

# CAPITOLO 1

## INTRODUZIONE

### 1.2. Classificazione delle Macchine e degli Impianti

Per *Macchina* si intende un sistema che converte energia primaria (ad es. energia idraulica, da combustibile fossile) in una forma più comodamente utilizzabile (energia meccanica). In una *macchina a fluido* in particolare tale conversione viene realizzata utilizzando un fluido, ad esempio aria, acqua o vapore. Tale fluido subisce una trasformazione all'interno della macchina, con un conseguente trasferimento di energia tra gli organi mobili della macchina (rotore) ed il fluido stesso.

Il fluido a contatto con gli organi di una macchina scambia con questi delle forze. Si sottolinea come tali forze compiono lavoro solo se gli organi sono in movimento.

Una prima classificazione viene fatta a seconda del senso del trasferimento di energia, cioè a seconda che il lavoro venga compiuto dalla macchina sul fluido (*macchina operatrice*) con un conseguente assorbimento di potenza, o dal fluido sulla macchina (*macchina motrice*), con una erogazione di potenza all'albero della macchina. Esempi di macchine operatrici sono i compressori (figure 1.2, 1.10), i ventilatori (figura 1.9) e le pompe (figura 1.1 e 1.3). Esempi di macchine motrici sono le turbine idrauliche (figure 1.5 – 1.7), quelle a gas o a vapore (figure 1.11 – 1.13), e i motori a combustione interna, Diesel e a Ciclo Otto (figura 1.4).

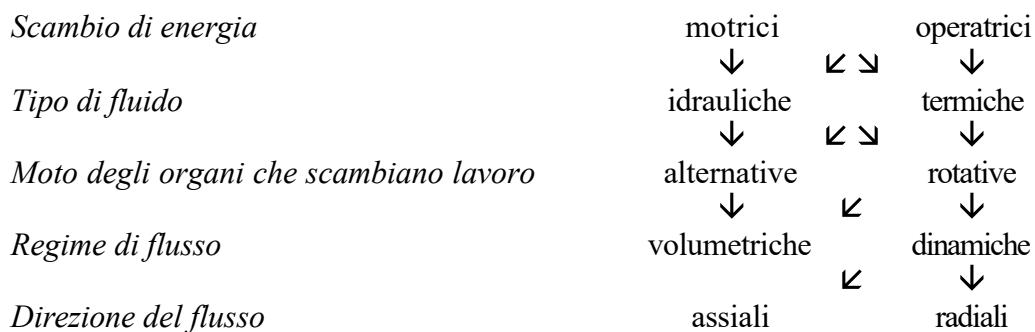
Una seconda classificazione si basa sulla natura del fluido evolvente. Si chiamano macchine *idrauliche* quelle che lavorano con fluidi incompressibili (figure 1.5 – 1.8); prendono invece il nome di macchine *termiche* quelle che usano fluidi comprimibili (figure 1.10 – 1.13). Per un fluido incompressibile la sua storia meccanica è separata da quella termica, che è peraltro ininfluyente. Per un fluido comprimibile invece le due cose sono intimamente legate. Se esercito una pressione su un fluido comprimibile, cambia la sua densità e si scalda; con un fluido incompressibile ciò non accade.

Si ha quindi energia termica che si converte in energia meccanica, e ciò si verifica solo in macchine a fluido comprimibile.

Si ha poi una classificazione che riguarda gli organi che scambiano energia, cioè quelli che interagiscono con il fluido: si distingue tra macchina *rotativa* e *alternativa* a seconda che l'organo mobile segua un moto rotatorio (ad es. turbine, compressori, pompe) o alternato (motori a combustione interna). Esempi di pompe rotative sono quella ad ingranaggi riportata in figura 1.1, il compressore a lobi tipo Roots e quello ad alette di figura 1.2.

Si distingue poi tra macchine *dinamiche* e *volumetriche* a seconda dell'andamento del flusso. Nelle macchine dinamiche, il flusso attraverso la macchina è continuo. Nelle macchine volumetriche il flusso è invece periodico: la macchina preleva ciclicamente una certa quantità di fluido, le fa compiere la trasformazione, e quindi la scarica. Esempi di macchine volumetriche sono i compressori rotativi tipo Roots e ad alette (figura 1.2). Le macchine alternative possono essere solo volumetriche, mentre quelle rotative possono essere sia volumetriche sia dinamiche.

Un'ultima classificazione riguarda unicamente le macchine dinamiche: a seconda della direzione del flusso all'interno della macchina si distingue tra macchine *assiali*, in cui il fluido procede prevalentemente in direzione parallela all'asse di rotazione della macchina, e macchine *radiali*, dove il fluido procede invece prevalentemente in direzione perpendicolare all'asse di rotazione della macchina. Esempi di macchine assiali sono il ventilatore assiale di figura 1.9, il compressore assiale di figura 1.10 e le turbine a vapore riportate in figura 1.11 – 1.13. La pompa centrifuga di figura 1.3 è invece un esempio di macchina radiale. La Tabella 1.1 riassume tutte le classificazioni viste, mentre le Tabelle 1.2 e 1.3 riportano i principali tipi rispettivamente di macchine operatrici e di quelle motrici. Di queste ultime, nella realtà solo quelle sottolineate trovano applicazione. Nel corso verranno descritte tutte le turbomacchine, sia motrici sia operatrici, in quanto di comune utilizzo negli impianti di produzione di energia elettrica e in svariati settori industriali.



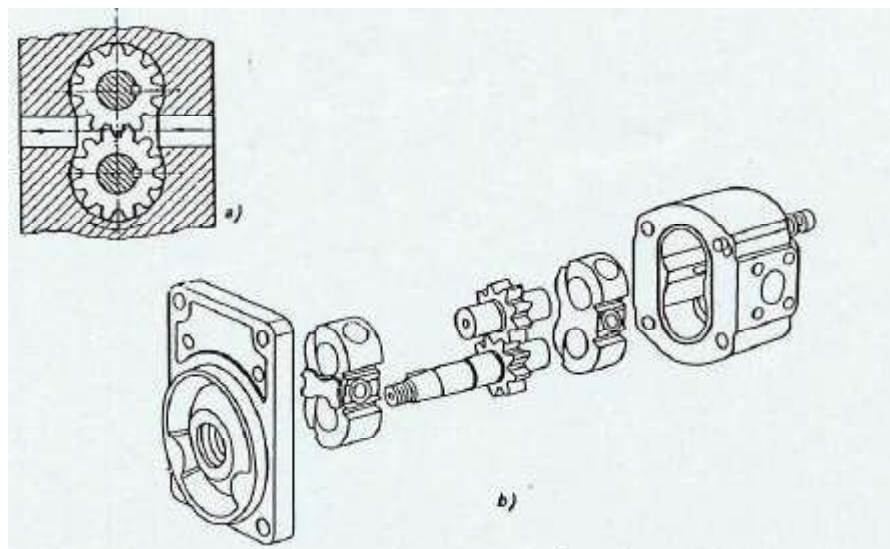
**Tabella 1.1 Classificazione delle Macchine a Fluido**

Fluido motore	Movimento organo motore	Tipi di funzionamento	
		Macchine volumetriche	Macchine dinamiche (turbomacchine)
<b>Liquido</b>	Alternativo	Pompe alternative	-
	Rotativo	Pompe a ingranaggi, a palette, a eccentrici ecc.	Pompe (assiali, miste, radiali)
<b>Gas</b>	Alternativo	Compressori a stantuffo e a membrana	-
	Rotativo	Compressori Roost, a palette, a eccentrico	Compressori (assiali, misti, radiali)

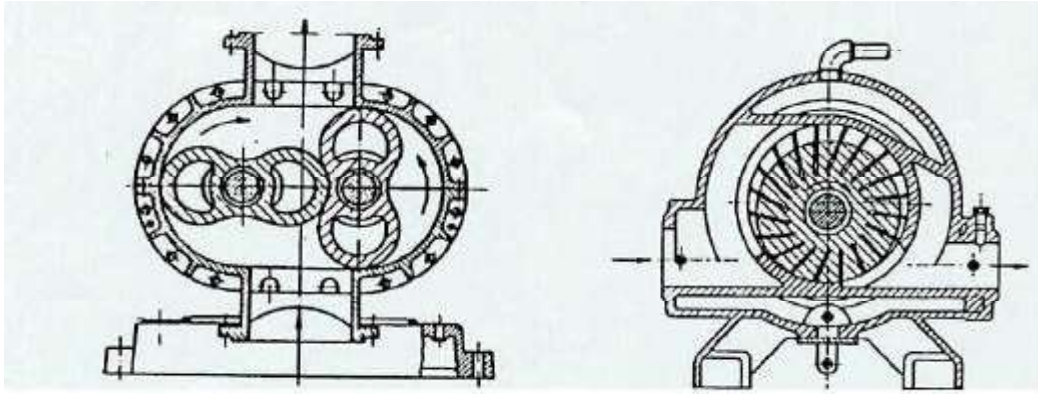
**Tabella 1.2 Classificazione delle Macchine Operatrici**

Fluido motore	Movimento organo motore	Tipi di funzionamento	
		Macchine volumetriche	Macchine dinamiche (turbomacchine)
Liquido	Alternativo	Macchine idrauliche a revolver, stellari ecc.	-
	Rotativo	Macchine idrauliche a ingranaggi, a palette, a eccentrici ecc.	<b><u>Turbine idrauliche</u></b> (Pelton, Francis, Kaplan e eliche)
Vapore	Alternativo	Macchine alternative a vapore	-
	Rotativo	-	<b><u>Turbine a vapore</u></b> (assiali, radiali)
Gas	Alternativo	<b><u>Motori alternativi a combustione interna, ad accensione comandata, Diesel</u></b> , a combustione esterna,	-
	Rotativo	Motori rotativi a combustione interna ecc.	<b><u>Turbine a gas</u></b> (assiali, radiali)

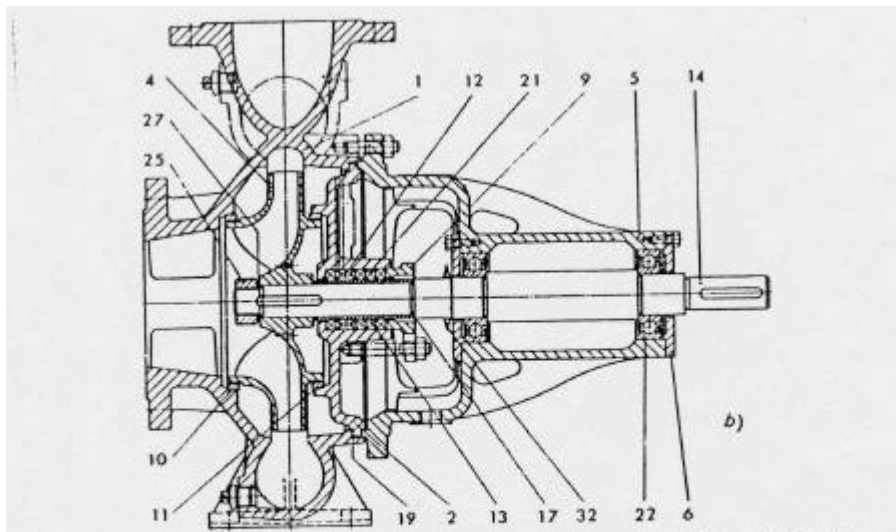
*Tabella 1.3 Classificazione delle Macchine Motrici*



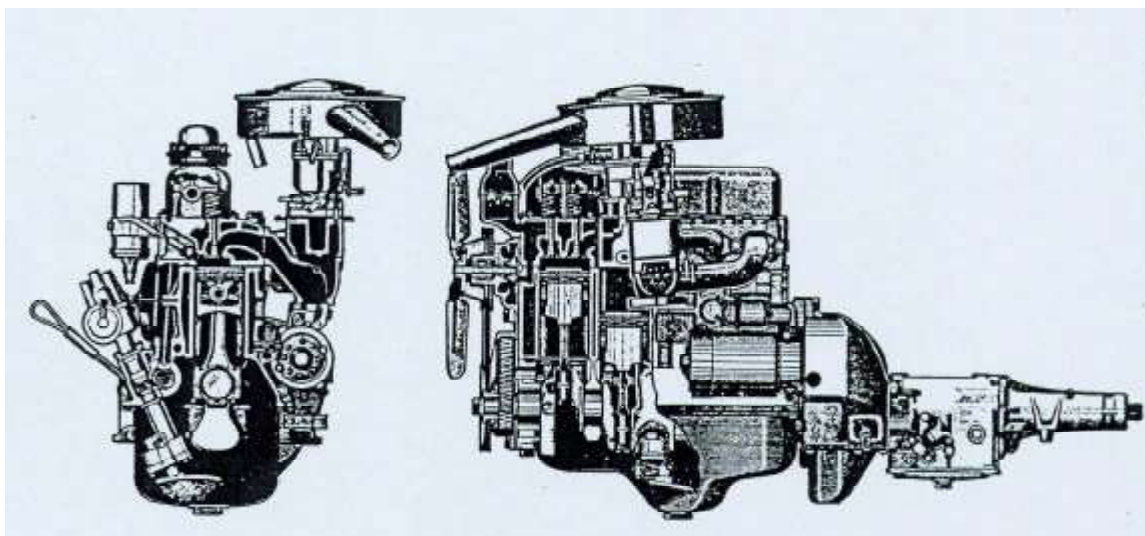
*Figura 1.1 – Sezione dei rotori di un motore-pompa idraulico rotativo, con vista esplosa.*



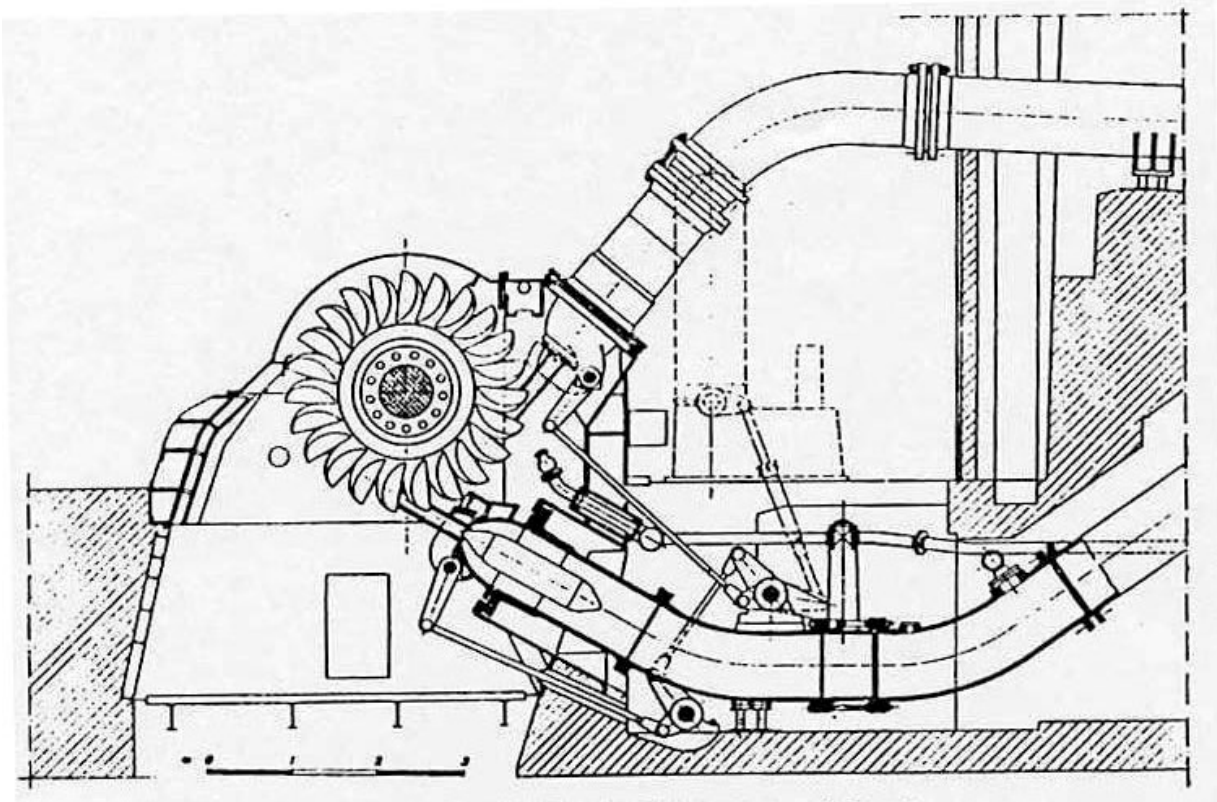
**Figura 1.2 – Sezione trasversale di a) un compressore tipo Roots; b) un compressore rotativo a palette.**



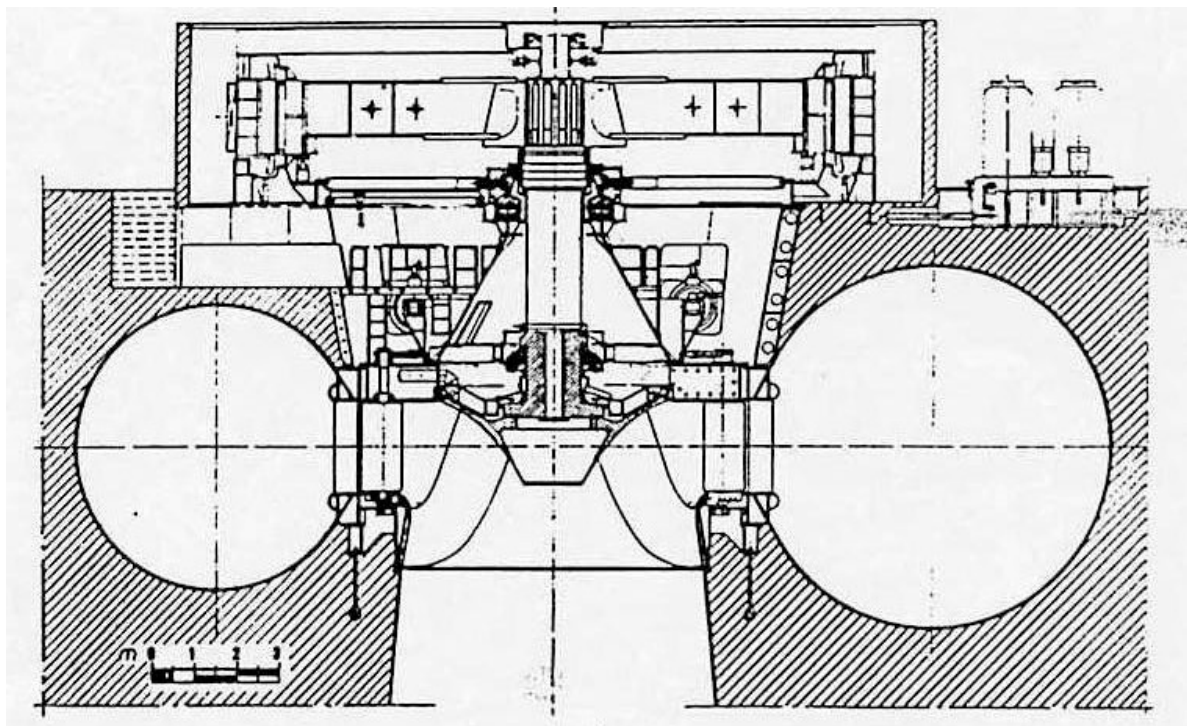
**Figura 1.3 – Sezione longitudinale di una pompa centrifuga (1. cassa, 4. girante, 14, albero).**



**Figura 1.4 – Sezioni trasversale e longitudinale di un motore ad accensione comandata a carburazione, a quattro cilindri, quattro tempi per autotrazione raffreddato ad acqua (Opel, cilindrata 1680 cm<sup>3</sup>, potenza 63.3 kW a 4300 giri/min).**

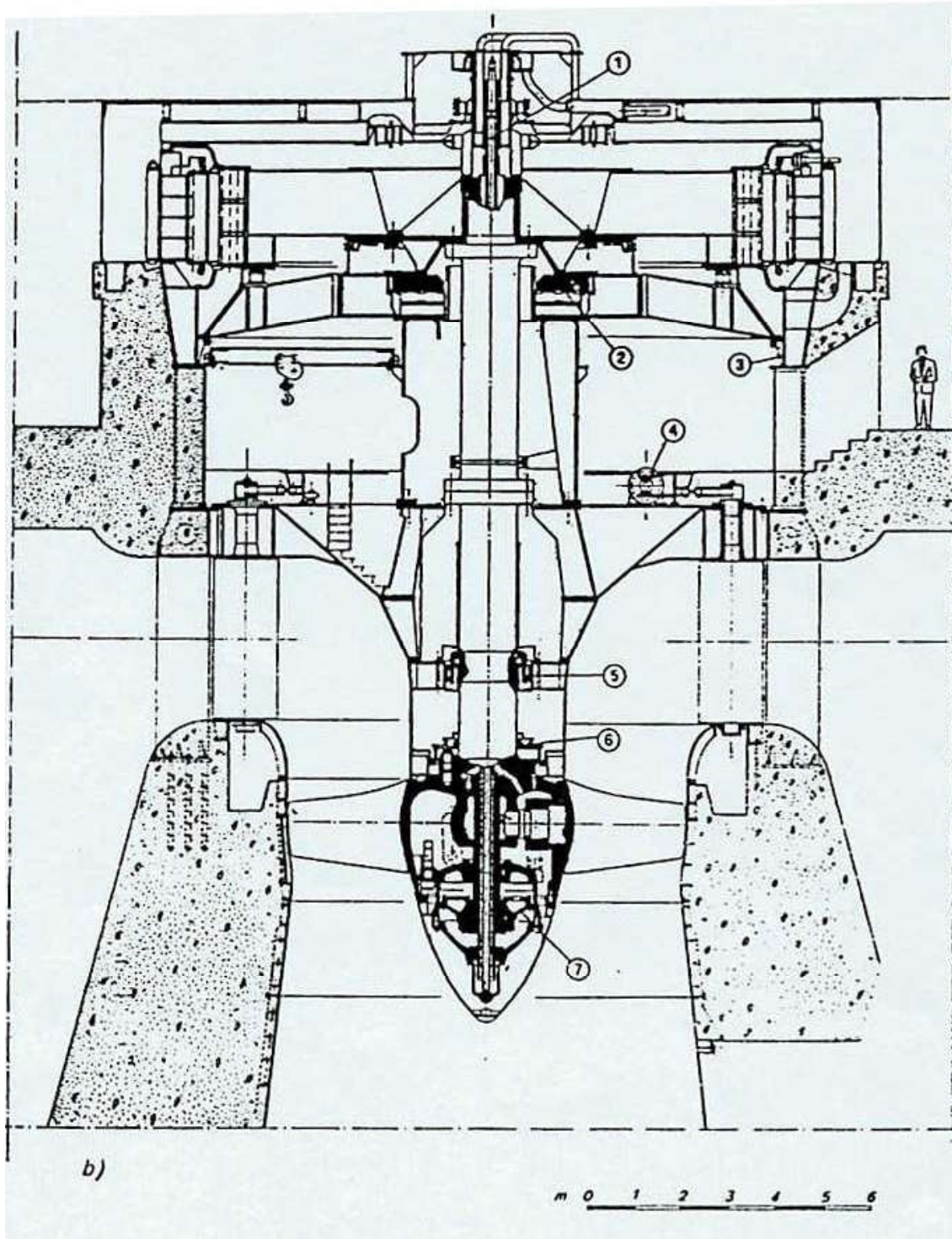


**Figura 1.5 – Ruota Pelton dell’impianto di S. Massenza e sezione trasversale dell’impianto idroelettrico (Franco Tosi).**  
 (caduta 590 m; portata  $14.8 \text{ m}^3/\text{s}$ ; potenza 75 MW, velocità di rotazione 428 giri/min)

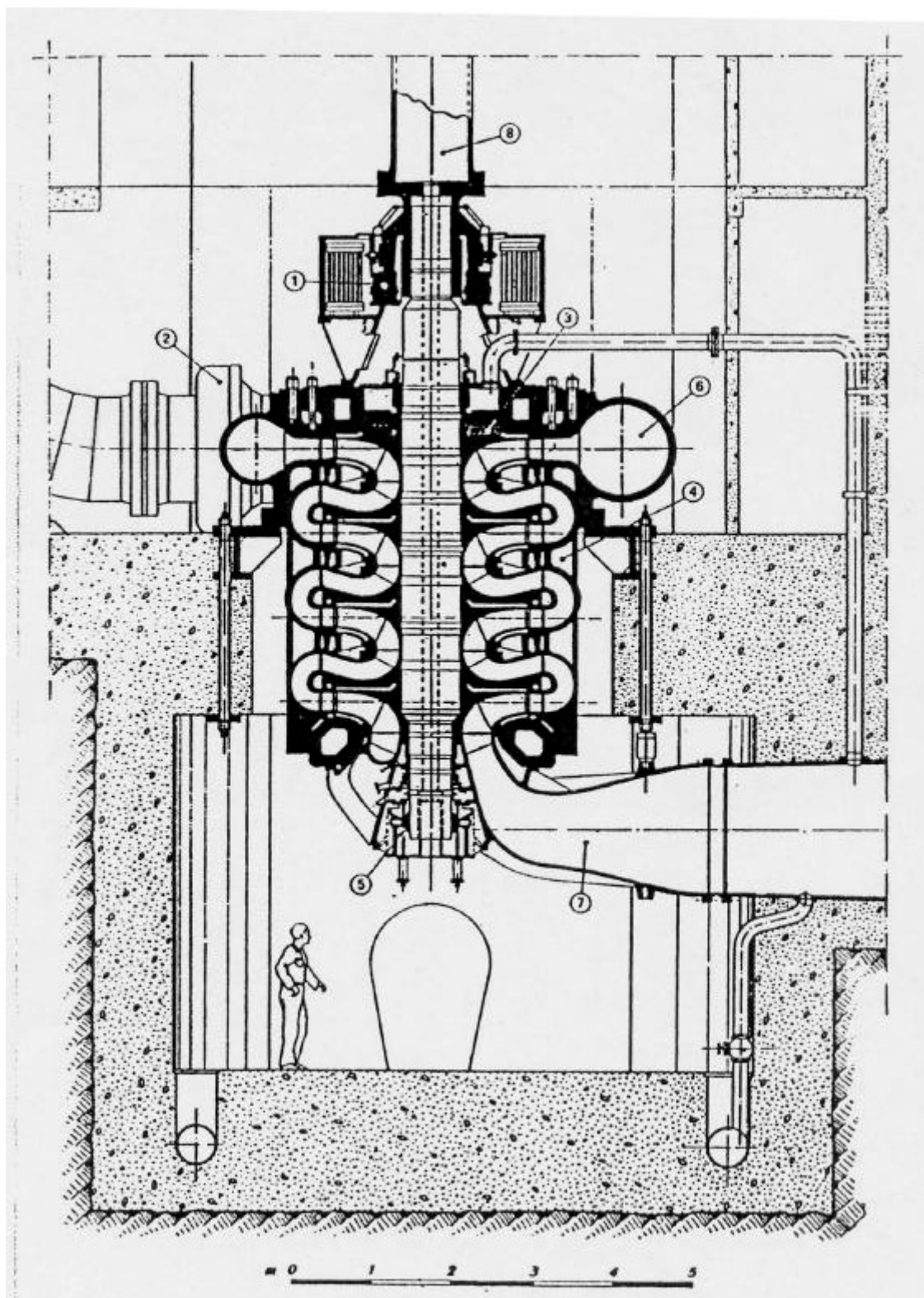


**Figura 1.6 – Sezione trasversale di una turbina Francis dell’impianto di Ilha Solteira (Brasile)**  
 (Consorzio Voith, Neyrpic, Sfac, Escherwiss, Riva, Ansaldo, Tosi).  
 (caduta 48 m; portata  $450 \text{ m}^3/\text{s}$ ; potenza 194 MW, velocità di rotazione 85.7 giri/min)





*Figura 1.7 – Sezione trasversale di una turbina Kaplan dell'impianto di Jupia.*



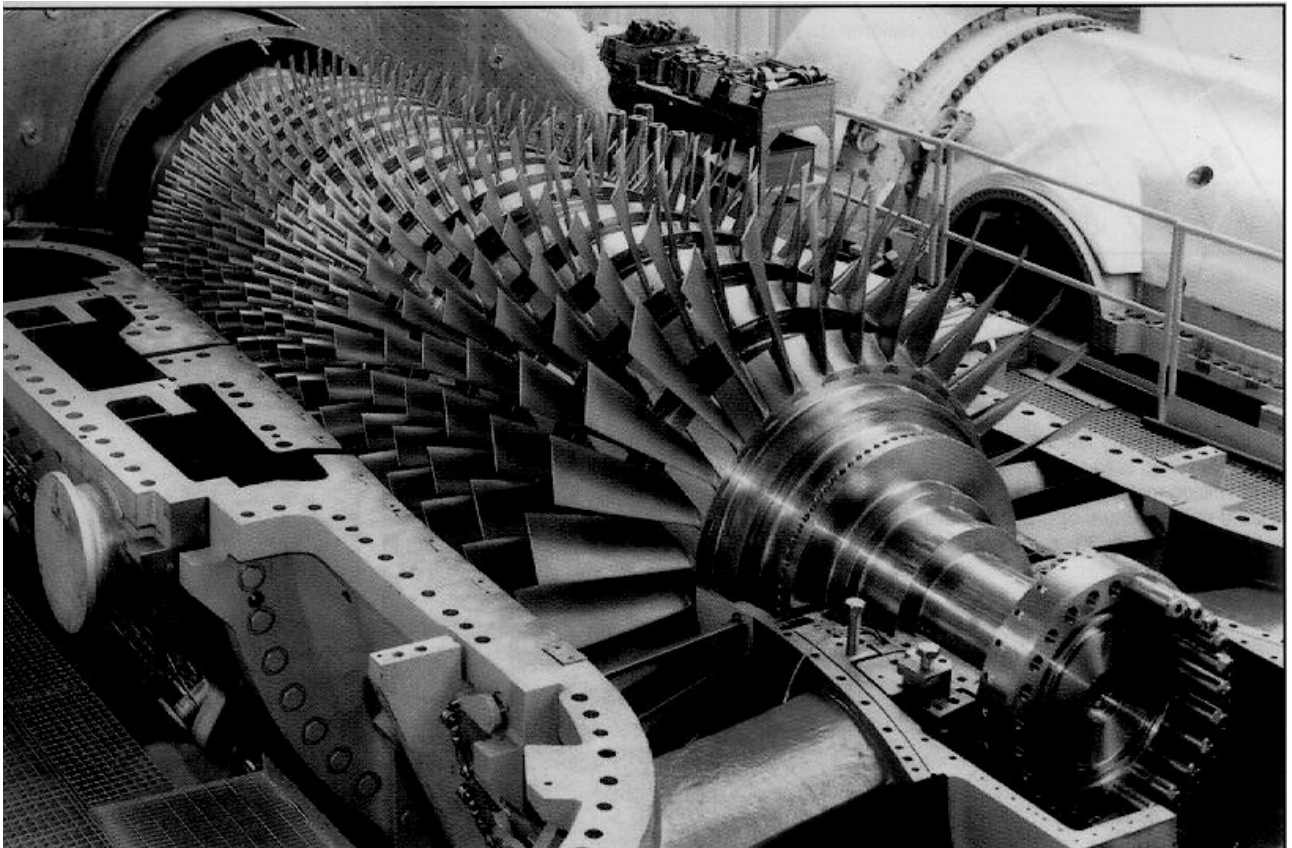
**Figura 1.8– Sezione longitudinale di una pompa di accumulazione dell'impianto del Lago Delio (Asgen-Franco Tosi).**

*(Prevalenza 698 m; portata 11.83 m<sup>3</sup>/s; potenza 90.15 MW, velocità di rotazione 500 giri/min)*



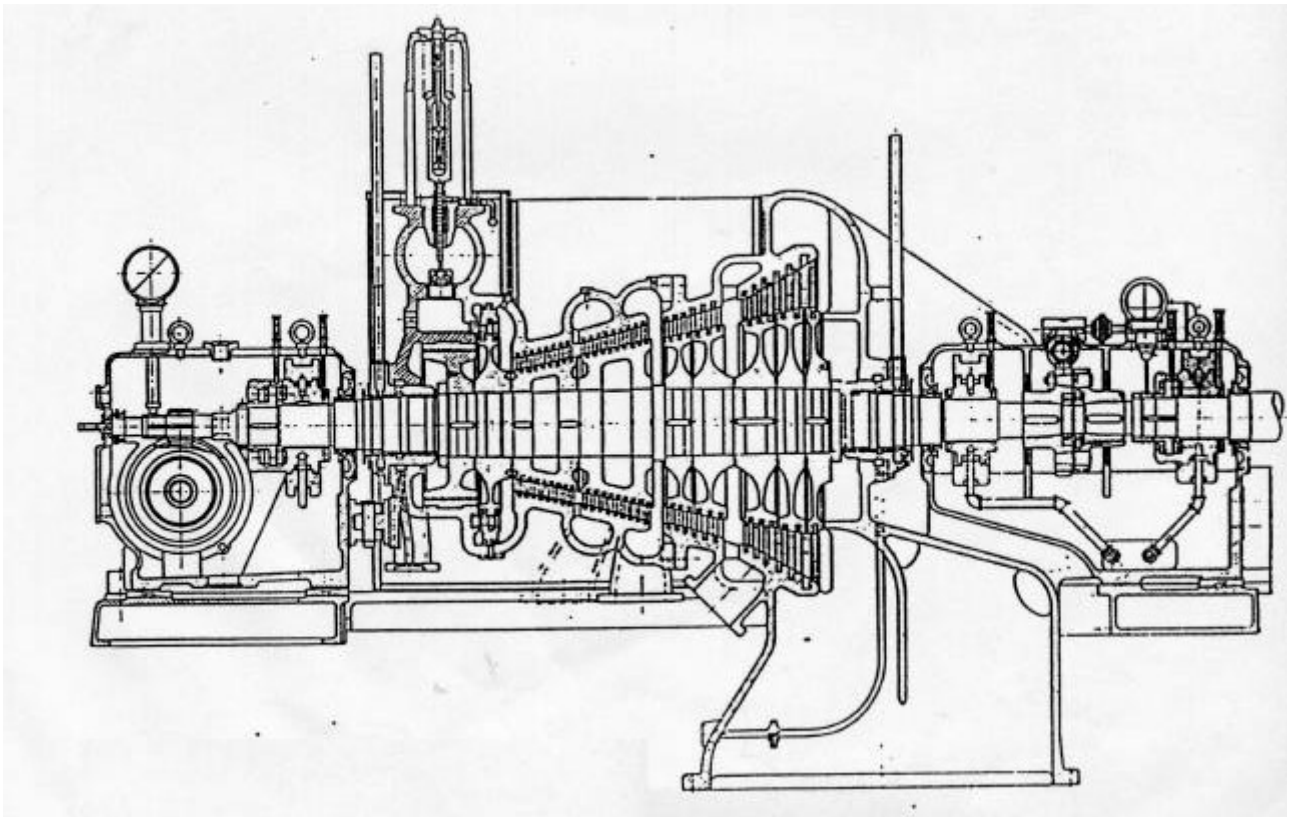


*Figura 1.9– Ventilatore assiale.*

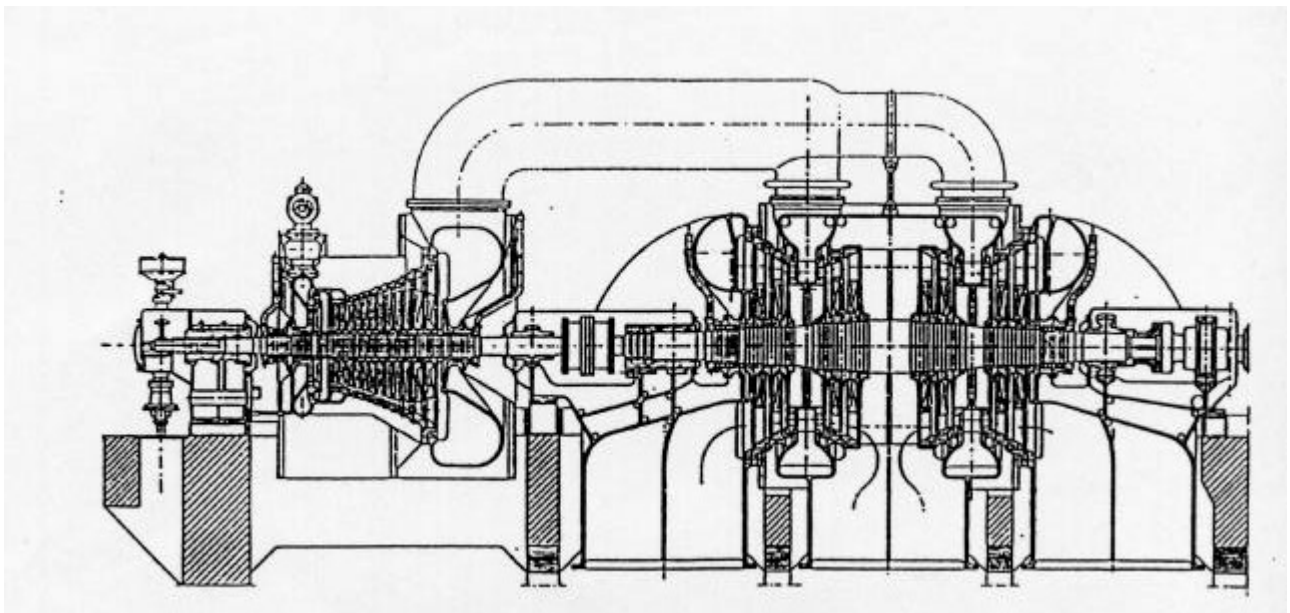


*Figura 1.10– Compressore assiale.*

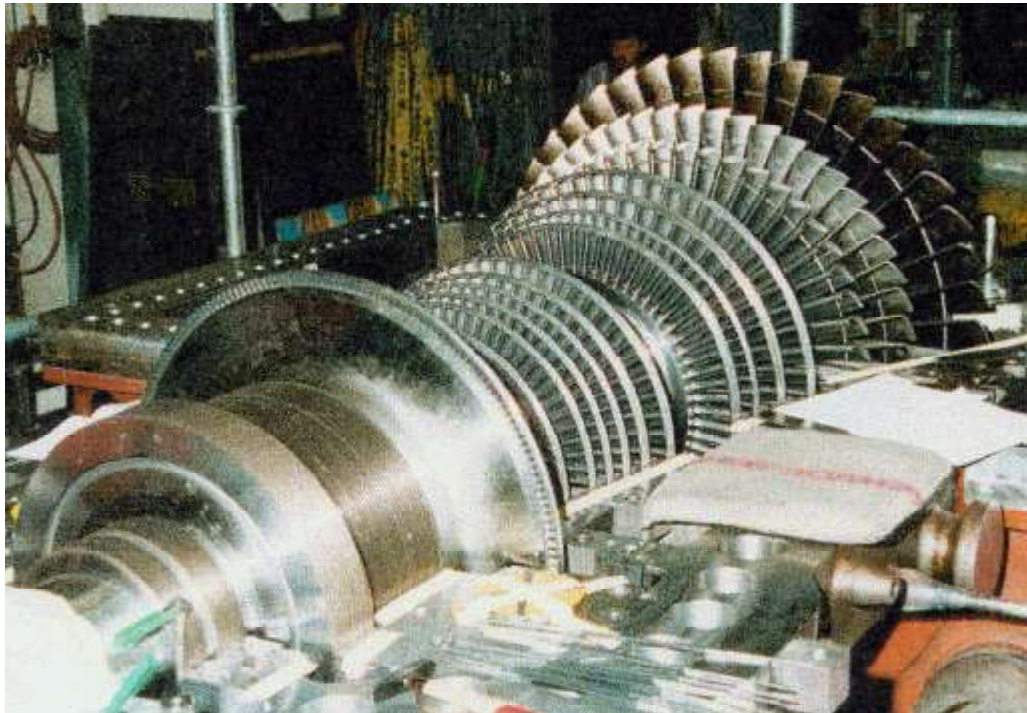




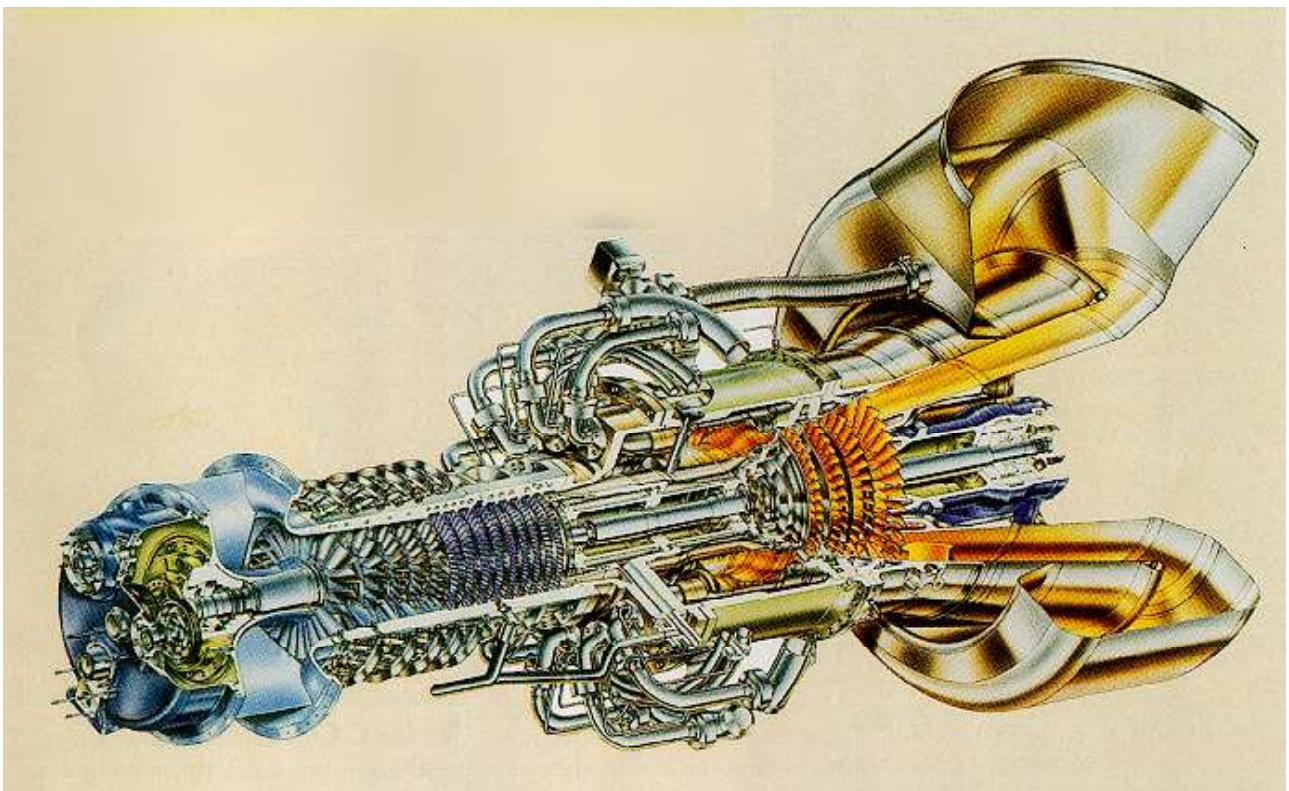
*Figura 1.11– Turbina a vapore.*



*Figura 1.12– Turbina a vapore*



*Figura 1.13– Rotore di una turbina a vapore*



*Figura 1.14–Turbogas bialbero aeroderivativo GE LM 1600.*

Per quanto riguarda gli impianti, si distingue tra impianti a combustione interna e impianti a combustione esterna, a seconda che il processo di combustione sia una delle trasformazioni subite dal fluido di lavoro. Esempi di impianti a combustione interna sono il motore a combustione interna a iniezione comandata e Diesel (figura 1.4) e l'impianto Turbogas (figura 1.14), mentre gli impianti

a vapore sono impianti a combustione esterna. Ovviamente, gli impianti a combustione interna sono impianti che realizzano cicli termodinamici aperti, mentre quelli a combustione esterna realizzano cicli chiusi.