

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia

# ***Relazione per la prova finale «Ciclo Brayton a CO<sub>2</sub> supercritica»***

Tutor universitario: Prof. Manuela  
Campanale

Laureando: *Alessio Tollin*

Padova, 16/09/2022

Tra i vari cicli che vengono utilizzati oggi con lo scopo di sfruttare sempre più efficientemente le fonti a nostra disposizione il più diffuso è sicuramente il ciclo Rankine a vapore d'acqua e a fluido organico.

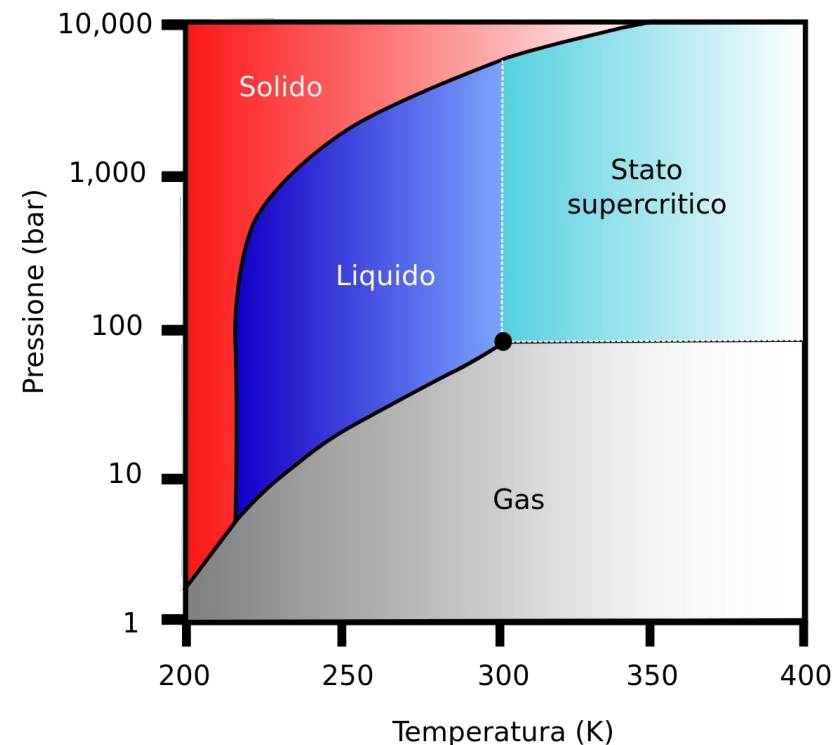
Da qualche anno però l'attenzione è stata posta su cicli differenti come il Brayton a CO<sub>2</sub> supercritica che grazie alla loro compattezza e all'esiguo lavoro di compressione spesso garantiscono rendimenti elevati anche con notevoli variazioni di potenza e temperatura.

Gli obiettivi principali sono:

- Motivare l'utilizzo della CO<sub>2</sub> supercritica
- Illustrare i componenti ed il funzionamento del ciclo Brayton
- Illustrare i vantaggi che esso porta
- Accennare le varie configurazioni degli SCBC
- Porre l'attenzione sulla configurazione a ricompressione
- Illustrare i possibili utilizzi

## $CO_2$ supercritica

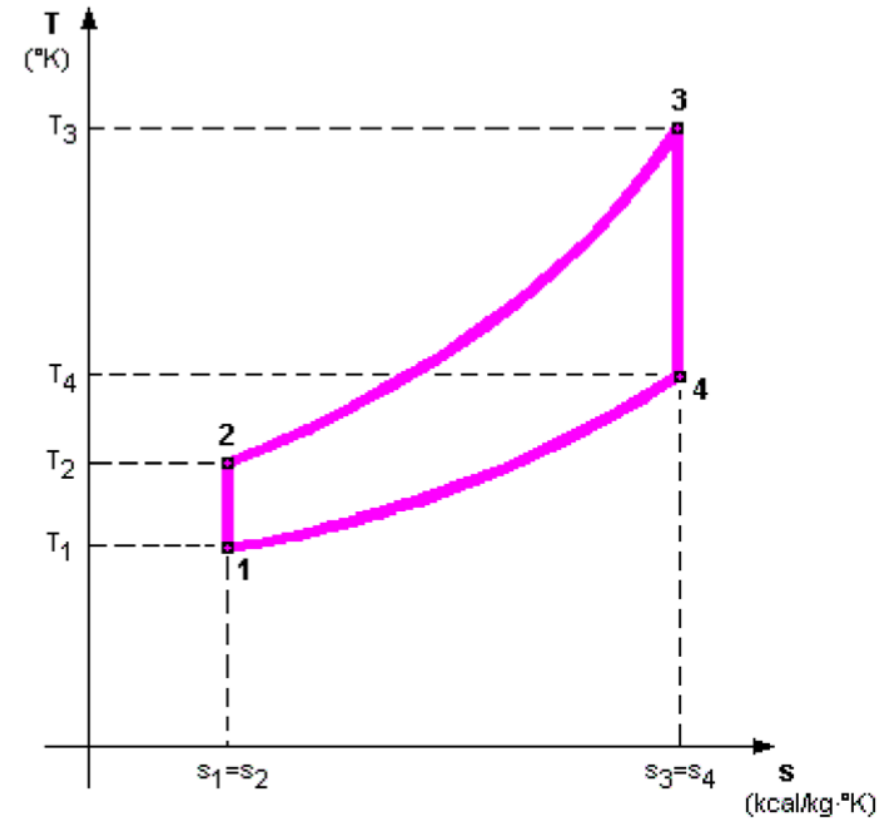
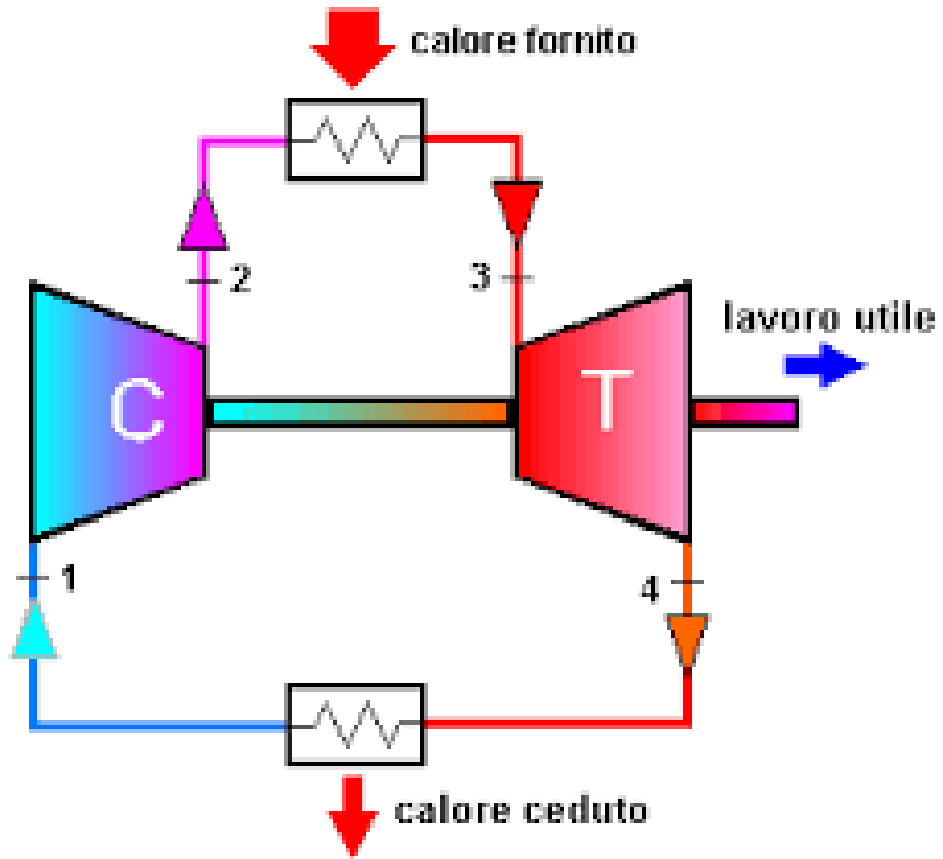
Il punto critico di una sostanza è l'insieme di particolari condizioni di temperatura e pressione in corrispondenza delle quali una sostanza può esistere come unica fase, detta fase critica



Come mai la scelta della CO<sub>2</sub> supercritica?

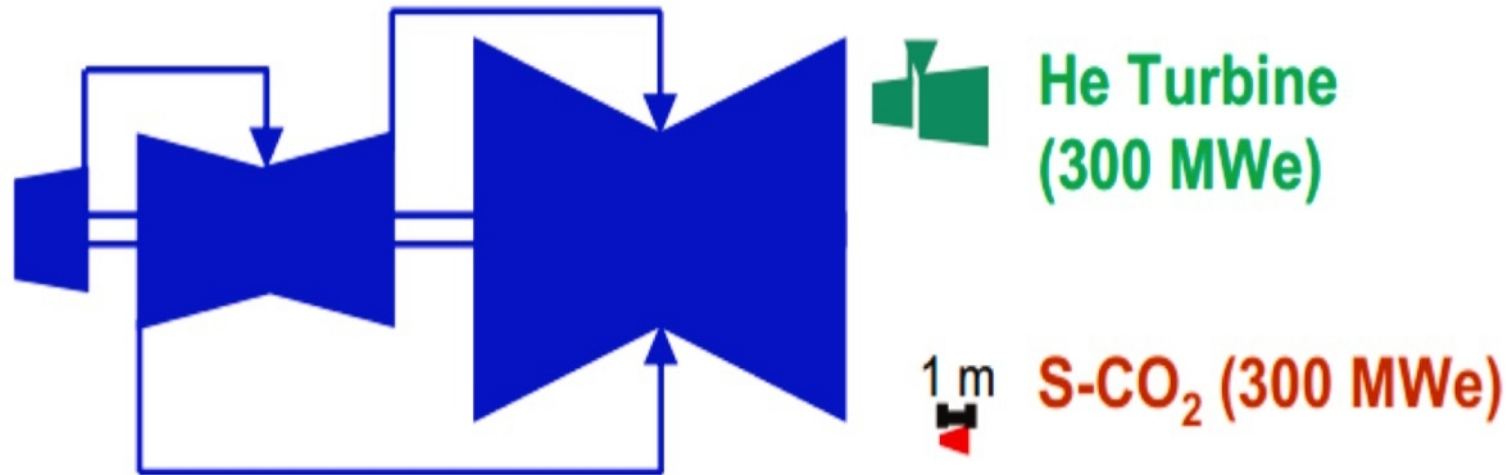
1. Stabilità
2. È relativamente inerte
3. Abbondante ed economica
4. Pressione critica moderata
5. Rendimento del ciclo  $\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

## Ciclo Brayton



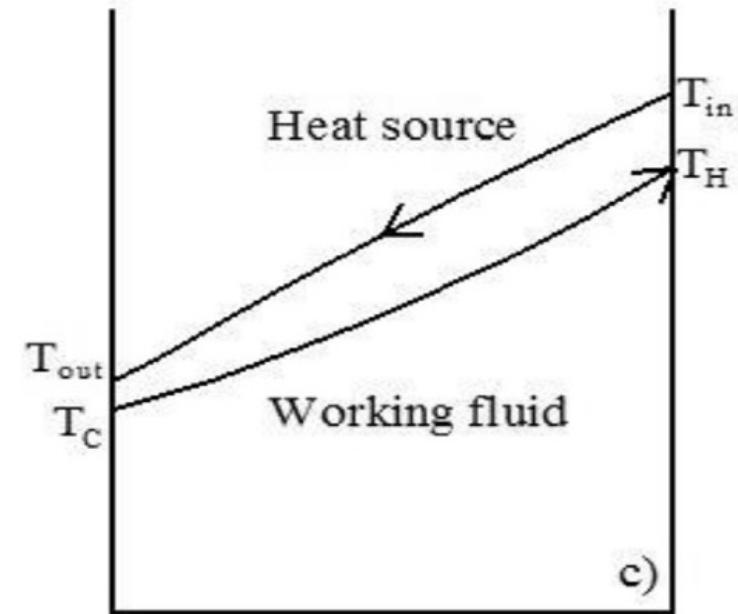
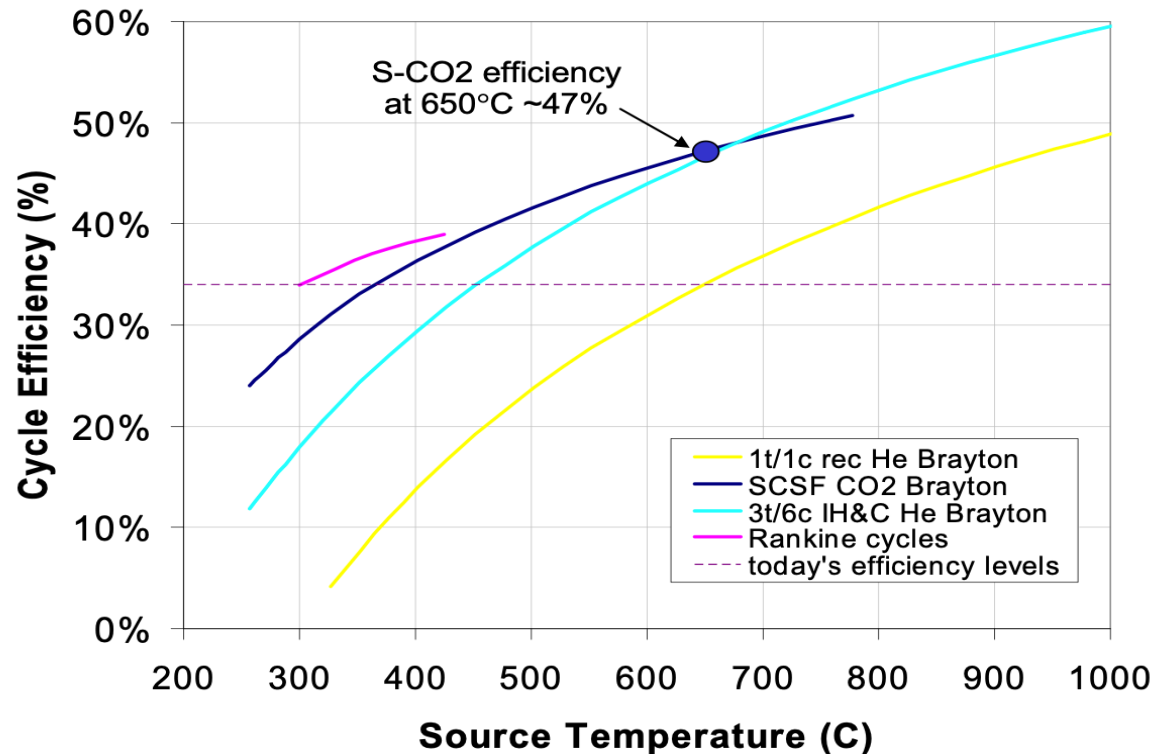
## Vantaggi

1. Rendimento elevato di ciclo
2. Le componenti del ciclo hanno dimensioni limitate



## Vantaggi

3. Possibilità di evitare il «**pinch problem**»
4. Riduzione degli stage in turbina
5. Rapporto di compressione relativamente basso





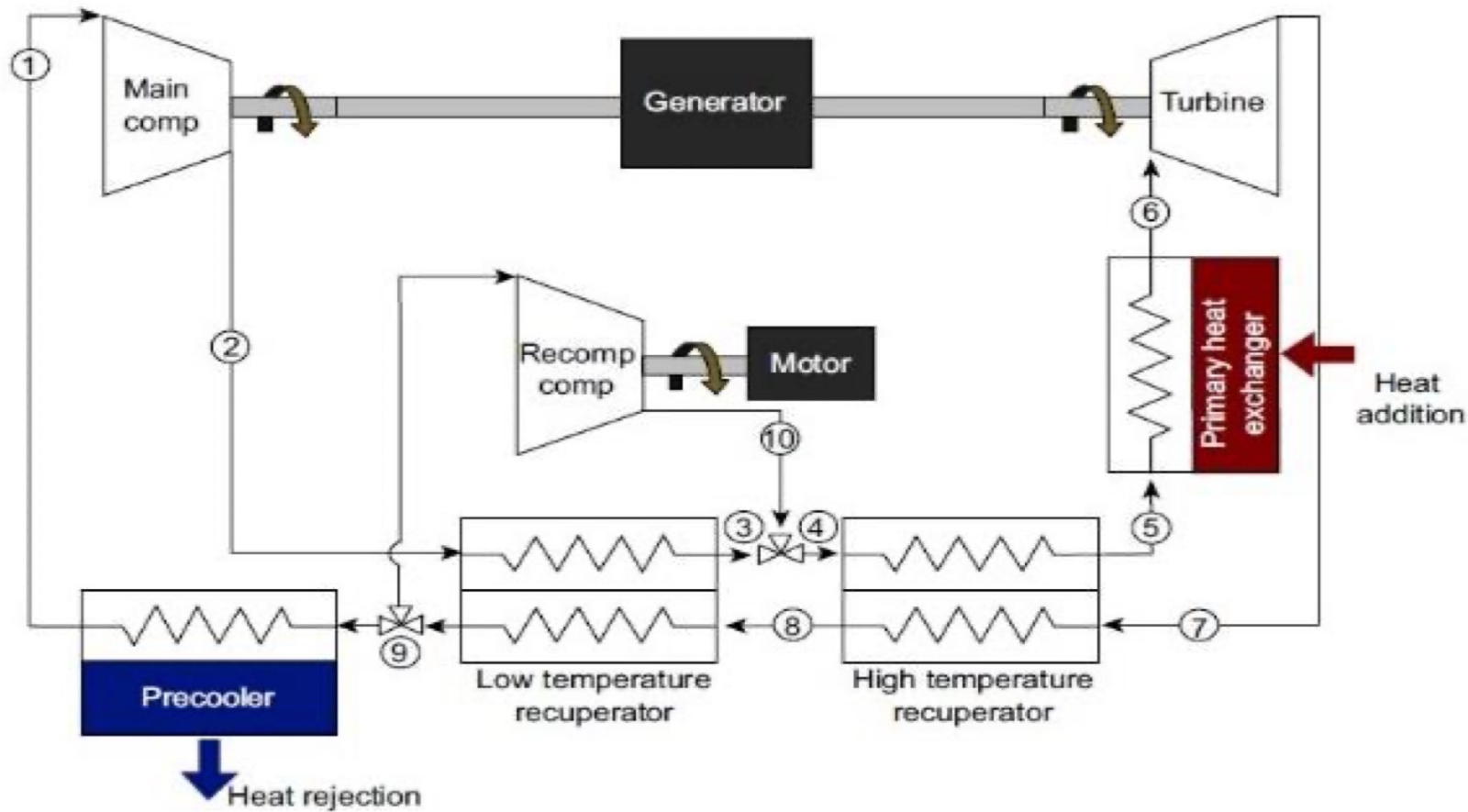
## Possibili configurazioni

I continui studi hanno dato la possibilità di ottenere cicli sempre più ottimizzati variandone la configurazione.

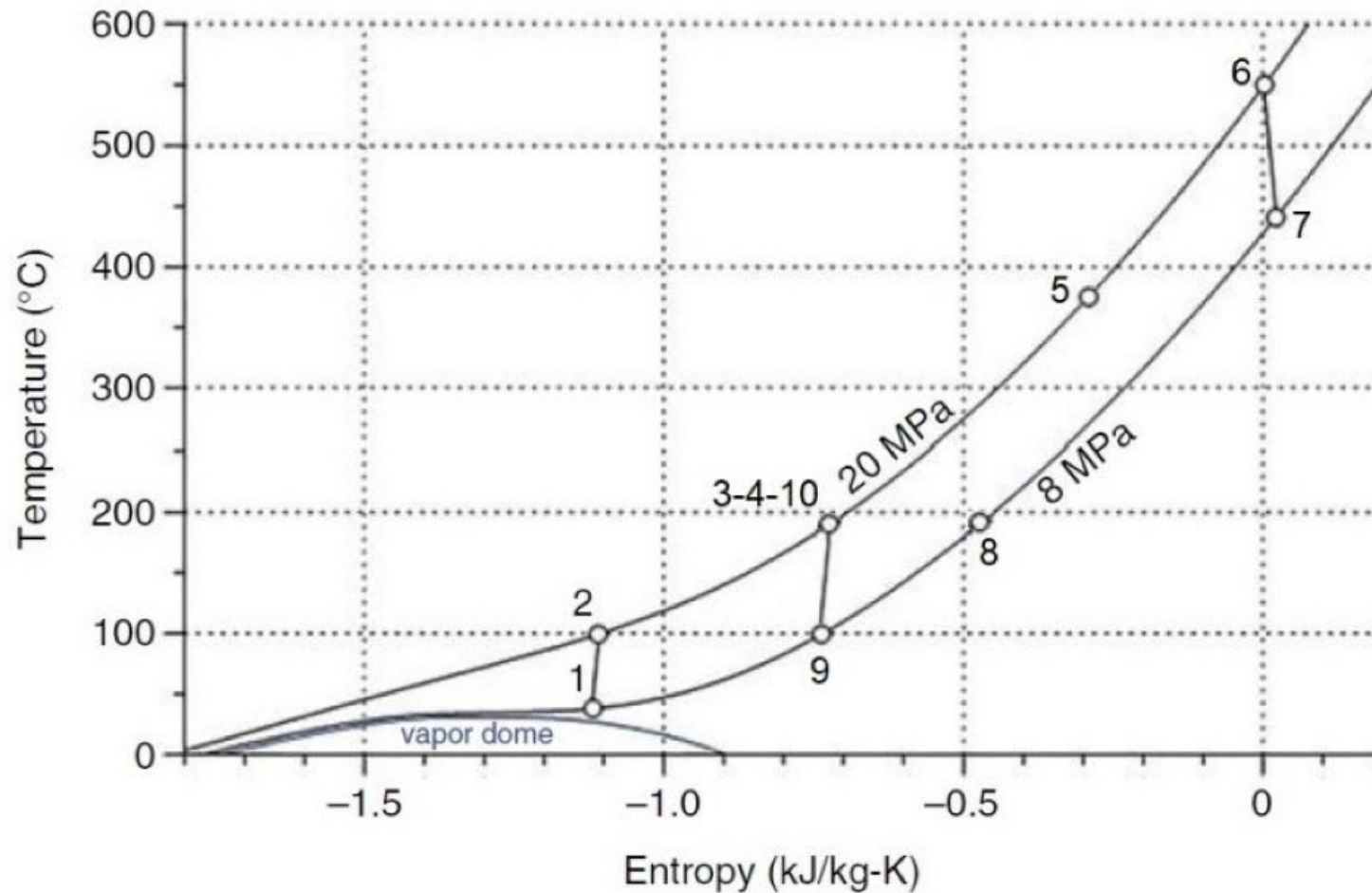
Si è data importanza soprattutto alla temperatura alla quale il fluido viene iniettato in turbina e all'adozione di processi di recupero o riscaldamento. I risultati di questi processi sono i cicli *SCBC*: con scambiatore interno, a ricompressione, con surriscaldatore, cogenerativi, ecc.

Tra questi il più efficiente risulta quello a ricompressione, con percentuali di rendimento che raggiungono anche i 45%.

## Ciclo SCBC a ricompressione

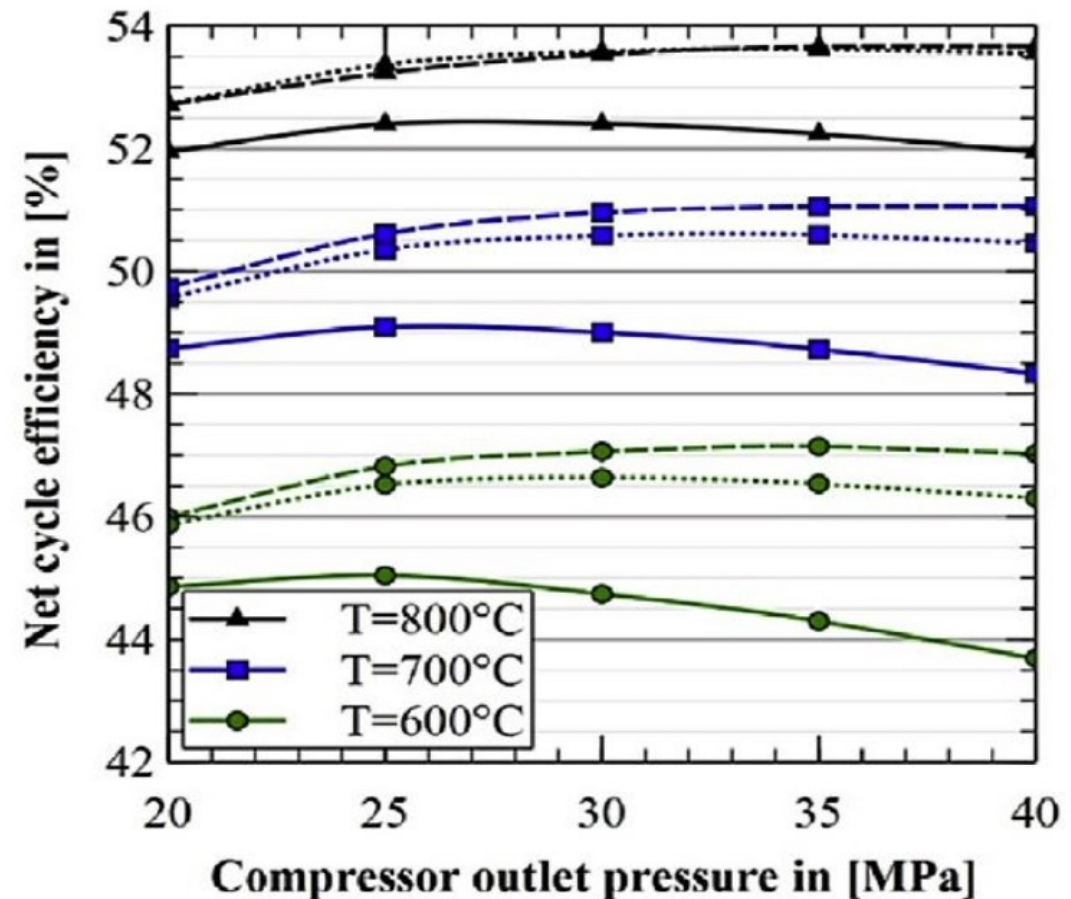


## Ciclo SCBC a ricompressione

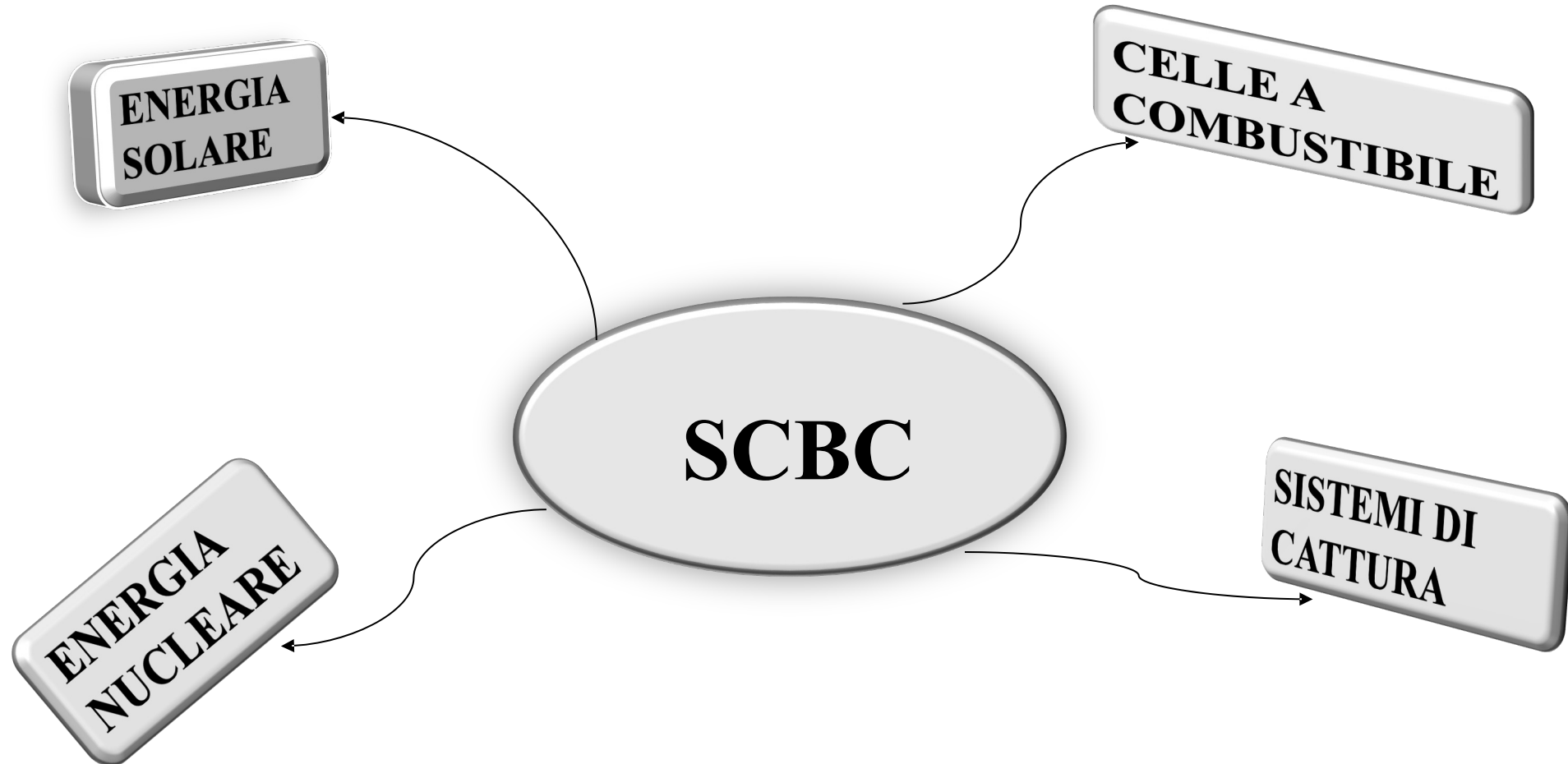


## Ciclo SCBC a ricompressione

Tra le configurazioni che può assumere si è notato come aggiungendo un risurriscaldamento il rendimento aumenta del 2%, aumentando comunque sempre meno aggiungendone altri.



## Possibili applicazioni



Si può dunque affermare che il ciclo Brayton a CO<sub>2</sub> supercritica è una soluzione interessante per la produzione di potenza con costi minori. Lo sviluppo deve però proseguire molto per riuscire ad ottenere soluzioni con rendimenti ancora più elevati ed emissioni inferiori. Particolare attenzione va prestata alla sua integrazione con sistemi rinnovabili in vista della transizione energetica.