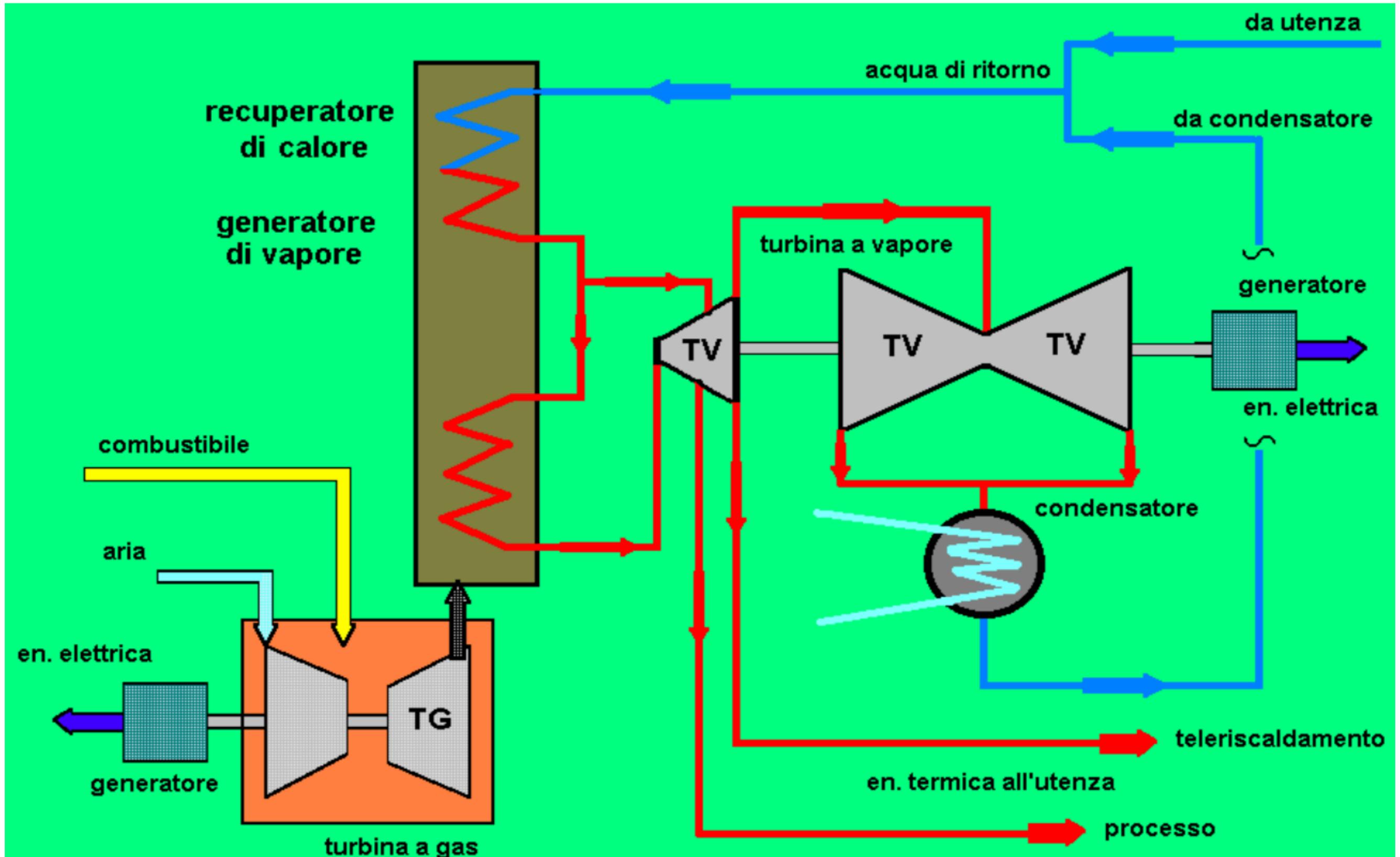
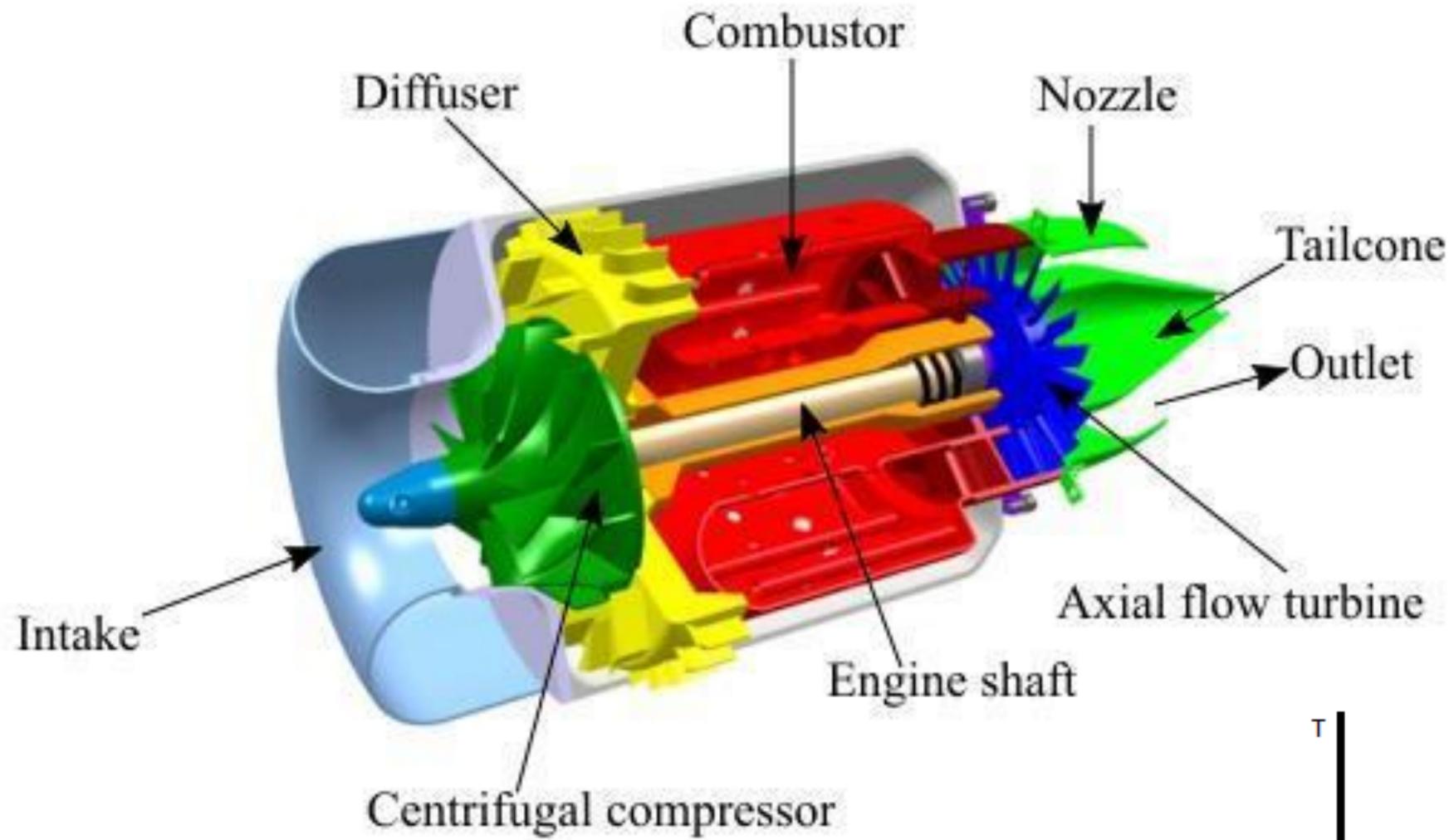


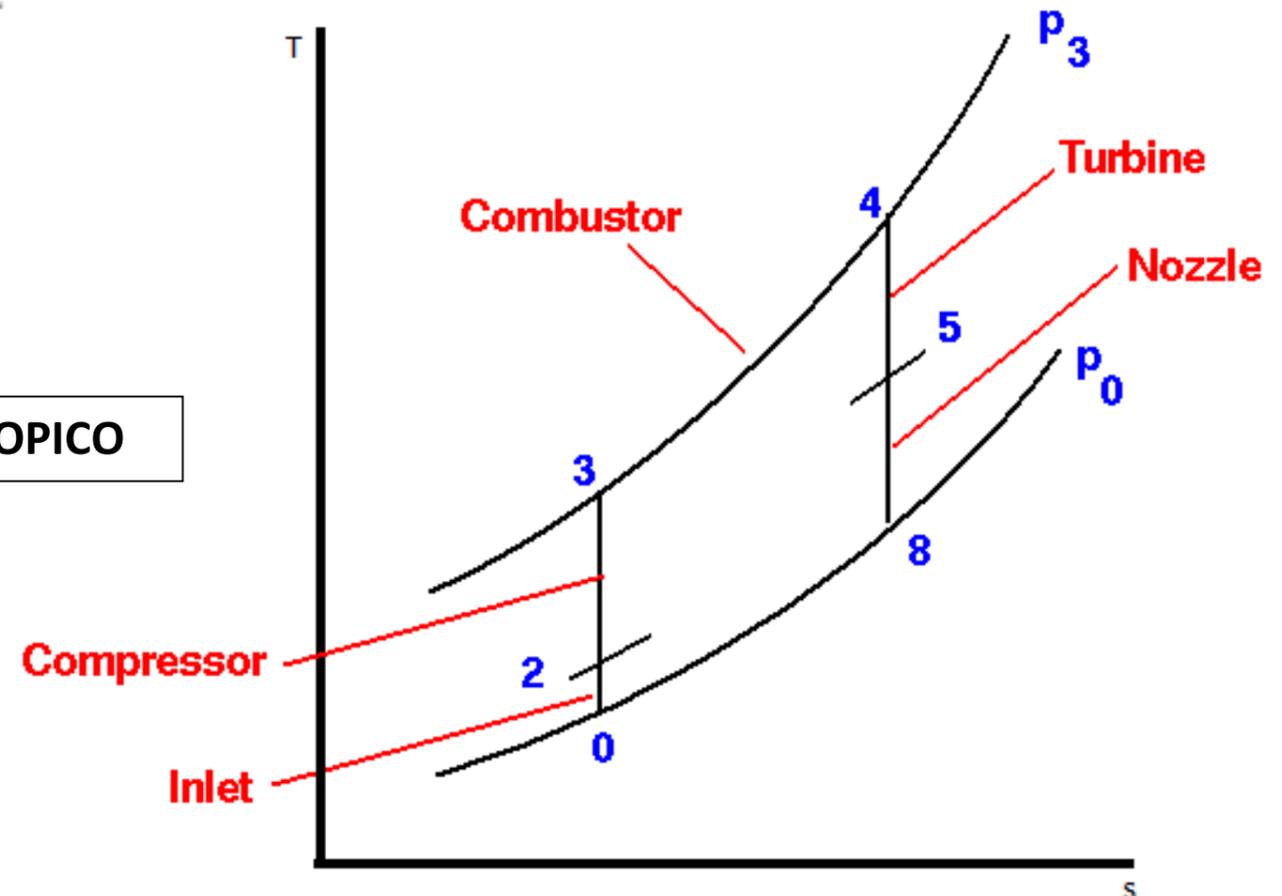
# COGENERAZIONE CON TURBINA A GAS E A VAPORE



# STRUTTURA TURBINE A GAS

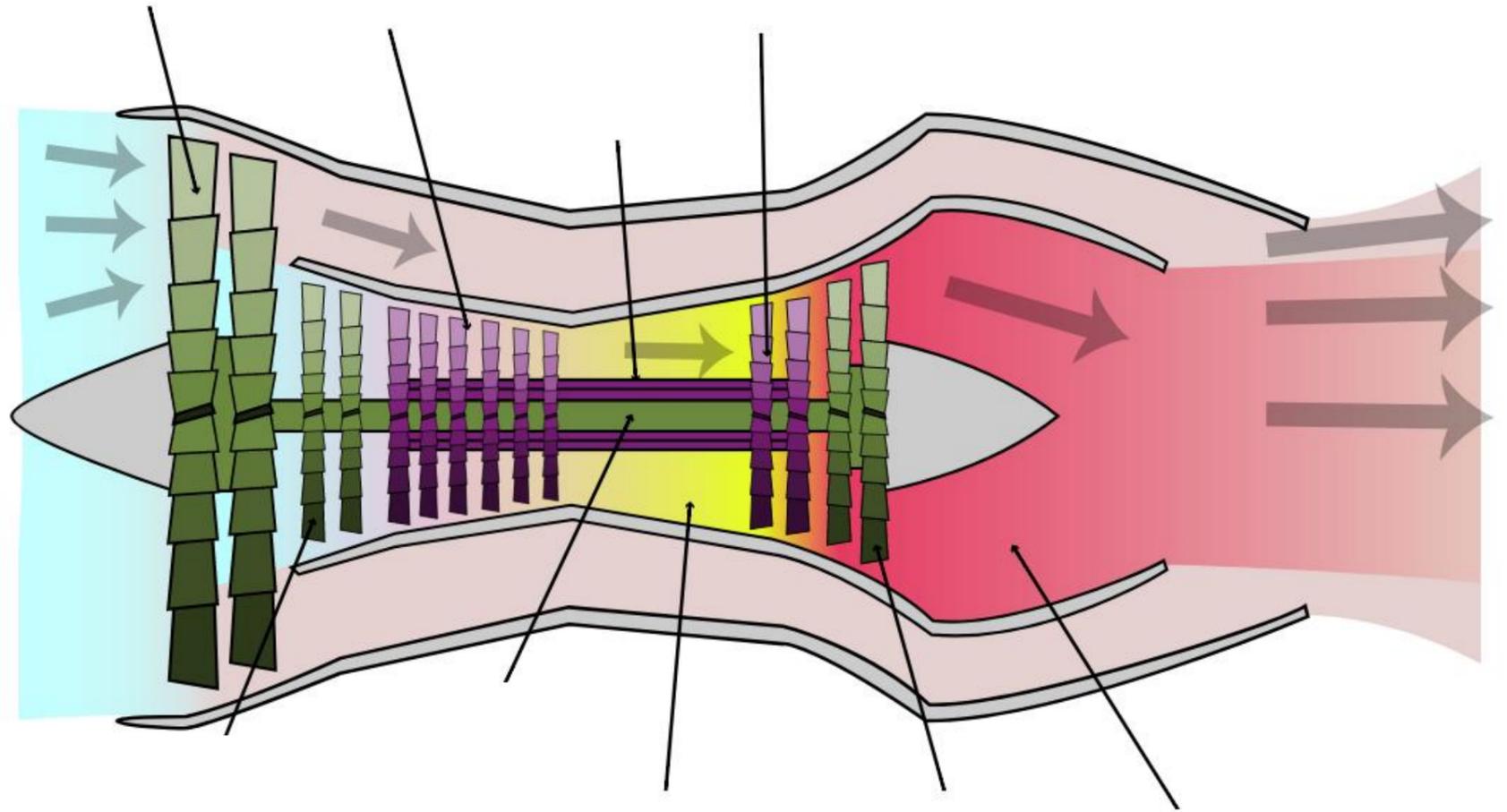


CICLO IDEALE ISOENTROPICO



# TIPOLOGIE TURBINE A GAS

GROSSA TAGLIA

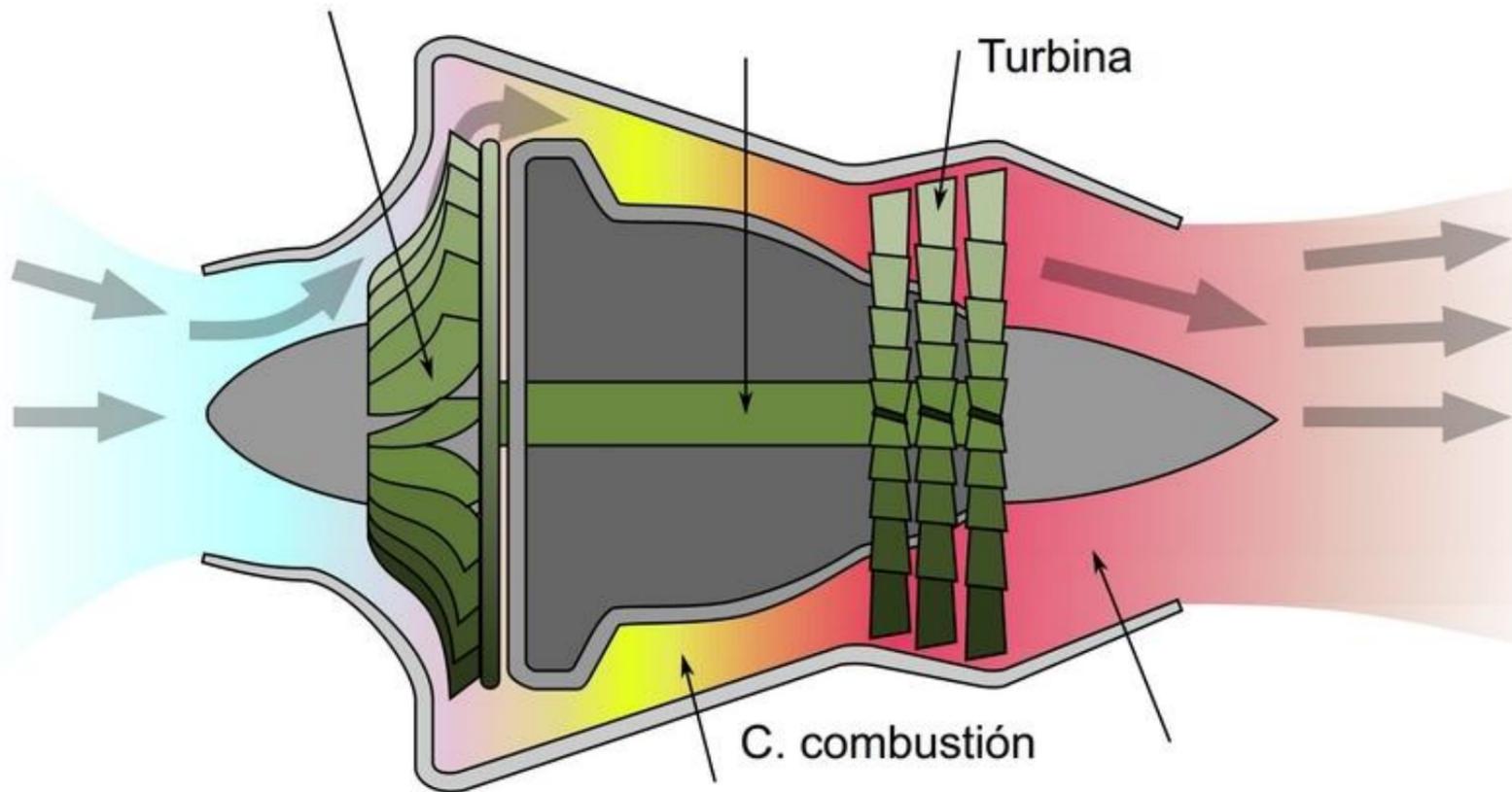


Compresor

Turbina

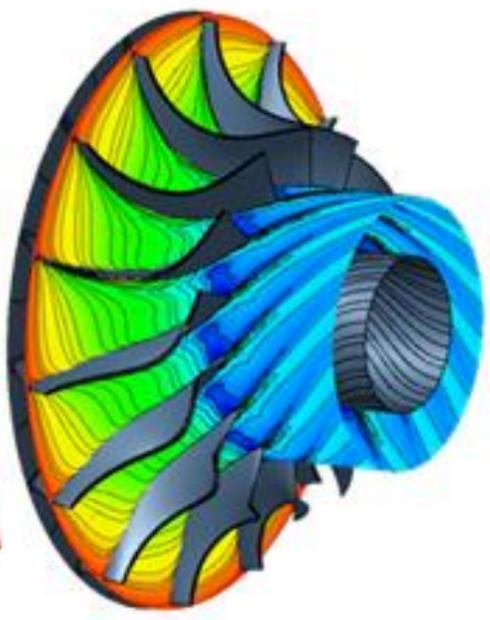
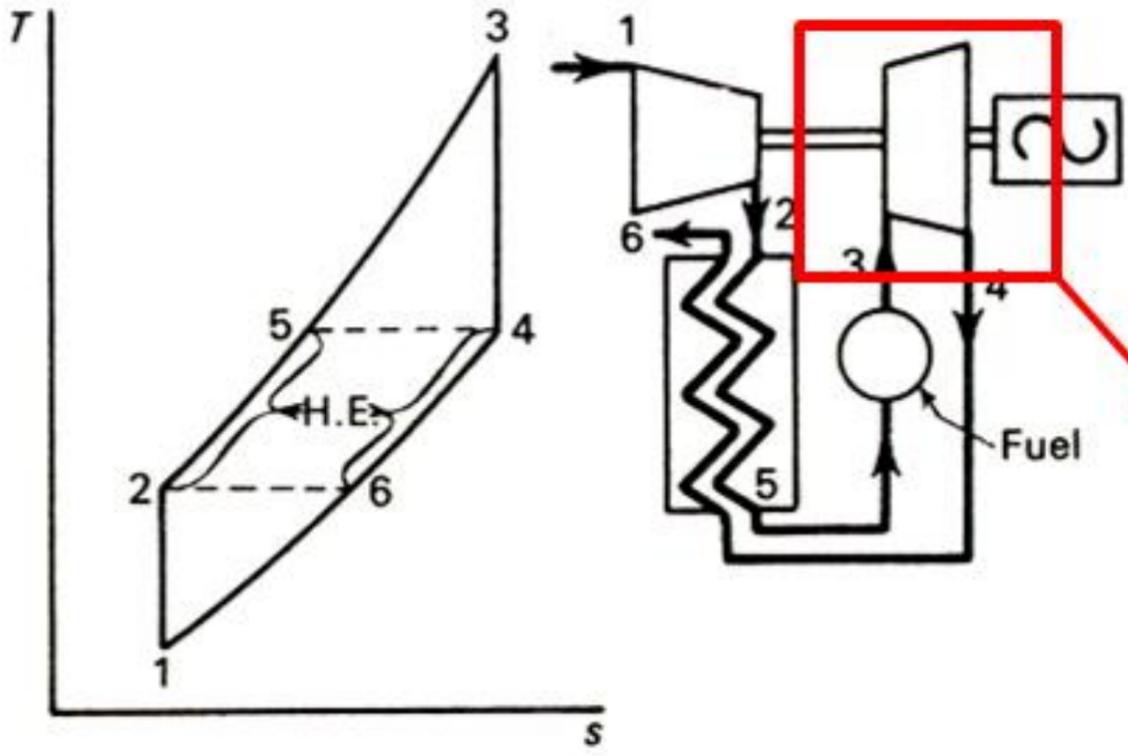
C. combustión

PICCOLA TAGLIA

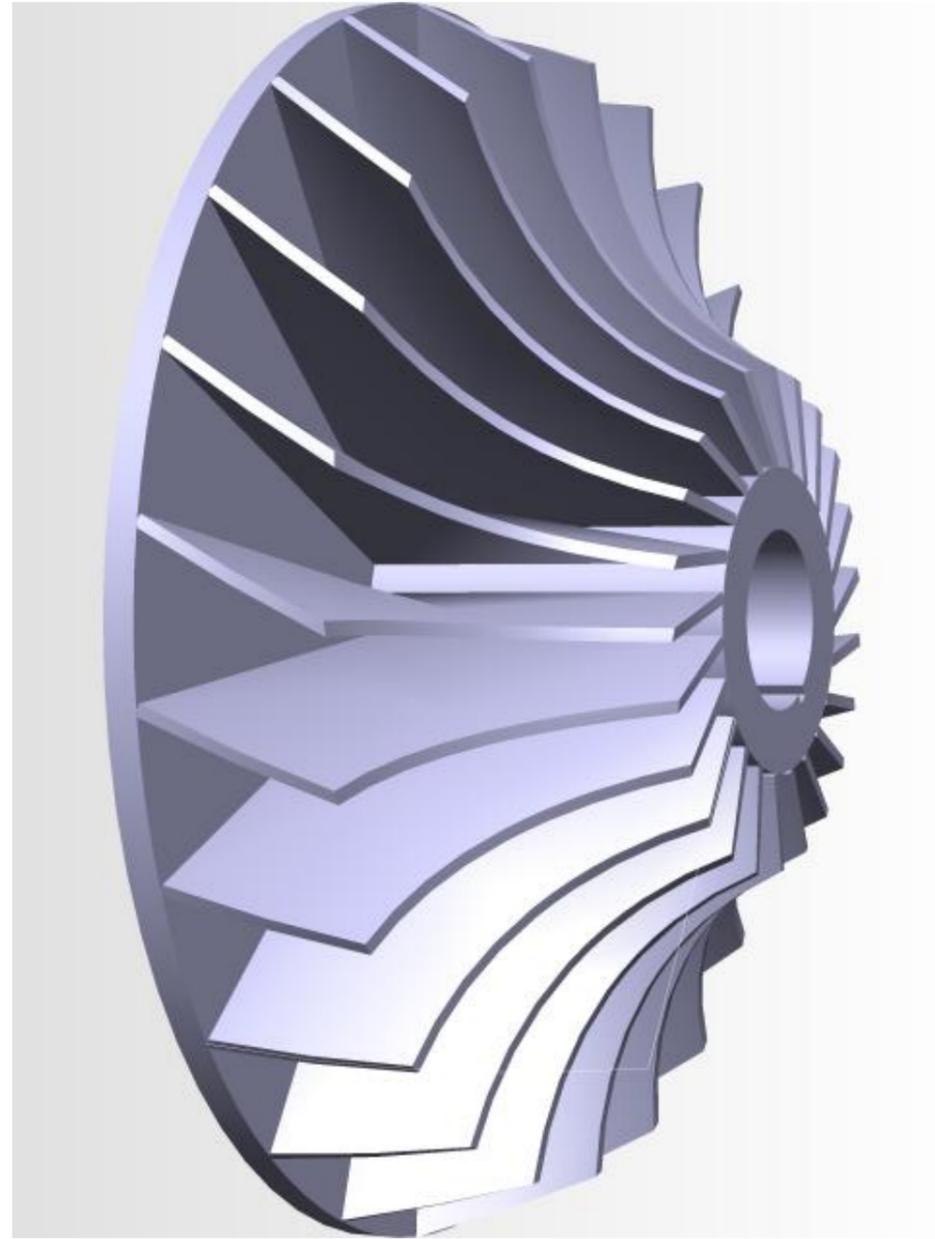


# Micro Gas Turbine

Modello 3D



Radial inflow turbine design



Permanent magnet as a fixed generator component



On startup of the turbine, the generator briefly serves as a motor; beginning at about 25 000 rpm, the unit achieves the pressure required for maintenance-free, air-cushioned support  
 Beim Anfahren der Turbine wird der Generator kurzzeitig als Motor genutzt; ab ca. 25 000 Umdrehungen/min reicht der Druck für die wartungsfreie Luftlagerung

## MICRO TURBINE A GAS

in fig.14 compressore e turbina di un'unità da 70 kWe con rivestimento in materiale ceramico che garantisce una TIT di 1039 °C

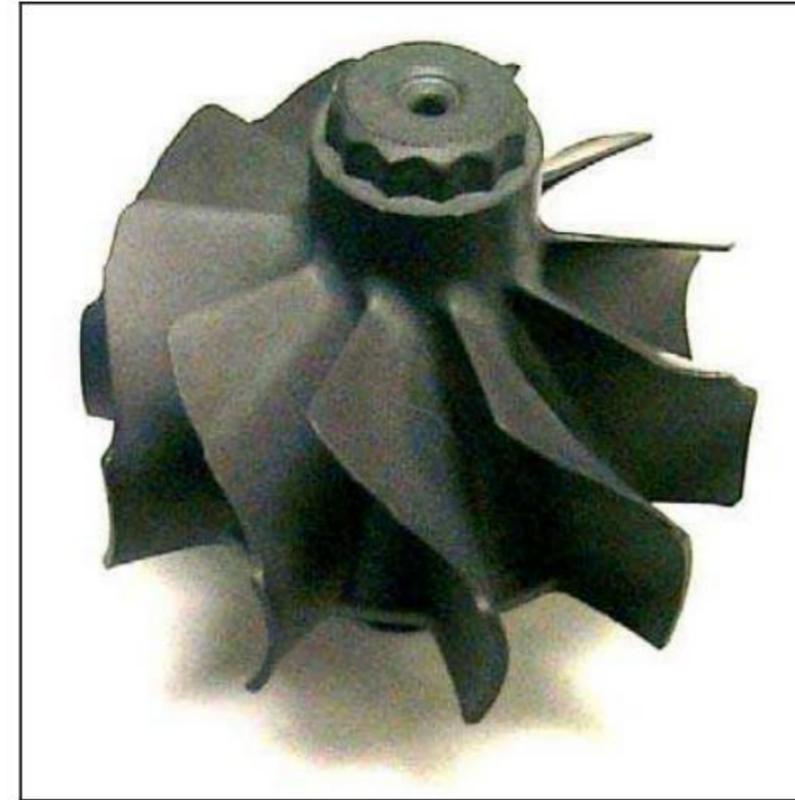


fig. 14 – Compressore e turbina con rivestimento in materiale ceramico

Il costo della macchina, come è possibile osservare in tab. 1 è, per un terzo circa, dovuta al costo del rigeneratore, cioè dello scambiatore che utilizzando i gas caldi di scarico della turbina preriscalda l'aria compressa.

<b>Compressore,turbina combustore</b>	25 %
<b>Rigeneratore</b>	30 %
<b>Apparecchiature elettroniche</b>	25%
<b>Generatore</b>	5 %
<b>Accessori</b>	5 &
<b>Package</b>	10 %

## COMPARAZIONE

		<b>POTENZA (MW)</b>	<b>COMBUSTIBILE</b>	<b>REND. TOT. (%)</b>	<b>REND. ELETT. (%)</b>	<b>VITA UTILE</b>
<b>IMPIANTI VAPORE</b>	<b>A</b>	0,5-100	Qualsiasi tipo	80-85	20-35	20-35 anni
<b>IMPIANTI TURBOGAS</b>	<b>A</b>	0,2-100	Gas naturale, benzina, gasolio, biogas	60-85	22-37	15-20 anni
<b>CICLI COMBINATI</b>		4-100	Gas naturale, benzina, gasolio, biogas	70-90	45-55	15-25 anni
<b>MOTORI COMBUSTIONE INTERNA</b>	<b>A</b>	0,01-5	Gas naturale, benzina, gasolio, biogas	70-90	30-45	80000 h

**Nota: 80.000 ore → 24x7 tutto l'anno → circa 9 anni**

# COMPARAZIONE

## Turbina a gas

- Tecnologia molto importante per cogenerazione su larga scala.
- Ampia scala di unità disponibili: a partire dalle microturbine con ~30 kW<sub>e</sub>.
- Emissioni ridotte di ossidi di azoto e zolfo rispetto al gasolio.

	Smallest unit	Typical small-scale unit
Electrical power:	28 kW <sub>e</sub>	250 kW <sub>e</sub>
Electrical efficiency:	26%	30%
Thermal power:	52 kW <sub>th</sub>	330 kW <sub>th</sub>
Thermal efficiency:	47%	40%
NOx emission:	< 9 ppmV	< 9 ppmV
CO emission:	< 10 ppmV	< 9 ppmV
Size (L x W x H):	1.3 x 0.7 x 1.9 m	4 x 2.2 x 2.3 m
Weight:	0.5 tons	235 tons
Investment:	2 500 € /kW <sub>e</sub>	1 500 € /kW <sub>e</sub>

## Motore a gas

- Il motore a combustione interna funziona con lo stesso principio del motore per autoveicoli a benzina o diesel.
- Unità disponibili da 5 kW<sub>e</sub> fino a più di 1,000 kW<sub>e</sub>.
- Efficienza elettrica maggiore delle turbine, ma l'energia termica è generalmente a temperatura più bassa.

	Smallest unit	Typical small-scale unit
Electrical power:	5 kW <sub>e</sub>	250 kW <sub>e</sub>
Electrical efficiency:	26%	36%
Thermal power:	12 kW <sub>th</sub>	368 kW <sub>th</sub>
Thermal efficiency:	62%	53%
NOx emission:	350 mg/ <sub>N</sub> m <sup>3</sup>	250 mg/ <sub>N</sub> m <sup>3</sup>
CO emission:	300 mg/ <sub>N</sub> m <sup>3</sup>	300 mg/ <sub>N</sub> m <sup>3</sup>
Size (L x W x H):	1 x 0.7 x 1 m	3.5 x 1.8 x 2.2 m
Weight:	0.5 tons	5 tons
Investment:	3 000 € /kW <sub>e</sub>	800 € /kW <sub>e</sub>

## COMPARAZIONE

	<b>VANTAGGI</b>	<b>SVANTAGGI</b>
<b>IMPIANTI A VAPORE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilità di impiego di una vasta gamma di combustibili</li> <li>• Disponibilità di calore sottoforma di vapore a vari livelli di pressione e temperatura</li> <li>• Lungo ciclo di vita</li> <li>• Buona flessibilità</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sottrarre calore all'impianti determina riduzioni del rendimento termodinamico</li> <li>• Ingombri elevati</li> <li>• Lenta risposta alle variazioni di carico</li> <li>• Necessità di vapore ad alta entalpia</li> </ul>
<b>IMPIANTI A TURBOGAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basso costo iniziale</li> <li>• Buoni valori dei principali indici prestazionali</li> <li>• Rapidi tempi di installazione</li> <li>• Energia termica disponibile ad alta temperatura</li> <li>• Immediata risposta alle variazioni di carico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessità di utilizzare combustibili liquidi o gassosi</li> <li>• Necessità di controlli periodici e revisioni programmate per le turbine</li> <li>• Necessità di personale specializzato</li> <li>• Non disponibili frequenti avviamenti e arresti</li> </ul>
<b>CICLI COMBINATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevata efficienza elettrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alti costi di impianto</li> <li>• Necessità di controlli periodici e revisioni programmate per le turbine</li> <li>• Necessità di personale specializzato</li> </ul>
<b>MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampia disponibilità di taglie</li> <li>• Elevati indici prestazionali</li> <li>• Buona risposta ai cambiamenti di carico</li> <li>• Possibilità di effettuare frequenti avvii ed arresti</li> <li>• Calore disponibile a più livelli di temperatura</li> <li>• Rapidità e semplicità di installazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficoltà nel contenere rumore e vibrazioni</li> <li>• Richiedono combustibili pregiati</li> <li>• Buona parte del calore è disponibile a temperature medie e basse</li> </ul>

# Video

<https://www.youtube.com/watch?v=imqjqoRMzAo>

Inventor build a Turbocharger Impeller

<https://www.youtube.com/watch?v=IBmWXBvE3gU>

Come funziona il compressore centrifugo nella Kawasaki Ninja H2

<https://www.youtube.com/watch?v=Uh919oEYQEM>

Il Turbocompressore: Come Funziona il Motore Turbo

<https://www.youtube.com/watch?v=Cb-v8HdMoU&list=PL1gBKvV6XVffVeTXq27WusEnFdZfR4uvL>

Edison centrale turbogas

<https://www.youtube.com/watch?v=wwEuAngN7AM>

Centrale termoelettrica

