

## Turboden: impianti ORC per la cogenerazione



La tecnologia ORC è la soluzione tecnologica che si è affermata in Europa da inizio anni 2000 come la più efficace per realizzare impianti cogenerativi alimentati da biomasse legnose per taglie medie (200 kW – 5 MW elettrici). Turboden, società Italiana leader nella produzione di turbogeneratori ORC per diverse applicazioni, è l'azienda che ha realizzato in quest'ambito applicativo il maggior numero di impianti.

ORC è un acronimo che sta per "Organic Rankine Cycle", ed indica un sistema di generazione di potenza basato su un ciclo Rankine con l'utilizzo, come fluido di lavoro all'interno dell'impianto, di un fluido organico (p.es. idrocarburi, fluidi refrigeranti o silicici) diverso quindi dall'acqua.

I componenti che caratterizzano questa tecnologia sono quelli tipici di un ciclo Rankine a vapor d'acqua (quindi un evaporatore, una turbina, un condensatore, una pompa), ma le peculiarità proprie dei fluidi organici impiegati consentono la realizzazione di sistemi completamente automatici con minime necessità di gestione e manutenzione, lo sfruttamento di sorgenti a tempera-

tura medio-bassa e la realizzazione di applicazioni di piccola-media potenza (da pochi kW fino a qualche decina di MW).

In questi ambiti di applicazione il ciclo ORC presenta dei vantaggi rispetto alla classica tecnologia a vapor d'acqua in termini di efficienza, costo specifico, ridotta manutenzione e funzionamento a carichi parziali.

Le applicazioni tipiche della tecnologia ORC sviluppata da Turboden sono molteplici, con taglie che variano da 200 kW a 15 MW elettrici. Qui di seguito sono descritti i principali ambiti di applicazione della tecnologia ORC.

### BIOMASSA

Il principale impiego di turbogeneratori ORC in impianti che utilizzano biomassa solida come combustibile è cogenerativo.

La biomassa è una fonte di energia rinnovabile (in quanto l'anidride carbonica che viene emessa durante la sua combustione non causa un incremento di quella già presente a livello ambientale, ma è la stessa che i



vegetali hanno assorbito per il loro sviluppo e che, alla fine del loro ciclo vitale, tornerebbe in circolo per la degradazione di tali sostanze organiche) e ne esistono di diversi tipi: biomassa legnosa (p.es. segatura, cippato, corteccia, pellet, etc.), biomassa da residui agricoli (p.es. paglia, bucce di cereali, lolla di riso, sansa, vinacce, etc.). In quanto fonte rinnovabile, in molti paesi (soprattutto in Europa) la generazione elettrica da biomassa gode di incentivi statali.

Negli impianti cogenerativi, l'acqua calda a 80-90°C in uscita dal ciclo di potenza viene utilizzata per diversi fini: in reti di teleriscaldamento, segherie per processi di essiccazione, nella produzione di pellet, in pannellifici, in impianti termali, piscine, serre, etc. Anche la trigenerazione è un possibile utilizzo del calore cogenerato dal modulo ORC: l'acqua calda alimenta un chiller ad assorbimento che produce acqua fredda impiegabile per il raffrescamento di ambienti e per processi industriali.

Turboden produce impianti cogenerativi con soluzioni standardizzate tra 200 kW e 2 MW di potenza elettrica, con un power-to-heat ratio del 20-24% in funzione delle condizioni specifiche. Un impianto a biomassa con turbogeneratori ORC ha un rendimento complessivo, inteso come energia prodotta in rapporto all'energia introdotta come combustibile in configurazione standard, pari a circa l'85%, di cui il 15% come energia elettrica ed il restante 70% come energia termica sotto forma di acqua calda. Il 15% di perdite è legato all'efficienza di combustione e di scambio termico della

caldaia. All'occorrenza la temperatura dell'acqua per soddisfare l'utenza termica può raggiungere anche 120 °C, con variazioni possibili anche durante l'esercizio in base alle esigenze. Al variare della temperatura dell'acqua al condensatore varierà anche il rendimento elettrico del modulo ORC. Nell'applicazione a biomassa legnosa, Turboden ha realizzato e messo in esercizio 221 impianti con altri 37 unità in fase di costruzione, per un totale di 325 MW elettrici e taglie della singola unità ORC da 200 kW

a 9 MW lordi. Oltre l'85% degli impianti accoppiati a caldaie a biomassa sono cogenerativi.

Significative sono le applicazioni trigenerative realizzate nel Regno Unito: presso l'aeroporto londinese di Heathrow, Turboden ha messo in esercizio un ORC da 1,8 MW elettrici in grado di servire l'aeroporto per il riscaldamento invernale ed il raffrescamento estivo. Una soluzione analoga da 1 MW elettrico è stata implementata presso gli studi televisivi BSkyB di Londra (sede principale della nota piattaforma televisiva Sky).

Altri esempi di interesse sono gli impianti di Starwood in Turchia (ORC da 6 MW elettrici che alimenta con il calore cogenerato una fabbrica di pannelli MDF), e quello di Asea Les nella Russia più orientale, dove un ORC da 5 MW elettrici soddisfa le richieste energetiche (elettriche e termiche) di un impianto di produzione pellet. Sempre in quest'ambito applicativo, Turboden ha recentemente sottoscritto un contratto per la fornitura di un modulo ORC cogenerativo da circa 700 kW dove il calore prodotto verrà utilizzato per alimentare le reti di teleriscaldamento delle città di Temù e Ponte di Legno. Questo impianto è la prima realizzazione Turboden di un sistema ORC direttamente accoppiato ad una fornace a biomassa legnosa (senza vettore termico). L'impianto entrerà in esercizio nel primo semestre 2016.

#### RECUPERO DI CALORE

Nelle applicazioni di recupero calore la sorgente di calore che alimenta il turbogeneratore ORC è un cascame termico proveniente da un processo produttivo



(p.es. un cementificio, acciaieria, vetreria, etc.) o a valle di motori primari (p.es. gas di scarico da motori a combustione interna). In questi casi la sorgente di calore, che è di fatto uno scarto in uscita da un altro processo, ha tipicamente costo nullo. Per questo motivo, e perché è spesso improbabile trovare dei grandi utenti termici in vicinanza di grossi siti industriali, il modulo ORC in questi ambiti applicativi è in genere non cogenerativo.

Fanno però eccezione alcuni casi in cui è possibile connettere facilmente il sito industriale ad una rete di teleriscaldamento urbano o industriale: sono questi i casi delle acciaierie Feralpi a Riesa in Germania da 3 MW elettrici (dove il calore recuperato dal processo siderurgico alimenta il modulo ORC e una industria vicina attiva nella produzione della gomma) e di Ori Martin a Brescia da 2 MW elettrici (dove vista la vicinanza con la città è possibile connettersi alla rete di teleriscaldamento cittadina) e di alcuni recuperi da motori a combustione interna in Italia e Germania.

### GEOTERMIA

In quest'applicazione la sorgente di calore che alimenta il ciclo di potenza ORC è l'energia geotermica, che viene tipicamente considerata una fonte di energia alternativa e rinnovabile. Sono molto frequenti gli impieghi di questa fonte energetica per soli fini termici o elettrici. Meno frequente è l'impiego per fini cogenerativi: esempi di installazioni ORC Turbo-

den impiegati in tale configurazione sono l'impianto da 1 MW elettrico di Altheim in Austria, realizzato nel 2001 e il più recente impianto da 5 MW elettrici avviato a fine 2012 per la public utility company di Monaco (SWM - StadtWerke München).

### WASTE TO ENERGY

Per applicazione Waste to Energy si intende la produzione di energia (elettrica e/o termica) utilizzando rifiuti come fonte primaria. La più comune di queste applicazioni prevede la combustione diretta del rifiuto in

un inceneritore e quindi lo sfruttamento del calore generato per alimentare un ciclo Rankine, ciclo che può essere a vapor d'acqua oppure organico.

In quest'ambito, Turboden ha realizzato diversi impianti ORC che recuperano calore da inceneritori preesistenti, consentendo il raggiungimento di livelli di efficienza energetica globale minima come richiesto dalla autorità locali. Sono esempi di questo tipo gli impianti di Mirom in Belgio (3 MW elettrici), di Alcea (3 MW elettrici) e Veolia (1,4 MW elettrici) in



Francia. In questi casi, il sistema è in grado di produrre energia elettrica e termica per alimentare una rete di teleriscaldamento urbano.

### **SOLARE TERMODINAMICO**

La tecnologia ORC Turboden, grazie all'ottima efficienza anche a carichi parziali, si presta particolarmente bene per l'accoppiamento con centrali di produzione elettrica dalla fonte solare, naturalmente caratterizzata da veloci variazioni in brevi periodi di tempo. La tecnologia ORC in quest'ambito tipicamente prevede l'impiego di vettori termici (p.es. olio diatermico, vapore saturo, acqua pressurizzata, etc.) per trasferire il calore recuperato dai collettori solari a concentrazione (p.es. di parabolici o di Fresnel) al gruppo di potenza ORC. La presenza di un vettore termico intermedio facilita l'accoppiamento della sorgente solare con altre sorgenti, p.es. combustione di biomassa legnosa, geotermia e recupero di calore da processi industriali. In questi casi, dove

alla sorgente solare si aggiungono altre sorgenti, i sistemi di generazione si classificano come ibridi. Un esempio Turboden è l'impianto ibrido in funzione presso il cementificio Italcementi ad Ait Baha in Marocco: in questo caso è presente un ORC da circa 2 MW elettrici e il recupero termico dai gas caldi del cementificio viene integrato da un impianto solare a concentrazione che fornisce un apporto addizionale di circa il 10-20%.

### **CONCLUSIONI**

La tecnologia ORC Turboden grazie alla sua efficienza, flessibilità ed affidabilità consente la realizzazione di impianti cogenerativi in un ampio range di potenze (200 kW – 15 MW) e per un vasto campo di applicazioni (quali biomassa legnosa, recupero di calore, geotermia).

Gli oltre 300 impianti avviati o in fase di realizzazione sono prova tangibile della fattibilità tecnico-economica di queste tipologie d'impianti.

