

# Pompe di calore di grande taglia, benefici e casi applicativi

Riccardo Iseppato, Sales Engineer, Large Heat Pumps  
Emanuele Pingaro, Large Heat Pumps Sales & Business Development Manager  
Marco Baresi, Institutional Affairs & Marketing Director  
Turboden

Le pompe di calore di grande taglia (LHP) sono impianti che consentono di trasferire enormi quantità di calore da una fonte più fredda, come calore a temperatura ambiente o calore di scarto da processi industriali, a un'utenza che richiede calore a temperatura più elevata, come una rete di teleriscaldamento o un processo industriale.

Considerando l'obiettivo di "net zero" al 2050 e dato l'attuale sviluppo tecnologico nel settore della decarbonizzazione, è necessario implementare soluzioni di riduzione dell'emissione di CO<sub>2</sub> che possano essere implementate nel breve e medio termine per raggiungere i risultati intermedi, in attesa dello sviluppo delle tecnologie future (idrogeno verde, CCUS, ecc.) che consentiranno di raggiungere gli obiettivi a più lungo termine. In questo senso, la pompa di calore è sicuramente una tecnologia pronta all'uso che può aiutare per la decarbonizzazione della domanda di calore.

Turboden, società del gruppo Mitsubishi Heavy Industries, è un'azienda italiana attiva nella progettazione, produzione e manutenzione di sistemi a ciclo Rankine organico (ORC) in grado di generare energia elettrica e termica sfruttando molteplici fonti.

L'azienda è stata fondata nel 1980 a Milano da Mario Gaia, professore di Termodinamica al Politecnico di Milano e oggi presidente onorario di Turboden. Nel 2013 l'azienda è entrata a far parte del gruppo Mitsubishi Heavy Industries che sostiene fortemente Turboden nello sviluppo di soluzioni innovative e di nuovi mercati, ampliando le dimensioni dell'ORC e introducendo due nuovi prodotti nel suo portafoglio: pompe di calore di grande taglia ed espansori di gas.

## **L'esperienza Turboden applicata alle pompe di calore di grandi dimensioni**

Nel corso di oltre 40 anni, Turboden ha sviluppato una forte esperienza nella

produzione di macchine rotanti per soluzioni di efficienza energetica e ha acquisito un know-how consolidato in diversi aspetti tecnologici, quali:

- **TRASFERIMENTO DI CALORE:** esperienza nella progettazione di apparecchiature in grado di lavorare con diversi flussi di calore (acqua calda, vapore, olio diatermico, risorse geotermiche, miscele chimiche, ecc).
- **ALTA TEMPERATURA:** oltre 40 anni di esperienza nel prodotto ORC capace di raggiungere temperature operative fino a 400°C.
- **DESIGN INNOVATIVO:** design personalizzato sulla base delle specifiche esigenze del progetto. Le unità sono pensate per progetti brownfield in grado di integrare la tecnologia in processi, impianti e siti esistenti.
- **TURBOMACCHINE:** design di oltre 60 turbine diverse. Inoltre, l'azienda gode di un forte sostegno da parte di MHI per lo sviluppo di nuove soluzioni, come turbine e compressori di più grandi dimensioni.
- **FLUIDI DI LAVORO:** esperienza con oltre dieci diversi fluidi di lavoro come refrigeranti (HFO<sup>1</sup>) e idrocarburi caratterizzati da basso GWP<sup>2</sup>, basso ODP<sup>3</sup> e non nocivi.

## **Pompe di calore di grande taglia Turboden: caratteristiche principali**

La pompa di calore rappresenta una tecnologia ben nota. Sul mercato sono disponibili numerosi fornitori che propongono soluzioni tradizionali derivanti dai sistemi di refrigerazione, limitati a una temperatura massima raggiungibile di 90-95°C.

---

<sup>1</sup> HFO: Idro-Fluoro-Oleofine

<sup>2</sup> GWP: Global Warming Potential

<sup>3</sup> ODP: Ozone Depletion Potential

Grazie al know-how consolidato, Turboden ha introdotto nuove pompe di calore di grande taglia ad alte prestazioni in grado di raggiungere temperature elevate fino a 200°C, in una gamma di dimensioni che varia da 3 a 30+ MWth di produzione di calore per singola unità. Questo rappresenta un vero e proprio cambiamento per il mercato, consentendo agli utilizzatori di calore di estendere il potenziale di decarbonizzazione efficiente attraverso l'elettrificazione.

Le principali caratteristiche della pompa di calore di grande taglia di Turboden possono essere riassunte come segue:

- **ALTA EFFICIENZA:** il sistema si basa sulla tecnologia dei turbo-compressori ad azionamento elettrico, che consentono di gestire elevati incrementi di temperatura mantenendo un'alta efficienza.
- **GRANDE SCALA:** potenza termica da 3 a 30+ MWth per singola unità componendo anche configurazioni in cascata e in parallelo.
- **ELEVATO INCREMENTO DI TEMPERATURA:** capacità di gestire utenze e sorgenti di calore con una differenza di temperatura fino a oltre 100°C.
- **ALTA TEMPERATURA:** il sistema può fornire calore ad una temperatura fino a 200°C sulla base delle caratteristiche delle sorgenti di calore disponibili.
- **RISPETTO DELL'AMBIENTE:** esperienza e possibilità di progettare il ciclo termodinamico con oltre 10 diversi fluidi di lavoro a basso GWP e basso ODP (Figura 1).

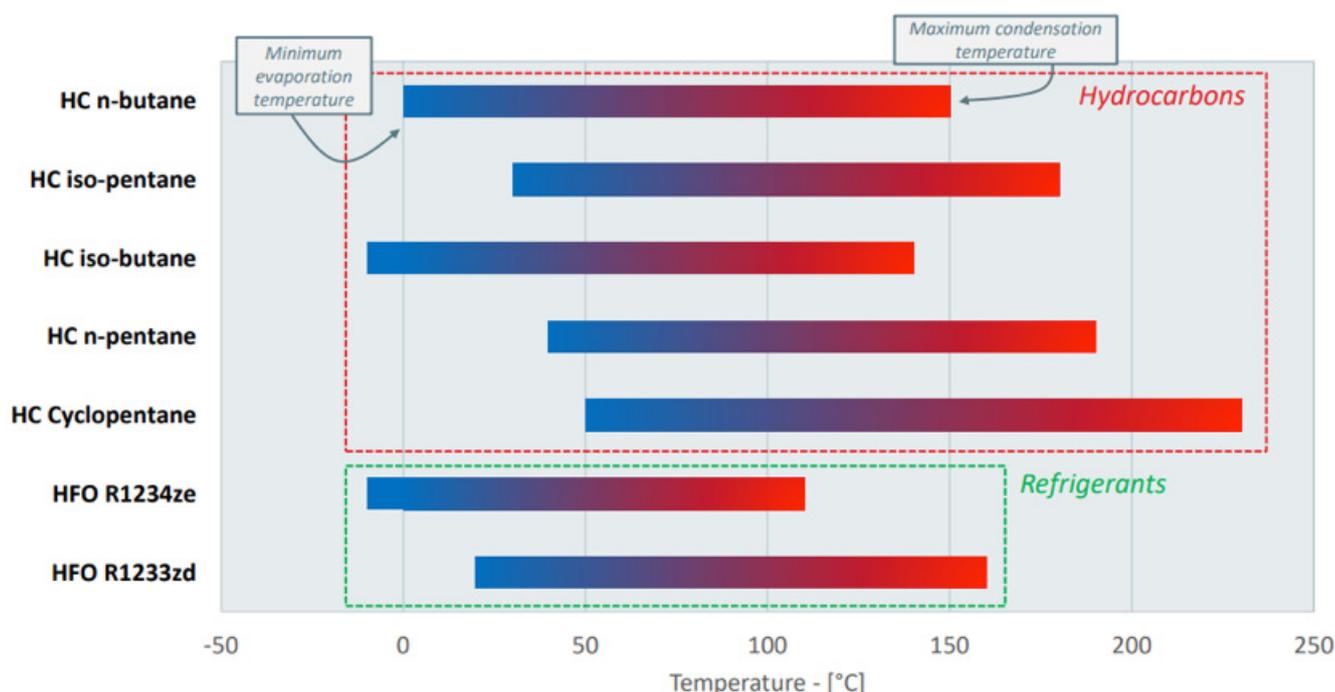


Figura 1: Fluidi organici più adatti all'applicazione in pompa di calore: range operativo.

## Caso di riferimento: Acciaieria Ori Martin

O.R.I. Martin S.p.A. è una moderna acciaieria basata sul forno elettrico ad arco per la produzione di acciai speciali.

La pompa di calore installata presso Ori Martin, grazie al progetto europeo LIFE HEATLEAP, si integra perfettamente all'interno dei processi produttivi dell'acciaieria seguendo in maniera efficiente le condizioni operative variabili tipiche del settore siderurgico.

Come si può vedere nella Figura 2, nella configurazione ottimale, la pompa di calore utilizza il calore proveniente dal circuito di raffreddamento del forno, altrimenti dissipato in torri di raffreddamento, disponibile a 75°C, per riscaldare il ritorno del teleriscaldamento da 65°C a 95°C mentre un altro sistema di recupero innalza la temperatura dell'acqua da 95°C a 120°C come richiesto dalla rete di teleriscaldamento.

In questo caso, la potenza termica a disposizione è di circa 5 MW<sub>th</sub>, mentre il consumo elettrico della pompa di calore è di circa 0.8 MW<sub>el</sub>. La potenza termica in uscita nominale è di quasi 6 MW<sub>th</sub>.

La produzione di acciaio nel forno elettrico è un processo discontinuo. Infatti, durante l'estrazione dell'acciaio fuso dal forno, il sistema di recupero del calore non è funzionante a causa dell'assenza di fumi caldi, mentre il circuito di raffreddamento del forno rimane in funzione per mantenerne una temperatura costante all'interno per il successivo lotto di fusione. In questo lasso di tempo, l'LHP è in grado di generare direttamente acqua pressurizzata alla temperatura di 120°C alimentando da sé la rete di teleriscaldamento, come rappresentato in Figura 3.

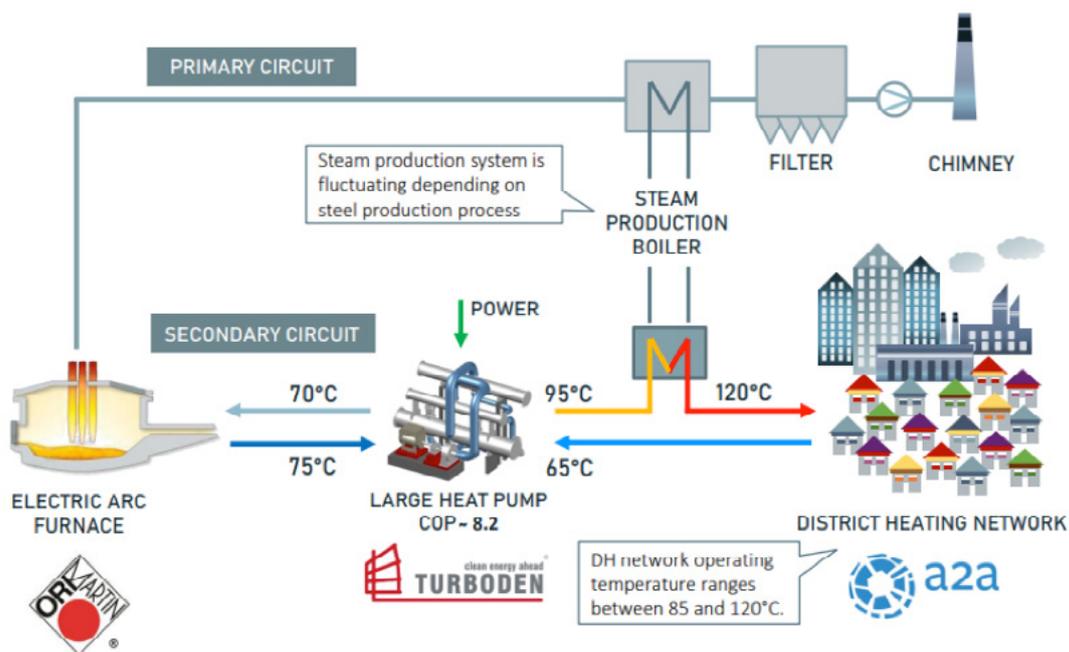
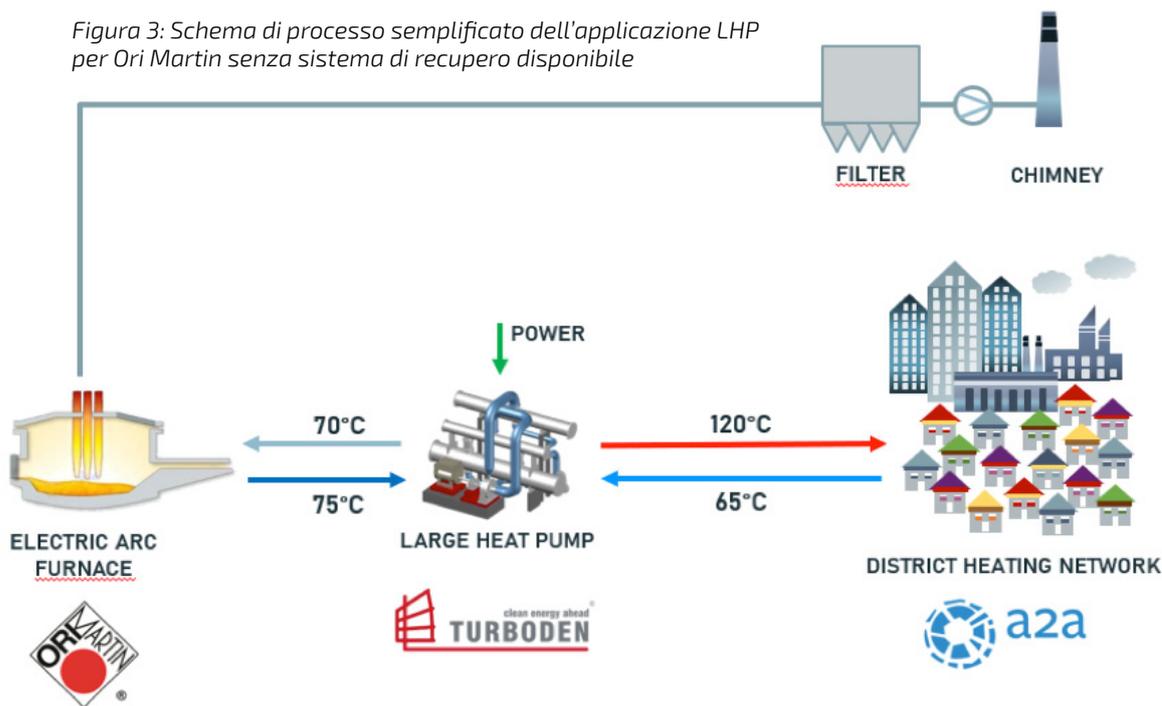


Figura 2: Schema di processo semplificato dell'applicazione LHP per Ori Martin con sistema di recupero disponibile

<sup>4</sup> [HEATLEAP Project | Valorising waste heat for enhanced energy efficiency \(heat-leap-project.eu\)](https://heat-leap-project.eu)

Figura 3: Schema di processo semplificato dell'applicazione LHP per Ori Martin senza sistema di recupero disponibile



### Caso di riferimento: cartiera nel nord Europa

Un altro caso in cui la pompa di calore Turboden è ben integrata nel processo produttivo è quello di una cartiera nel Nord Europa. Qui le fonti di calore sfruttate sono l'aria esausta e le acque reflue della cartiera. Queste vengono intercettate da un circuito intermedio ad acqua che, di fatto, diventa la fonte di calore a disposizione della pompa di calore alla temperatura di 17°C. La pompa di calore, che utilizza l'idrocarburo Isobutano come fluido di lavoro, riceve il condensato proveniente dalla cartiera a 104°C e ha il compito di innalzarne la temperatura fino a 170°C con produzione di vapore surriscaldato. Tuttavia, dato l'elevato incremento di temperatura richiesto, è stato necessario impiegare, a valle della pompa di calore, un compressore meccanico di vapore (MVR) il cui compito è di portare il vapore generato dalla LHP alla temperatura e pressione desiderate (Figura 4). In questo caso, la potenza termica a disposizione è di circa 6 MW<sub>th</sub>, mentre il consumo elettrico del sistema è di circa 6 MW<sub>el</sub>. La potenza termica in uscita nominale è di 12 MW<sub>th</sub>.

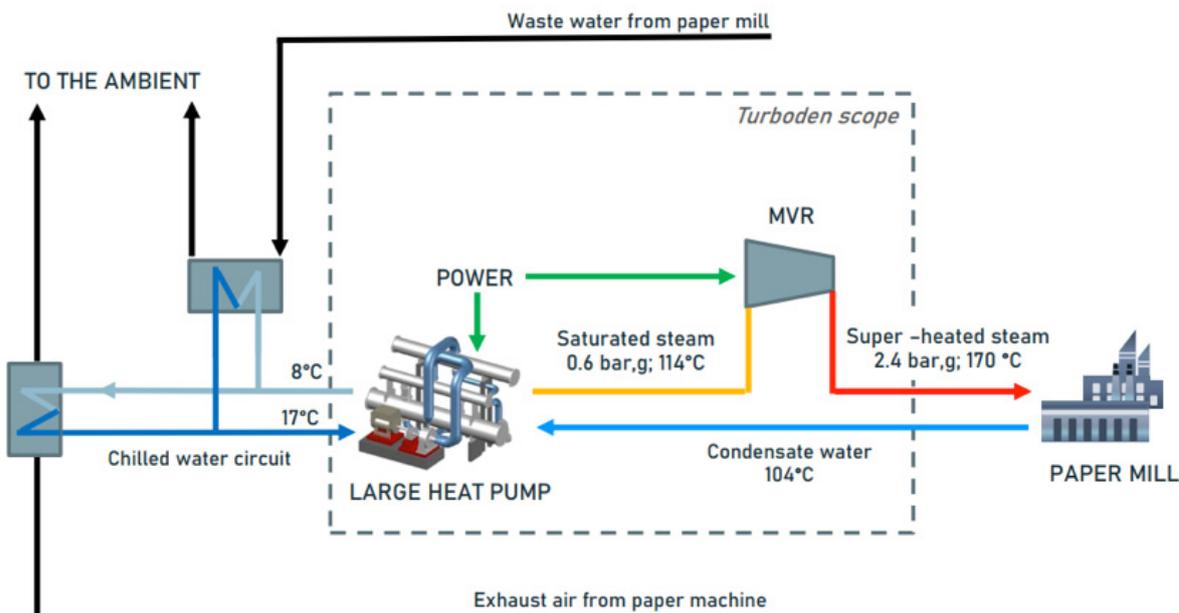


Figura 4: Schema di processo semplificato dell'applicazione LHP per la cartiera nel Nord Europa



## SVILUPPI FUTURI

Il settore del riscaldamento rappresenta una delle principali fonti di emissioni di carbonio, poiché le utenze heat intensive si affidano tipicamente ai combustibili fossili per produrre il calore necessario.

Secondo l'Heat Roadmap Europe (<https://heatroadmap.eu/project-reports/>), in Europa, circa l'80% dei 2.740 TWh di domanda finale di energia per il settore del riscaldamento, compreso l'uso residenziale e industriale, è ancora generato dalla combustione di combustibili fossili e solo il 20% è prodotto da energie rinnovabili.

Circa la metà (1.100 TWh) del calore generato da combustibili fossili può essere decarbonizzato utilizzando la tecnologia Turboden che vuole assumere un ruolo attivo in questo processo, fornendo i suoi prodotti al settore del teleriscaldamento e industrie più energivore.

Si segnala infine che, nell'ambito del progetto HeatLeap, è stato presentato il paper "[\*Waste Heat Recovery Potentials, applications and recommendations for better policies\*](#)", dove si schematizzano per la prima volta i possibili utilizzi del calore di scarto, finalizzato allo sviluppo di policy opportune per garantirne lo sfruttamento pieno, in linea con quanto previsto dal recente pacchetto RepowerEU<sup>5</sup> e quindi riflesso nella recente revisione della direttiva Efficienza Energetica.

---

<sup>5</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_it)