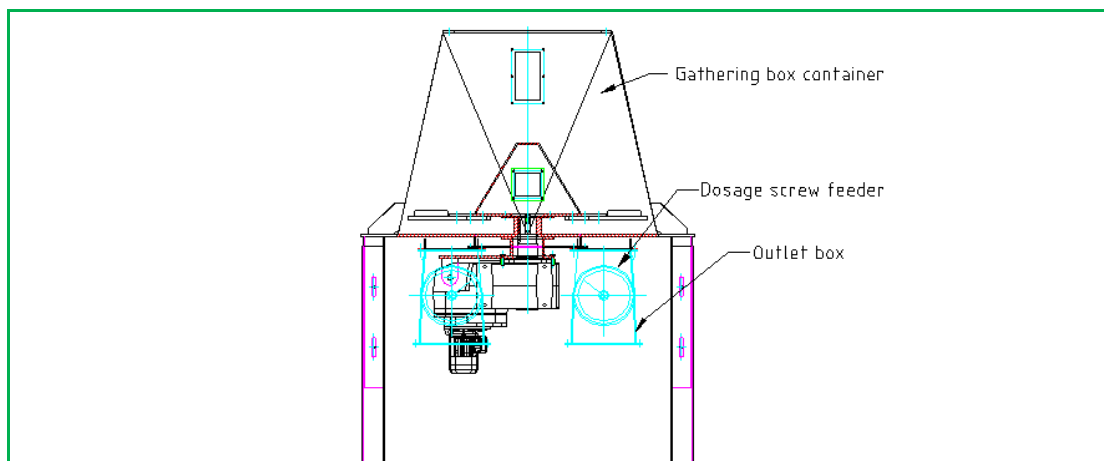
## Sistema di Dosaggio

Il sistema di dosaggio ha il compito di fornire una quantità costante di combustibile e il corretto dosaggio di quest'ultimo, in funzione della capacità termica richiesta e del regime di temperatura. Ci sono tre tipi di dosaggio in base al tipo di combustibile:

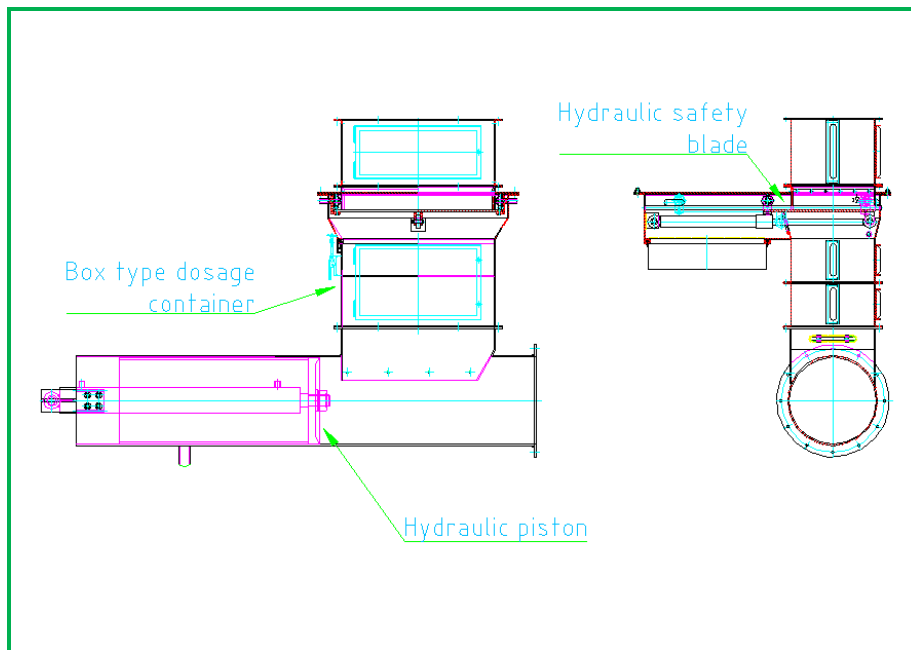
- **Sistema di dosaggio con coclea di alimentazione**, adatto per materiali scorrevoli (trucioli segatura....) e per impianti termici superiori a 2 MW. Si compone di un box di raccolta dotato di sensori di livello, di asta di miscelazione, di finestra di ispezione e di apertura per pulizia, coclea di dosaggio e scatola di uscita, dotato di interruttore di sicurezza protetto. Per le finalità di sicurezza, il sistema di dosaggio in oggetto richiede che la valvola stellare e la coclea di caricamento prima del forno siano a tenuta, senza infiltrazioni di aria falsa.



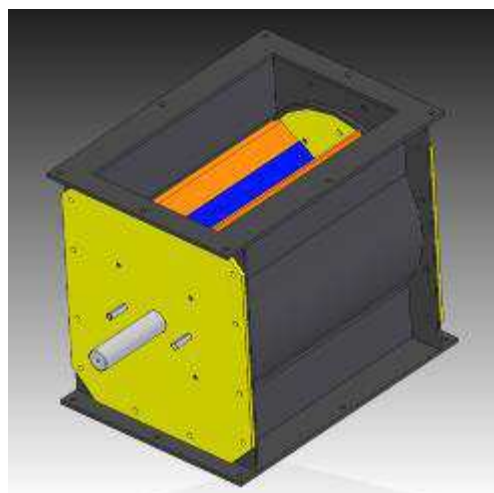
- **Sistema di dosaggio con doppia coclea di alimentazione**, adatto per materiali scorrevoli (trucioli, segatura ...) e per impianti termici superiori a 2 MW o forni molto larghi, dove si richiedono due coclee di carico. È costituito da un contenitore di raccolta di forma circolare, dotato di sensore di livello, di piatto rotante conico, di finestra di ispezione apribile per pulizia, di due coclee di dosaggio, di scatole di scarico, di interruttore di sicurezza protetto. Per le finalità di sicurezza, il sistema di dosaggio in oggetto richiede che la valvola stellare e la coclea di caricamento prima del forno siano a tenuta, senza infiltrazioni di aria falsa.



- **Sistema di dosaggio idraulico**, adatto per materiali molto scorrevoli con granulometria che non può essere garantita e si possono quindi prevedere pezzi di legno di dimensioni diverse. È composto da pistoni idraulici che alimentano il combustibile al forno, al di sopra dei quali si trova il sistema di dosaggio (vedi figura sottostante). Sopra il sistema di dosaggio, si ha una lama tagliafuoco, che entra in funzione chiudendosi in caso di innesco di incendio.

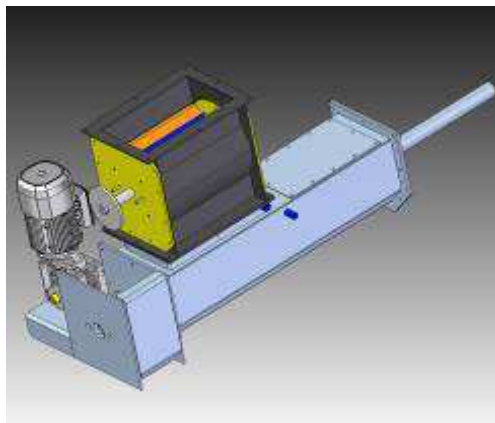


**4.1 Valvola rotativa a tenuta**, protegge dalle fuoriuscite di aria incontrollate nella camera di combustione, che inciderebbe sulla qualità della combustione. È costituita da corpo in acciaio e da una turbina di dosaggio con ali di gomma.





**4.2 Coclea di carico** ha la funzione di caricamento del forno. È sempre presente in combinazione con il sistema di dosaggio e con la valvola rotante a tenuta. È dotata di estintore per la protezione del sistema di dosaggio in caso di incendio.



## CALDAIA

La caldaia è costituita da tre parti principali:

- Letto di supporto con eventuali griglie di movimento
- Forno (camera di combustione)
- Scambiatore di calore

Lo scambiatore di calore può essere posizionato orizzontalmente sopra il forno o verticalmente a valle del forno. Questo è chiaramente un vantaggio; tale flessibilità permette di organizzare il tipo di caldaia in accordo con le possibili limitazioni della struttura civile di alloggio.

Caldaia tipo "orizzontale":

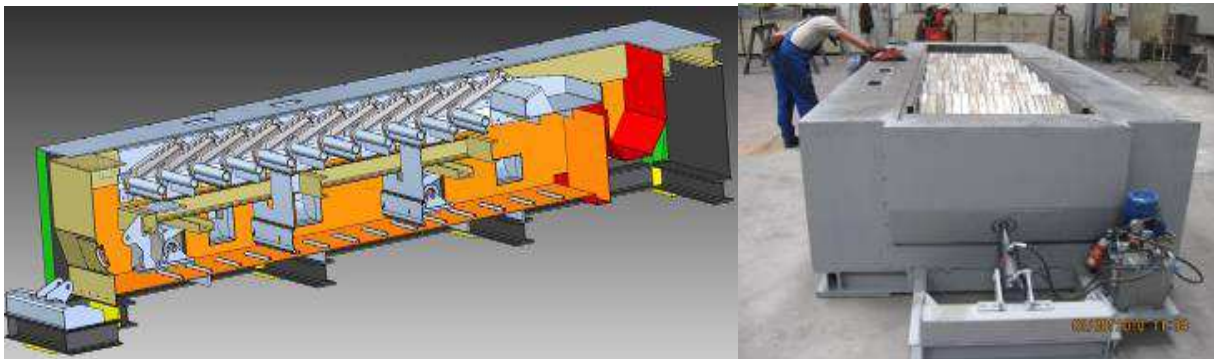


## Caldia tipo "verticale":

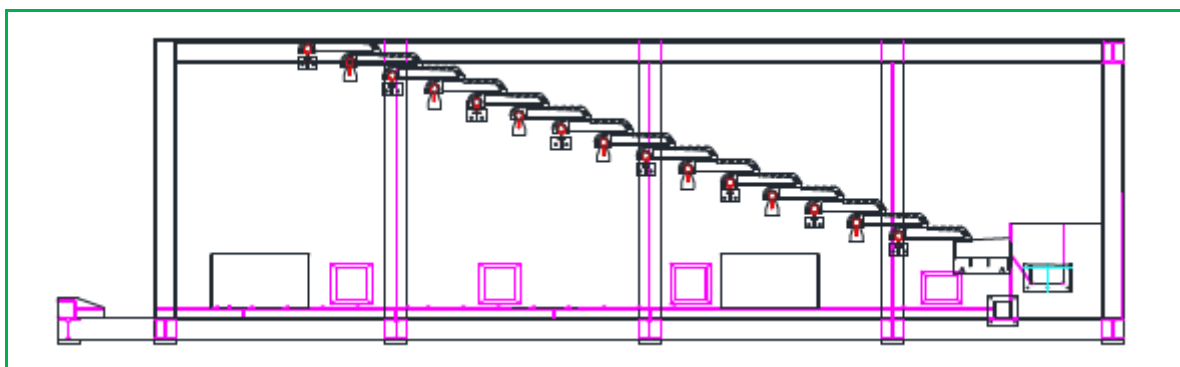


**5.1 Letto di supporto con griglia di movimento** costituito da griglie in movimento, pulizia a rastrelli sotto le griglie, coclee per la rimozione della cenere sotto e a valle delle griglie, barriere d'acciaio per la separazione delle zone di aria e di canali per il primario e ricircolo d'aria.

- Il letto di supporto con griglie orizzontali è destinato per combustibili con basso peso specifico e umidità massima del 35%



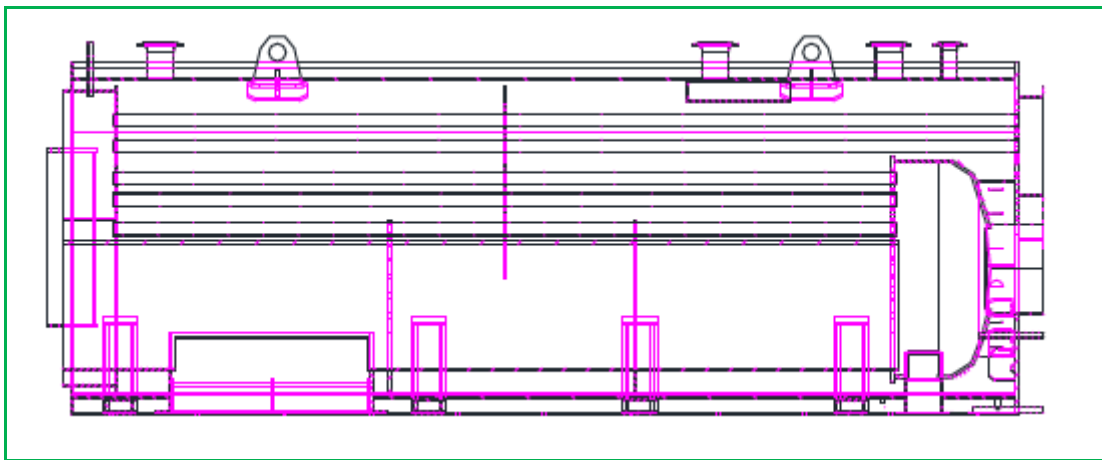
- Il letto di supporto griglie inclinate è previsto per combustibili aventi umidità massima fino al 55%



**5.2 Forno** è una "scatola" rettangolare in acciaio con rivestimento in calcestruzzo all'interno e sistema di raffreddamento ad aria all'esterno. Esso è dotato di connessioni per il circuito di aria secondario, terziario e di ricircolo.



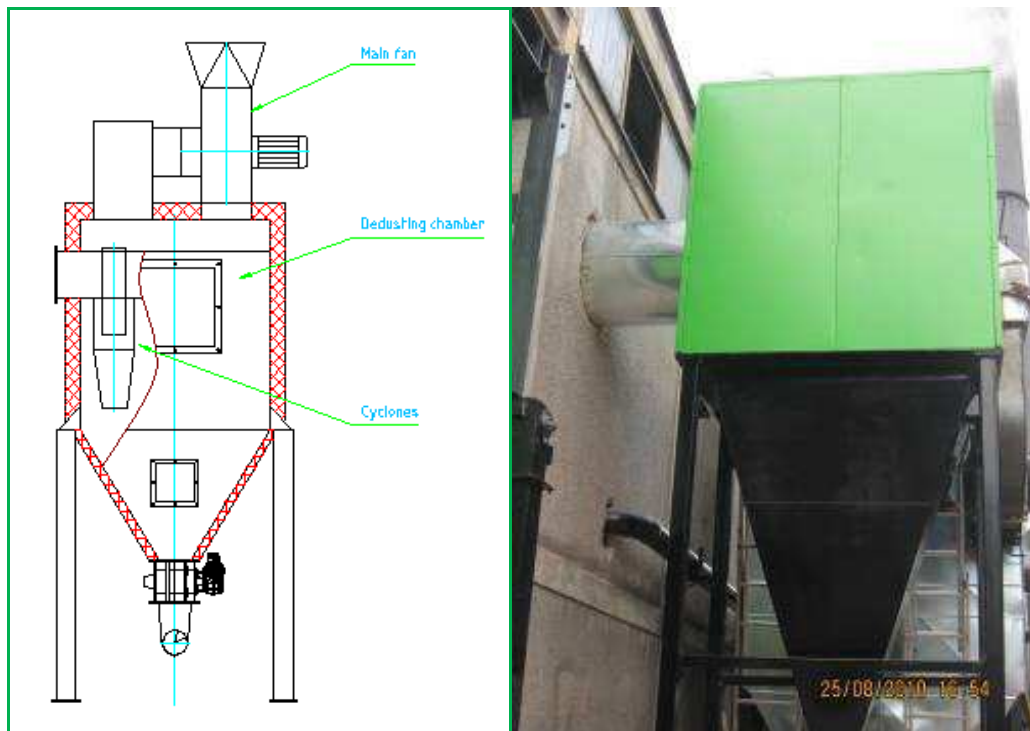
**5.3 Scambiatore** è un dispositivo dove i fumi si raffreddano cedendo il loro calore al vettore energetico scelto (acqua calda, acqua surriscaldata, vapore, olio diatermico). Si tratta di uno scambiatore a fascio tubiero con due o tre passaggi.



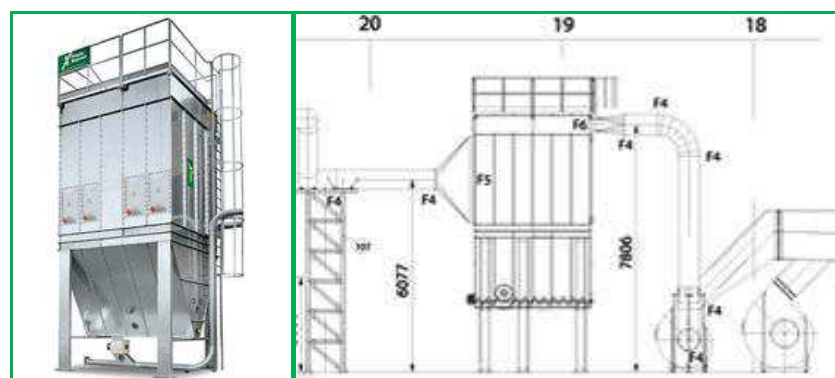
## DEPURAZIONE DEI FUMI

In base alle potenza termica nominale e all'Autorità Competente che rilascia le autorizzazioni, può essere richiesto di rispettare determinati parametri degli inquinanti contenuti nei gas di scarico. Solitamente questi parametri sono riferiti ai gas serra tra cui i principali sono gli ossidi di azoto (NOx), monossido di carbonio (CO), ossidi di zolfo (SOx) e particolato (PM). Una volta che i fumi di combustione si sono raffreddati nello scambiatore di calore, attraversano un filtro a ciclone e se necessario anche con un filtro a maniche. Con un filtro a ciclone, il massimo valore raggiungibile di polvere è di 150 mg/m<sup>3</sup>. Se mettiamo anche un filtro a maniche a valle del ciclone il massimo valore raggiungibile di polvere è 20 mg/m<sup>3</sup>.

### Filtro a ciclone:



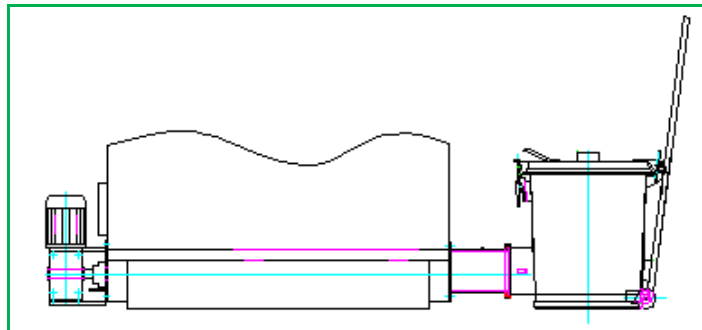
### Filtro a maniche:



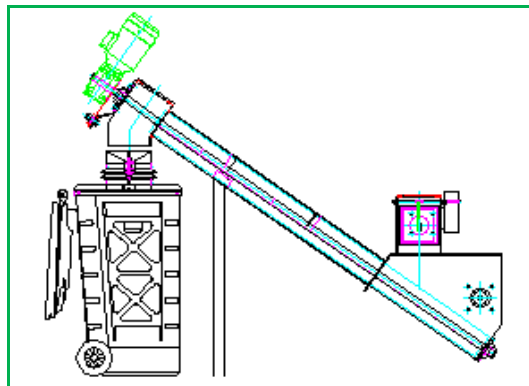
## RIMOZIONE POLVERI

Le nostre caldaie sono dotate di una serie di coclee per la rimozione della cenere dal forno e dallo scambiatore di calore. La cenere è trasportata all'interno del contenitore cenere accanto alla caldaia. Nel forno al di sotto delle griglie sono installati i rastrelli di pulizia, che raccolgono e spingono verso i rispettivi contenitori le polveri sottili che cadono sotto le griglie. A valle delle griglie si ha un altro punto di raccolta delle ceneri ed infine il terzo punto di estrazione si trova al di sotto dello scambiatore di calore.

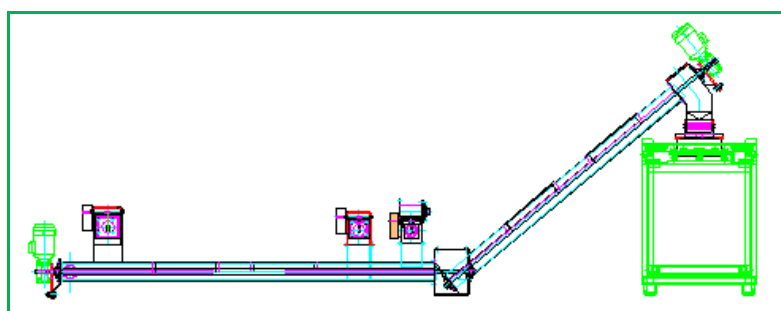
Coclea standard per rimozione cenere:



Su richiesta del cliente le ceneri possono essere trasportate in un contenitore all'esterno del locale caldaia:



Oppure possono essere trasportate ad un camion contenitore



## CENTRALINA

È il cuore della caldaia, dove alloggia il computer. La regolazione automatica della combustione e di tutta la caldaia permette una resa energetica ottimale. Il controllo completamente automatico e la regolazione di tutto l'impianto alimentato con biomassa è implementato da PLC (Programmable Logic Controller).

Con il nostro software di visualizzazione e di regolazione si ricevono tutti i dati rilevanti per la gestione si può interagire con il sistema di controllo e regolazione in qualsiasi momento sia nel sito che a distanza interagendo con il sistema stesso.

Il PLC è in grado di controllare in modo completamente automatico: temperatura di cottura, temperatura di ricircolo, la temperatura dei gas di scarico, la temperatura dell'aria di combustione, la quantità di materiale, temperatura di mandata e di ritorno e il ritiro di singoli utenti (rete - in caso di teleriscaldamento).

Il PLC può essere poi implementato con le necessità di controllo di parti di impianto del cliente.

## LA FASE DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Esistono più tipi di sistemi di generazione: i generatori elettrici puri e semplici, nei quali viene prodotta solo energia elettrica; i sistemi di cogenerazione, nei quali vengono prodotti, contestualmente e nello stesso apparecchio, energia elettrica ed energia termica a bassa temperatura; i sistemi di trigenerazione con la produzione in più di energia frigorifera ed infine i sistemi di quadrigenazione in cui gli stessi fumi trovano un altro utilizzo (nelle serre come "fertilizzante" aereo, come fonte di CO<sub>2</sub> etc.).

Il sistema che proponiamo appartiene alla seconda categoria (con possibile estensione alla terza) e funziona utilizzando l'energia termica prodotta dallo stadio di termogenerazione precedentemente descritto.

Il nucleo dello stadio di produzione dell'energia elettrica è un turbogeneratore ORC-LT (Low Temperature Organic Rankine Cycle, ciclo Rankine organico a bassa temperatura), un sistema concepito con il preciso proposito di portare i livelli di prestazioni e di affidabilità tipici dei grandi impianti di generazione, nell'arena degli impianti di media e piccola scala (potenze elettriche in uscita compresa tra 40 e 500 kWe); un'arena ove gli svantaggi, proprio delle tradizionali turbine a vapore, ne rendono poco pratico l'utilizzo.

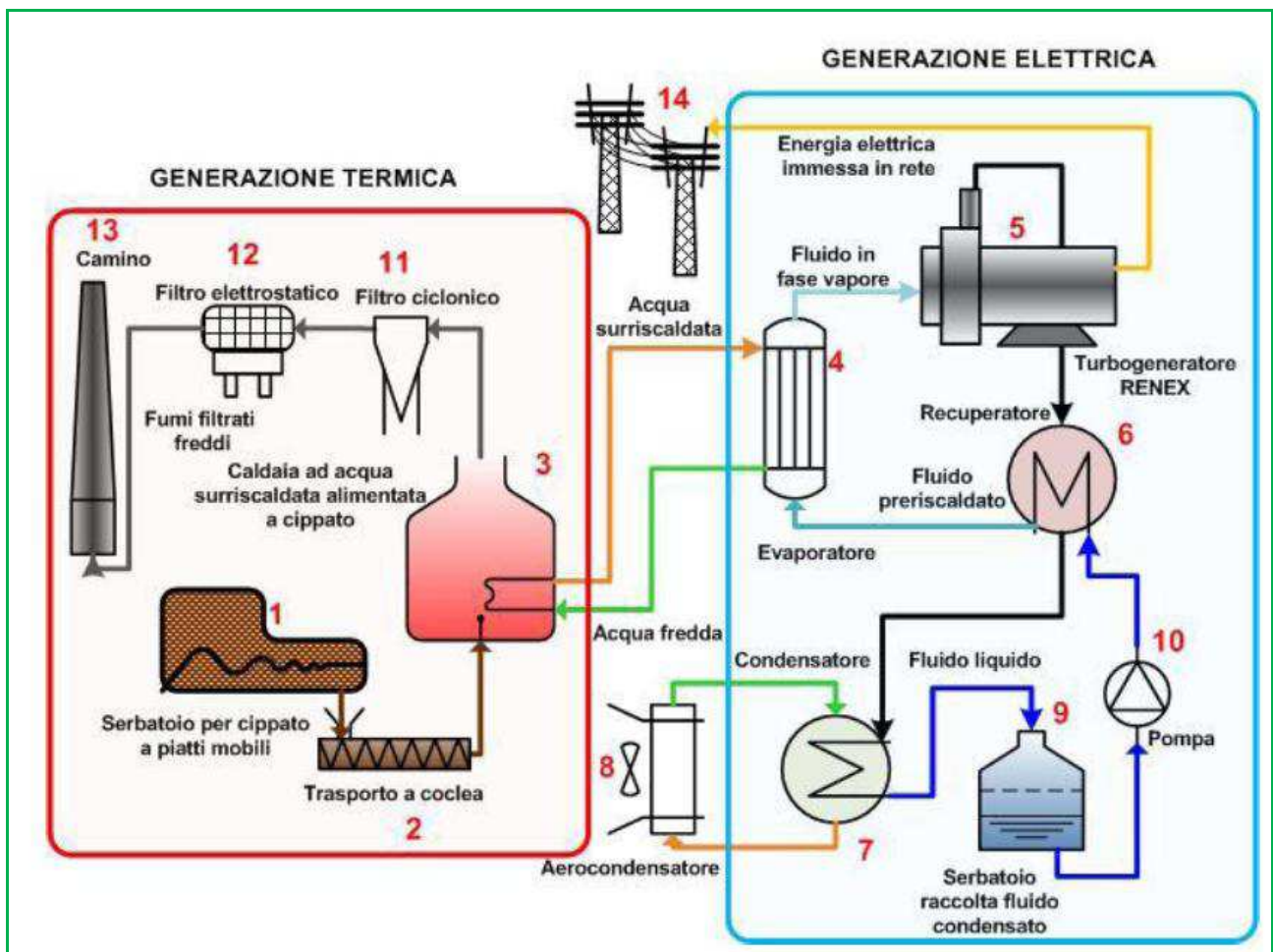
I sistemi ORC-LT in oggetto consentono invece a piccole utenze termiche (dai 300 kWt in su) di trasformarsi in produttori di energia elettrica, implementando di fatto le politiche di

produzione energetica ecosostenibile e decentrata auspicate da molti governi e sfruttando - ove possibile - i piani di incentivazione previsti a tale scopo.

In linea di principio, l'ORC-LT è un tipo speciale di ciclo termodinamico chiuso la cui implementazione pratica è descritta sinteticamente nel seguente disegno (Figura 1).

Il calore generato da una sorgente qualsiasi di calore (in questo caso derivante dalla combustione della biomassa descritta precedentemente) viene ceduto ad uno scambiatore ad acqua surriscaldata (3), l'acqua in uscita dallo scambiatore entra in seguito nell'evaporatore (4) dove avviene il trasferimento di energia termica a 160°C al fluido di lavoro intorno al quale ruota la tecnologia LT-ORC.

Questo fluido organico, 100% biodegradabile ed atossico, se riscaldato inizia a bollire a temperature di gran lunga inferiori a quella dell'acqua (40÷50°C), ed esposto ai 150°C tipici di un circuito diatermico ad acqua surriscaldata, vaporizza trasformandosi in un gas ad alta pressione. È possibile poi utilizzare questo gas all'interno della camera di espansione di una turbina appositamente studiata, per farne girare il rotore (5).



Alla turbina è inoltre direttamente ed assialmente collegato il generatore che ruotando produce elettricità. Un sistema a cascata composto da raddrizzatore, sincronizzatore ed

inverter, permette infine di normalizzare la corrente in uscita rendendola utilizzabile sia per l'autoconsumo che per l'immissione in rete (14).

All'uscita della turbina il fluido di lavoro, ora in fase gas ad una temperatura di circa 95°C, passa all'interno di un rigeneratore (6) dove cede parte del calore residuo al fluido freddo effettuandone il pre-riscaldamento. Una volta uscito dal recuperatore il fluido ancora in fase gas viene portato ad un condensatore-scambiatore di calore (7-8) dove cede il calore residuo in eccesso e condensa ritornando in forma liquida per essere infine convogliato in un apposito serbatoio (9). Il fluido così raccolto è pronto per essere nuovamente pompato all'interno dello scambiatore secondario per completare in questo modo il circuito chiuso.

In caso la biomassa usata come combustibile abbia un contenuto eccessivo di umidità (sopra il 40%), il calore recuperato nello stadio di condensazione può essere utilizzato per fornire calore per uno stadio opzionale di preriscaldamento della biomassa così da eliminare l'acqua in eccesso ed aumentare il potere calorifico del combustibile stesso.

Qualora vi siano necessità di condizionamento ambientale o necessità di freddo insieme o in alternativa al calore, l'energia termica dello stadio di condensazione può anche essere immessa in uno stadio opzionale di assorbimento, in grado di convertire le calorie in frigoriferi; l'impianto risultante passa quindi da impianto a cogenerazione a trigenerazione.

## L' INNOVATIVA TECNOLOGIA DELLE TURBINE ORC-LT

I turbogeneratori sono pensati per operare all'interno di un ciclo Rankine organico a bassa temperatura che utilizza uno speciale fluido di lavoro in grado di offrire migliori rendimenti ed una serie notevole di vantaggi rispetto alle tradizionali turbine a vapore:

- Bassa temperatura operativa che consente di sfruttare anche sorgenti termiche "povere";
- Alta temperatura di condensazione ( $\leq 65^{\circ}\text{C}$ ) che consente l'utilizzo anche di economici condensatori ad aria;
- Nessuna erosione delle pale della turbina, grazie al fluido di lavoro completamente asciutto (alta affidabilità, pochi controlli e contenuti costi di manutenzione);
- Basse pressioni operative (20 bar), ovvero maggior sicurezza, minori problemi normativi e minori costi impiantistici;
- Nessuno scarico in atmosfera (lavora in ciclo chiuso);
- Bassa rumorosità, quindi nessun utilizzo di DPI e poche controversie anche in installazioni residenziali.



Inoltre, dal punto di vista ecologico, il fluido utilizzato nel circuito chiuso è "ozono-friendly", organico, atossico e 100% biodegradabile.

I turbogeneratori sono stati progettati appositamente da zero con l'obiettivo di essere installati su impianti di piccole dimensioni (<1MWe), sono state quindi implementate numerose soluzioni ingegneristiche concepite per elevarne al massimo il rendimento in questa configurazione. Possiamo elencare ad esempio:

- Accoppiamento diretto della turbina all'alternatore, che elimina gli attriti di eventuali riduttori di velocità;
- Utilizzo di cuscinetti ceramici che prolungano la vita operativa e consentono il funzionamento ad elevati regimi di rotazione;
- Impiego di inverter progettati e dimensionati appositamente per ogni taglia di turbina (lo scopo è quello di immettere in rete l'energia elettrica ottenendo un rendimento ottimale).

Tutto questo contribuisce a dare ai turbogeneratori un'elevata efficienza termica, che in condizioni nominali ( $T=150^{\circ}\text{C}$ ) consente di ottenere un'efficienza totale di sistema (produzione energia elettrica a valle inverter/entrata energia termica scambiatore primario) in grado di raggiungere il 18%, quindi veramente elevata per turbine di questa taglia.

## DATI DI PROCESSO

PREHEATER +EVAPORATORE	VALORE	U.M.
Potenza termica tot in ingresso alla turbina	900	[kW <sub>t</sub> ]
Temperatura acqua surriscaldata ingresso	= > 167	[°C]
Temperatura acqua surriscaldata ritorno	127	[°C]
Portata acqua surriscaldata mandata (900 kW <sub>t</sub> )	5,21	[Kg/s]
Potenza elettrica erogata dalla turbina (850kW <sub>t</sub> )	150	[kW <sub>e</sub> ]

CONDENSATORE	VALORE	U.M.
Potenza termica da dissipare	735	[kW <sub>t</sub> ]
Temperatura acqua uscita condensatore	40	[°C]
Temperatura acqua ingresso condensatore	30	[°C]
Portata acqua circuito condensazione	17,28	[Kg/s]

<b>Generatore</b>	generatore sincrono a magneti permanenti con raddrizzatore e sincronizzatore di rete,raffreddamento con camera ad acqua.
Potenza	160 kW
Velocità	17.000 Rpm
Tensione	650- 850 VDC
Raffreddamento ad acqua richiesto	15 kW
Fluido refrigerante	Acqua /glicole
Temperatura di ingresso acqua	< 40°C
Portata volumetrica di acqua	30 l/min
Refrigerante aggiuntivo	Iniezione opzionale di fluido di processo
Tenuta generatore	2,5 bar (tenuta gas)

<b>Inverter</b>	IGBT- sincronizzato alla rete incluso chopper di frenatura, raffreddato ad aria
Potenza	150 kW
Tensione	400 V + 5% Tol.
Frequenza	50 Hz +0,5% Tol.
Temperatura ambiente	40°C
Chopper di frenatura	200 kJ

<b>Turbina</b>	Turbina radiale con ugelli fissi, direttamente accoppiata all'albero del generatore
Temperatura in ingresso	145°C
Temperatura in uscita	ca. 100°C
Pressione di stadio	PS 16 (test di pressione a 24 bar)
Corpo turbina	Acciaio saldato
Girante	Lega di alluminio
Controllo di velocità	Anello di retroazione sulla corrente in uscita dal generatore
Tenuta	Labirinto sigillato sul retro della girante opzionale: labirinto assiale sigillato all'interfaccia con il generatore. Verso l'esterno: statiche, O-rings

## FLUIDO DI PROCESSO

È la parte caratteristica di questa tipologia di impianti a recupero di calore. È infatti grazie all'esistenza di questo fluido che è stato possibile studiare e realizzare le soluzioni ad alta tecnologia proposte. Il fluido di lavoro infatti possiede le seguenti ottime caratteristiche:

- Range di lavoro 60-165°C che consente di sfruttare fonti prima ritenute inutilizzabili;
- Alta temperatura di condensazione ( $\leq 65^\circ\text{C}$ ) che consente l'utilizzo anche di economici condensatori ad aria;
- Nessuna erosione delle pale della turbina, perché il fluido di lavoro è completamente asciutto;
- Basse pressioni operative (20 bar), ovvero maggior sicurezza, minori problemi normativi e minori costi;
- È completamente "ozone-friendly", organico, atossico e 100% biodegradabile. Rispetta quindi completamente e totalmente la natura ed eventuali accidentali perdite non sono considerabili dannose o pericolose;
- Deve essere raramente integrato perché si tratta di un circuito chiuso;
- In più grazie al fluido non c'è consumo d'acqua o vapore e l'impianto risulta quindi economico nella gestione oltre che molto semplice e compatto.

All'interno dell'impianto inoltre il fluido subisce vari passaggi di stato e trattamenti, le caratteristiche di processo sono riassunte nella seguente tabella:

Dati di processo	
Fluido vettore del ciclo ORC	n.d.
Temperatura in ingresso	145 °C
Pressione in ingresso	16,08 bar
Potenza termica richiesta	900 kW <sub>t</sub> (145°C/45°C) con rigeneratore
Temperatura di condensazione	45°C
Pressione in uscita dal condensatore	1,38 bar
Portata massica di vapore stimata	5,43 kg/s (145°C/45°C)

# MACCHINARI COSTITUENTI IL CIRCUITO ORC

Sistema di generazione elettrica basato su Ciclo Rankine organico a bassa temperatura, costituito da:

- **Scambiatore di calore secondario**, per trasmettere il calore raccolto dal circuito diatermico ad acqua surriscaldata collegato tramite lo scambiatore primario al circuito del fluido di lavoro organico che alimenta il sistema a ciclo Rankine;
- **Vaso di espansione** per consentire la trasformazione del fluido di lavoro riscaldato in gas asciutto;
- **Turbina ad alta velocità** con girante ultraleggera azionata dall'espansione del fluido di lavoro;
- **Accoppiatore magnetico** per connessione diretta turbina – generatore;
- **Generatore elettrico sincrono** in connessione diretta con la turbina ;
- **Scambiatore di calore terziario** in controflusso per estrarre il calore residuo dal gas espanso ed effettuare il preriscaldamento del fluido in uscita dal condensatore incrementando l'efficienza termodinamica di ciclo;
- **Condensatore** per consentire al gas costituente il fluido di lavoro di tornare alla forma liquida;
- **Serbatoio di raccolta** per il fluido di lavoro in forma liquida;
- **Pompa di ricircolo** per il fluido di lavoro;
- **Fluido di lavoro** necessario per riempire circuito;
- **Inverter** per l'interfacciamento dell'alternatore alla rete elettrica nazionale, comprensivo di circuiteria di adattamento di frequenza, rifasamento e sincronizzazione.

# DESCRIZIONE E SPECIFICHE TECNICHE COMPONENTI MODULO ORC

Di seguito le specifiche tecniche dei principali componenti impiegati nella realizzazione dello skid del modulo ORC-LT. Ci teniamo inoltre a precisare che ogni skid necessita di un'area pari a 5,5x3,5m (h min tetto 2,8m) più un metro per lato per permettere il passaggio. La torre evaporativa (opzionale) invece presenta i seguenti ingombri 4,6x2,4x3,8m ed anche in questo caso è necessario un ulteriore metro per lato per permettere il ricircolo dell'aria (2m tra questa ed altre già presenti).



Figura 1. Esempio di Installazione di 2 turbine ORC di potenza complessiva 300 kW

## *Scambiatori*

Gli scambiatori di calore utilizzati nel modulo ORC-LT sono a piastre saldo brasati. Rappresentano la più compatta ed economica soluzione per molte applicazioni dove è necessario lo scambio di calore. La tecnologia costruttiva si basa sull'accoppiamento di più piastre di acciaio di qualità generalmente corrugate a spina di pesce che vengono assemblate a verso invertito di 180° rispetto all'adiacente. Tenendo conto che le sezioni di passaggio dei fluidi sono molto contenute, i volumi d'ingombro di questi scambiatori è minimo in relazione alla loro capacità di scambio termico.

- **Resistenza alla pressione ed alla temperatura:** sono idonei ad una pressione di lavoro di 30 Bar con collaudo a 39 bar per le esecuzioni standard e ad una pressione di lavoro

di 45 bar con collaudo a 55 bar per le esecuzioni "alta pressione". La pressione di scoppio può arrivare fino a 225 bar. La composizione dei materiali, di natura esclusivamente metallica: acciaio AISI 316, rame puro al 99,9% o nickel, consente di utilizzarli con temperature sino a 195°C con brasatura in rame e sino ai 300°C con brasatura in nickel;

- **Perdite di carico:** i valori di perdita di carico sono in diretta relazione con il grado di efficienza desiderato. I valori stimati per una buona efficienza vanno da un minimo di 1 m.c.a ad un massimo di 5 m.c.a;
- **Sporcamento e corrosione:** la peculiarità degli scambiatori a piastre saldobrasati è quella di avere sempre un'alta turbolenza ed uno sfruttamento totale della superficie. Questo si riflette in una drastica riduzione dei depositi dovuti a materiale contenuto nei liquidi. Sono perfettamente pulibili con fluidi detergenti normalmente usati per questo scopo. Limitati risultano essere i problemi di corrosione data la specifica resistenza dei materiali utilizzati per la costruzione.

### *Vantaggi rispetto ai tradizionali scambiatori di calore*

- Ridotte dimensioni : arrivano ad occupare fino ad 1/10 dello spazio occupato da altri tipi di scambiatori. Questo risulta vantaggioso nei sistemi prefabbricati;
- Bassi approcci di temperature: è possibile lavorare con una minima differenza tra, ad esempio la temperatura dell'acqua di raffreddamento ed il prodotto da raffreddare. Questa caratteristica migliora l'efficienza del sistema;
- Peso contenuto: l'esecuzione compatta ed il ridotto volume interno, fanno sì che il peso corrisponda soltanto ad una minima parte di quello degli scambiatori tradizionali;
- Basse perdite di carico: nella maggior parte dei casi la perdita di carico nello scambiatore saldobrasato è minore di quella degli scambiatori coassiali.

### *Serbatoio di raccolta condense*

Si tratta di una vasca per la raccolta del fluido vettore liquido. Viene eseguita in PED ad alta tenuta della pressione con raccordi PN25. La capacità del serbatoio di accumulo è di 200 litri e garantisce un corretto polmone all'impianto grazie ai sensori di livello interni.

### *Pompa fluido vettore*

Si tratta di una pompa centrifuga verticale multistadio, non autoadescante, accoppiata con motore standard normalizzato. La parte idraulica viene mantenuta in posizione tra il coperchio superiore e il corpo pompa mediante tiranti.

## *Motore*

- Motore a gabbia in cortocircuito del tipo chiuso a ventilazione esterna;
- Valore di rendimento che cade all'interno della fascia solitamente indicata come efficienza 1;
- Grado di protezione IP55;
- Isolamento classe F;
- Prestazioni secondo EN 60034-1;
- Tensione standard;
- Pressacavo dimensioni di passaggio unificate secondo EN 50262 (passo metrico).

## *Quadro di controllo*

Nel quadro di controlli risiede tutta la parte di elettronica, supervisione, automazione e controllo del nostro impianto. Al suo interno sono presenti quindi:

- Gestione di processo;
- Controllo della temperatura;
- Controllo della pressione;
- Gestione degli allarmi;
- Controllo del collegamento alla rete.