

# LEZIONE 11-12

# portata in un condotto anulare

$$\dot{m} = 2\pi \int_{rh}^{rs} \rho V_a r \cdot dr$$

Va dipende dal “vortice” utilizzato

Per un flusso comprimibile esistono le condizioni limite

Considerando una sezione anulare piccola  $V_a = \text{cost}$

$$\dot{m} = S \rho V_a$$

$$\dot{m} = S \rho V_a = S \rho_0 a_0 \Phi = \text{cost} \cdot \Phi$$

$$\Phi = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{V_a}{a_0}$$

portata in un condotto anulare

$$\frac{\rho}{\rho_0}$$

Gas perfetto

$$\frac{p}{\rho} = RT$$

Flusso isoentropico

$$p \rho^{-k} = \text{cost}$$

$$T \rho^{1-k} = \text{cost}$$

portata in un condotto anulare

$$\frac{\rho}{\rho_0}$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{1}{k-1}}$$

$$\begin{cases} a = \sqrt{kRT} \\ a_0 = \sqrt{kRT_0} \end{cases}$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left( \frac{a}{a_0} \right)^{\frac{2}{k-1}}$$



portata in un condotto anulare

$$\frac{V_a}{a_0}$$

$$V^2 = 2(h_0 - h) = 2c_p (T_0 - T) = 2 \frac{c_p}{kR} (a_0^2 - a^2)$$

$$\frac{V^2}{a_0^2} = \frac{2}{k-1} \left[ 1 - \left( \frac{a}{a_0} \right)^2 \right] = \frac{V_a^2 + V_t^2}{a_0^2}$$

$$\boxed{\frac{V_a}{a_0} = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[ 1 - \left( \frac{a}{a_0} \right)^2 \right] - \left( \frac{V_t}{a_0} \right)^2}}$$

portata in un condotto anulare

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \left( \frac{a}{a_0} \right)^{\frac{2}{k-1}}$$

$$\frac{V_a}{a_0} = \sqrt{\frac{2}{k-1} \left[ 1 - \left( \frac{a}{a_0} \right)^2 \right] - \left( \frac{V_t}{a_0} \right)^2}$$

$$\Phi = \frac{\rho}{\rho_0} \frac{V_a}{a_0} = f \left( \frac{a}{a_0} \right)$$

portata in un condotto anulare

$$\frac{d\Phi}{d\left(\frac{a}{a_0}\right)} = 0 \quad \rightarrow \quad \boxed{\frac{a^*}{a_0} = \sqrt{\frac{2}{k+1} - \frac{k-1}{k+1} \left(\frac{V_t}{a_0}\right)^2}}$$

$$Ma^* = \left(\frac{V_a}{a}\right)^* = 1$$

portata in un condotto anulare

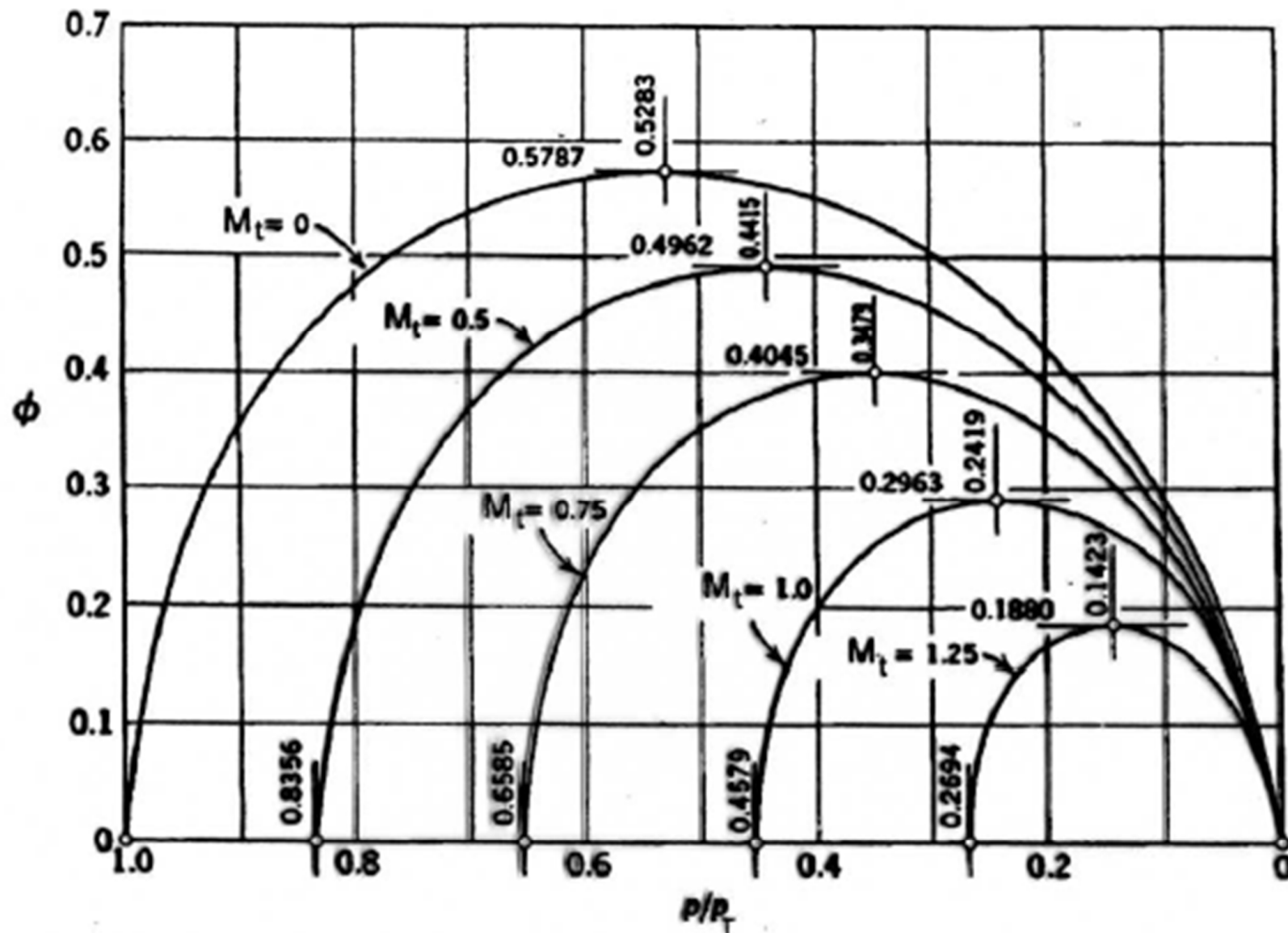


Figura 5.29: Portata adimensionale in un flusso elicoidale monodimensionale, in funzione della pressione per diverse componenti tangenziali.

N.B.:  $p_T = p_0$

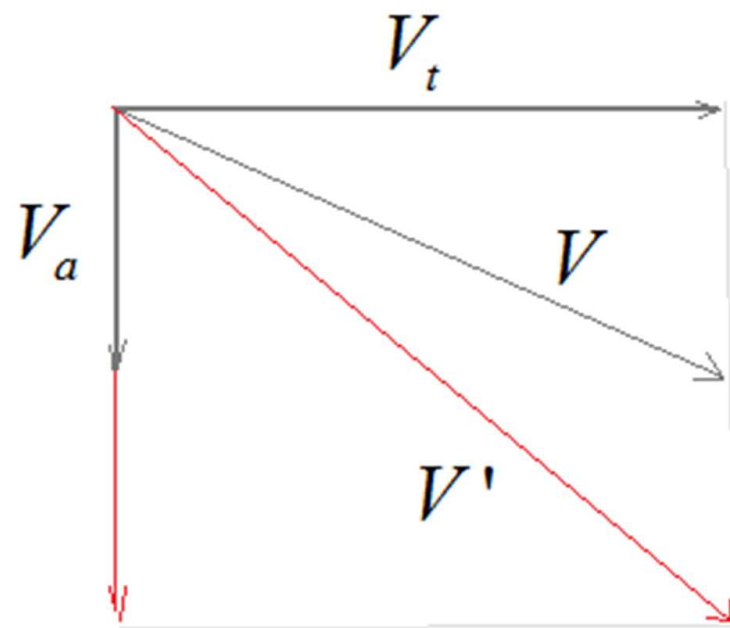
# Condizioni di ingolfamento

raggiungimento di velocità  
sonica  $V$  nello Statore

al raggiungimento di  
velocità sonica  $W$  (velocità  
relativa) nel rotore

raggiungimento di velocità  
sonica assiale nel condotto  
anulare

# Condizioni di ingolfamento



se diminuisco la pressione a valle posso aumentare  $V_a$  pur mantenendo  $V_t$  se il moto è libero mentre non possibile in un canale palare dove il flusso è guidato dalla palettatura

# Condizioni di ingolfamento

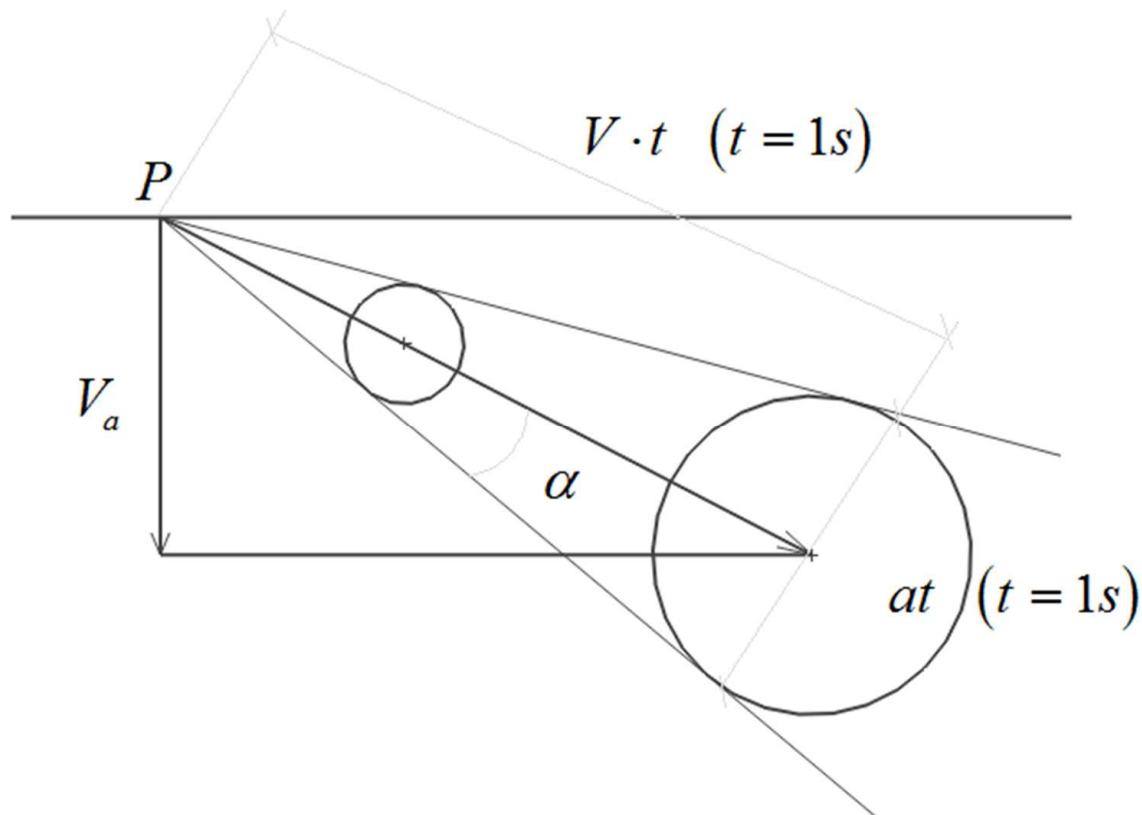
moto di una perturbazione di pressione (cono di Mach)

$$V \sin \alpha = a$$

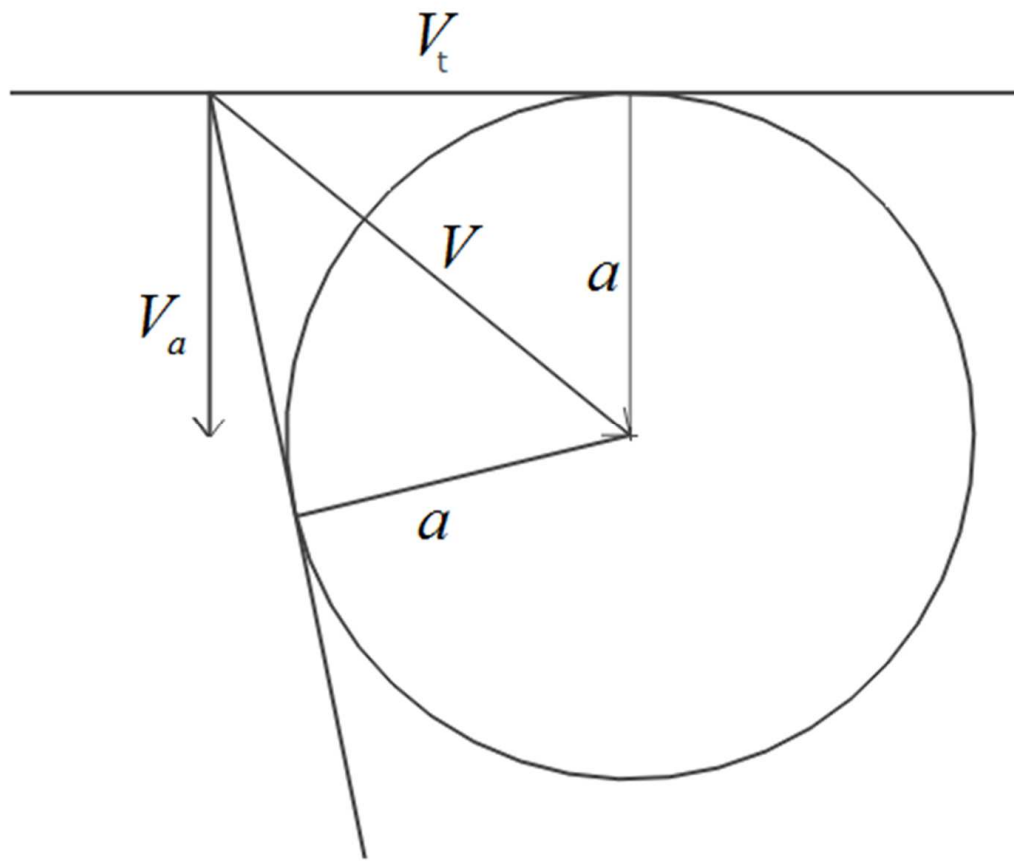
$$\rightarrow \alpha = \arcsen \frac{a}{V} = \arcsen \left( \frac{1}{M} \right)$$

Condizione  $V_a$  supersonica,

$$V_a \cdot 1 > a \cdot 1$$



# Condizioni di ingolfamento

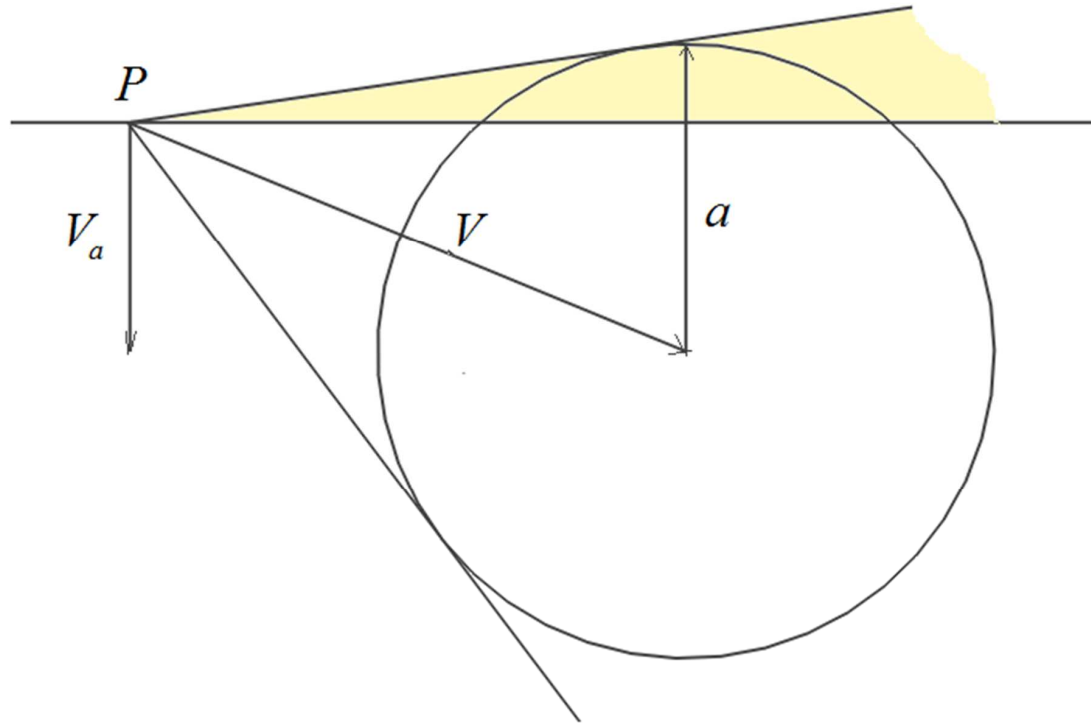


condizione limite

$$M_a = 1$$



# Condizioni di ingolfamento



Condizione

$$M_a < 1$$

# componente radiale non trascurabile

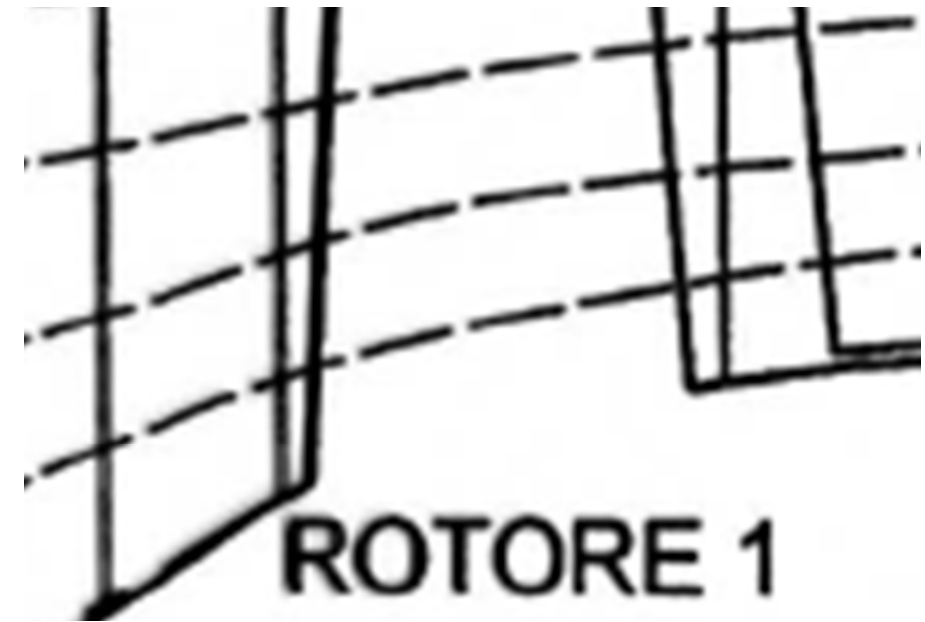
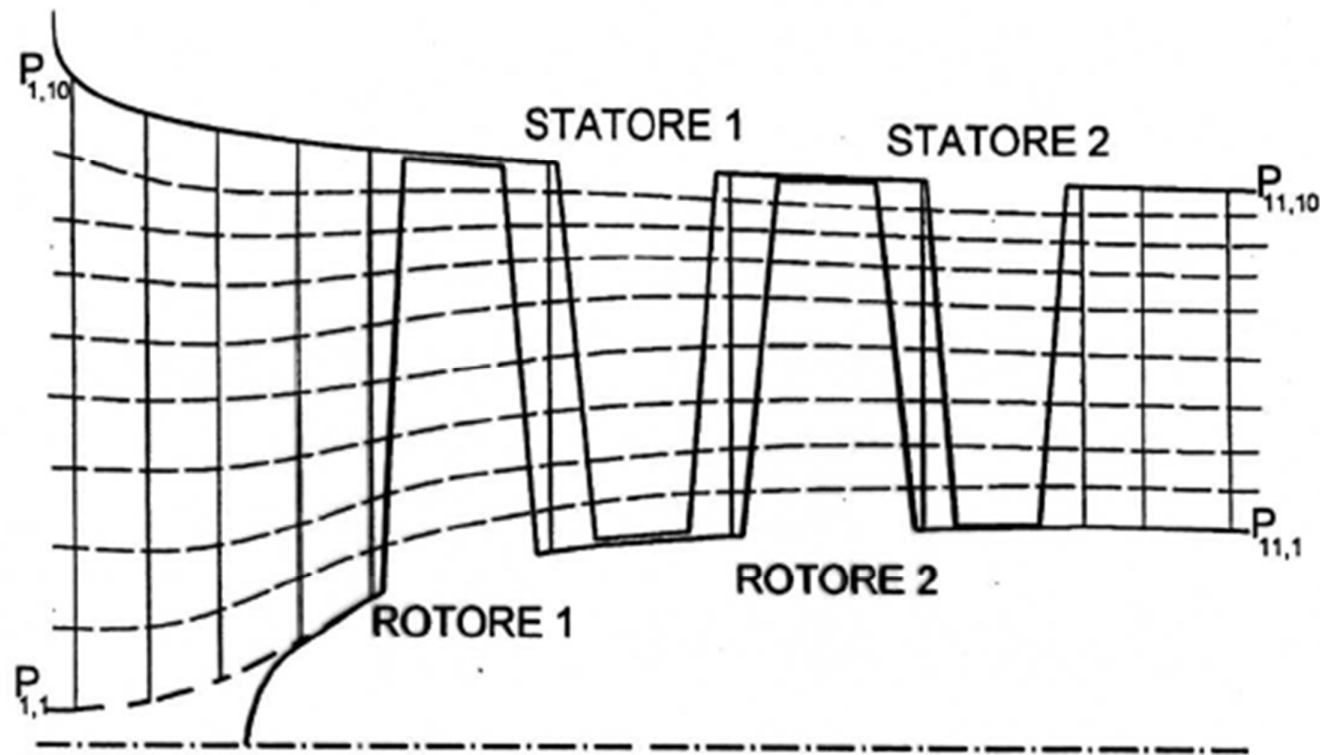
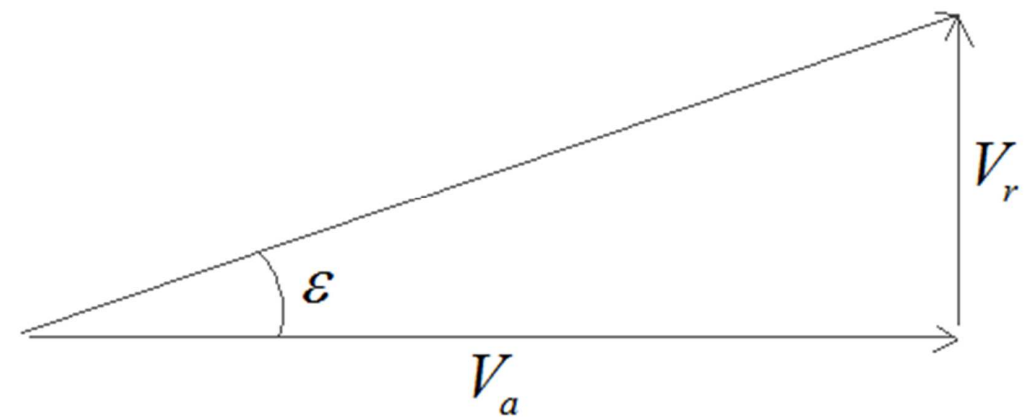
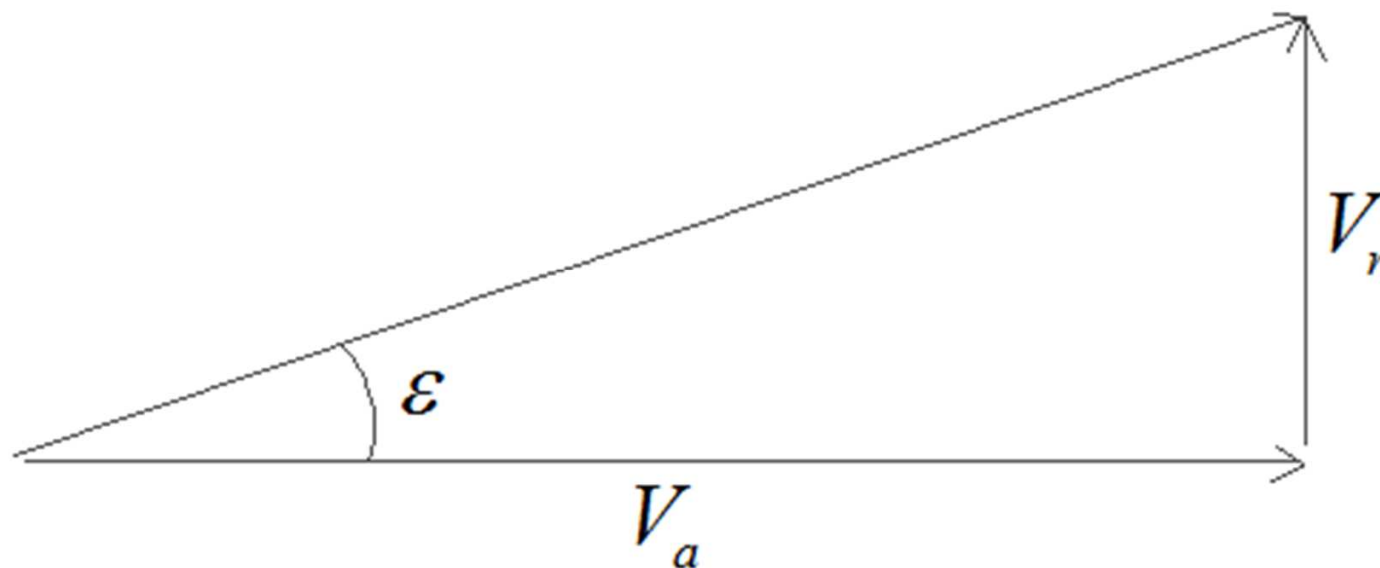
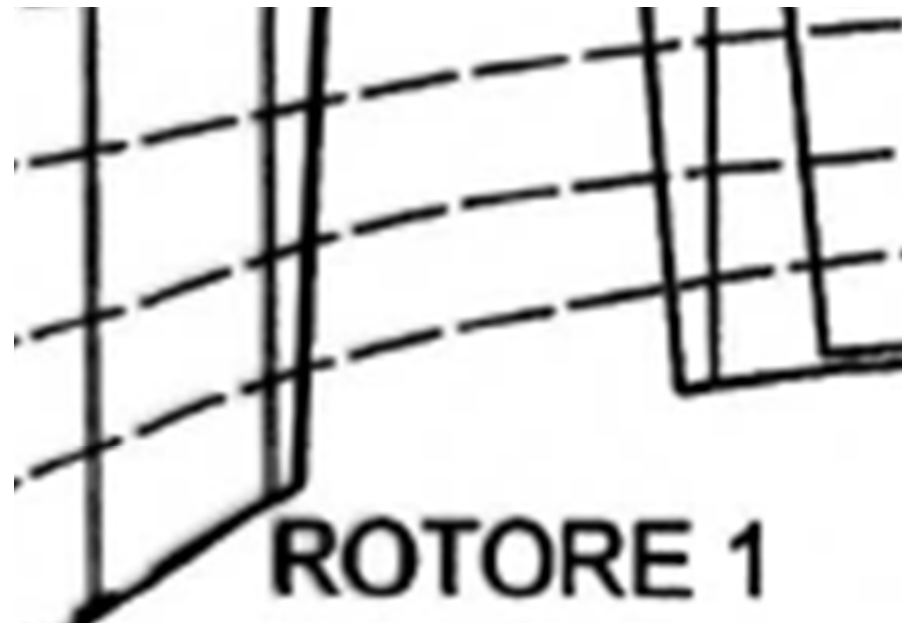


Figura 5.31: Reticolo di calcolo quasi-3D per un compressore assiale bist



$$\frac{dh_0}{dr} - T \frac{ds}{dr} = V_a \frac{dV_a}{dr} - \boxed{V_a \frac{dV_r}{dz}} + \frac{V_t}{r} \frac{d}{dr} (V_t \cdot r)$$

# Angolo palettatura costante

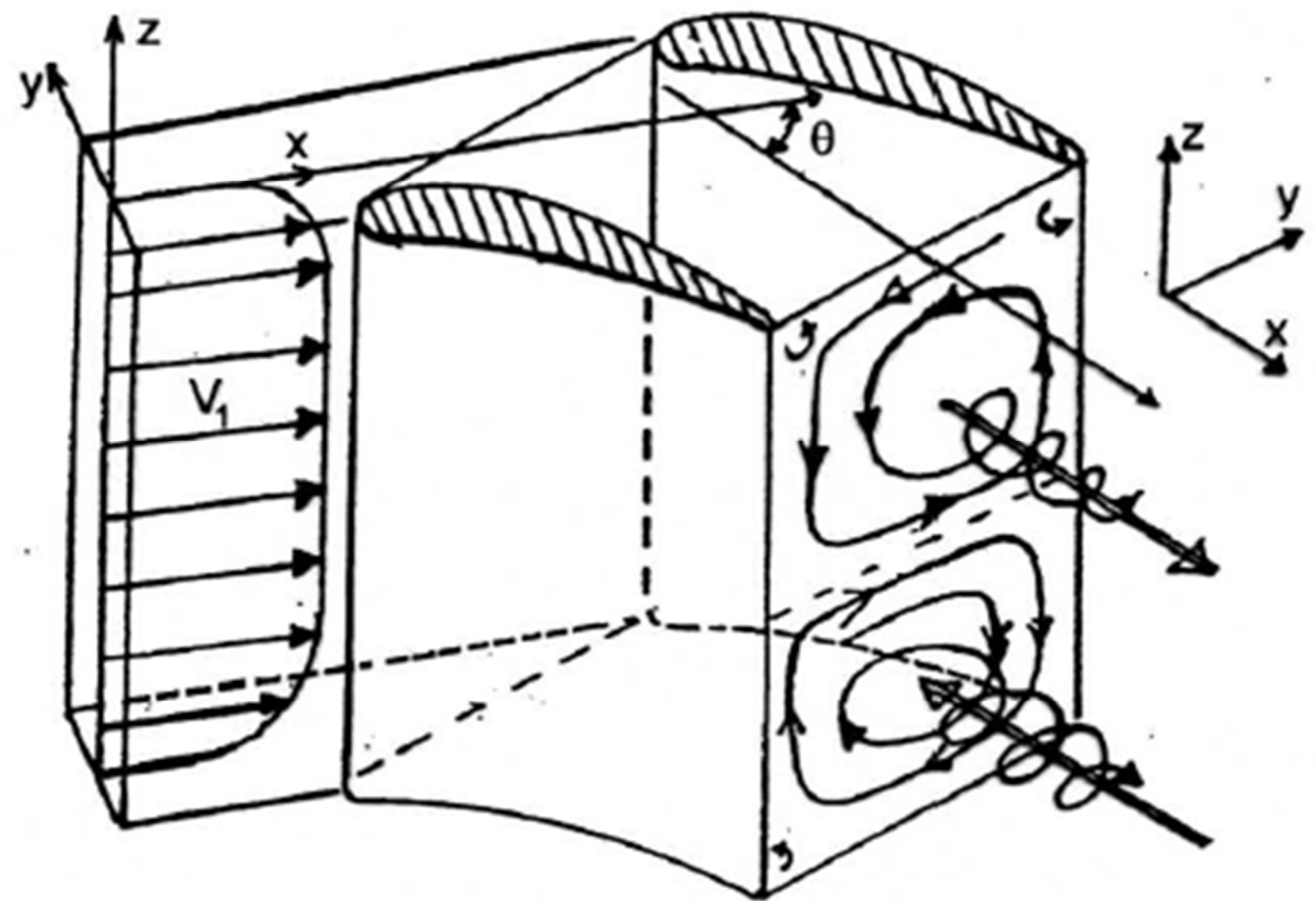
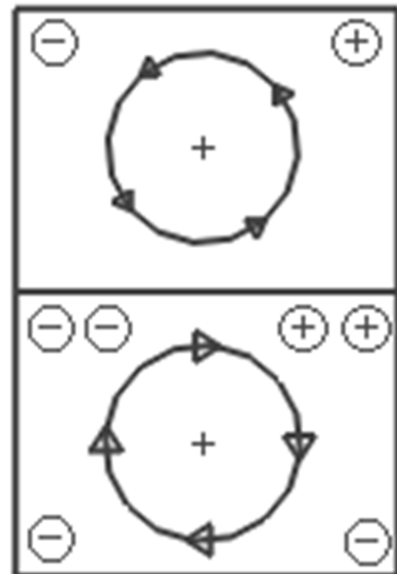


# moti secondari

- Vortici di passaggio
- Vortici a ferro di cavallo
- Vortici al bordo di uscita
- Vortici di passaggio e di trafilamento

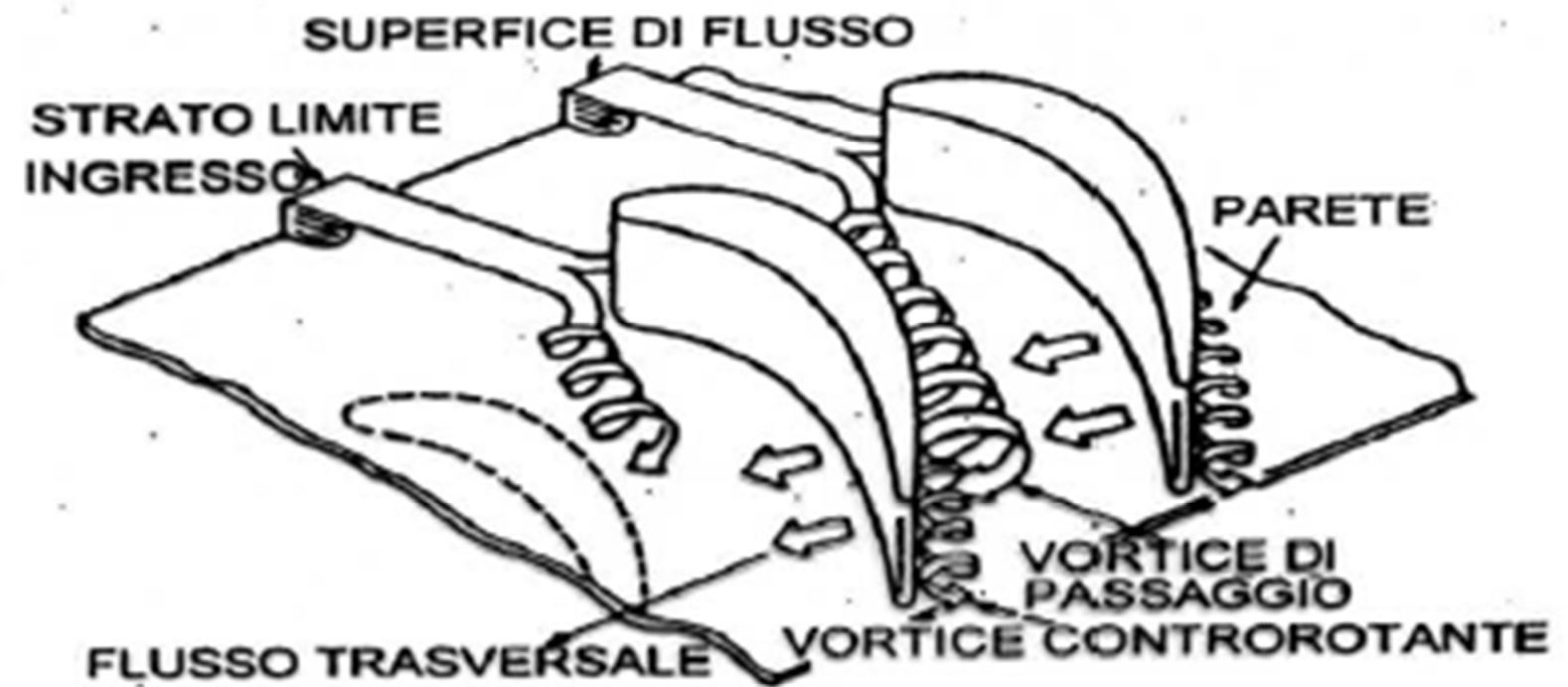
# moti secondari

*Vortici di passaggio*



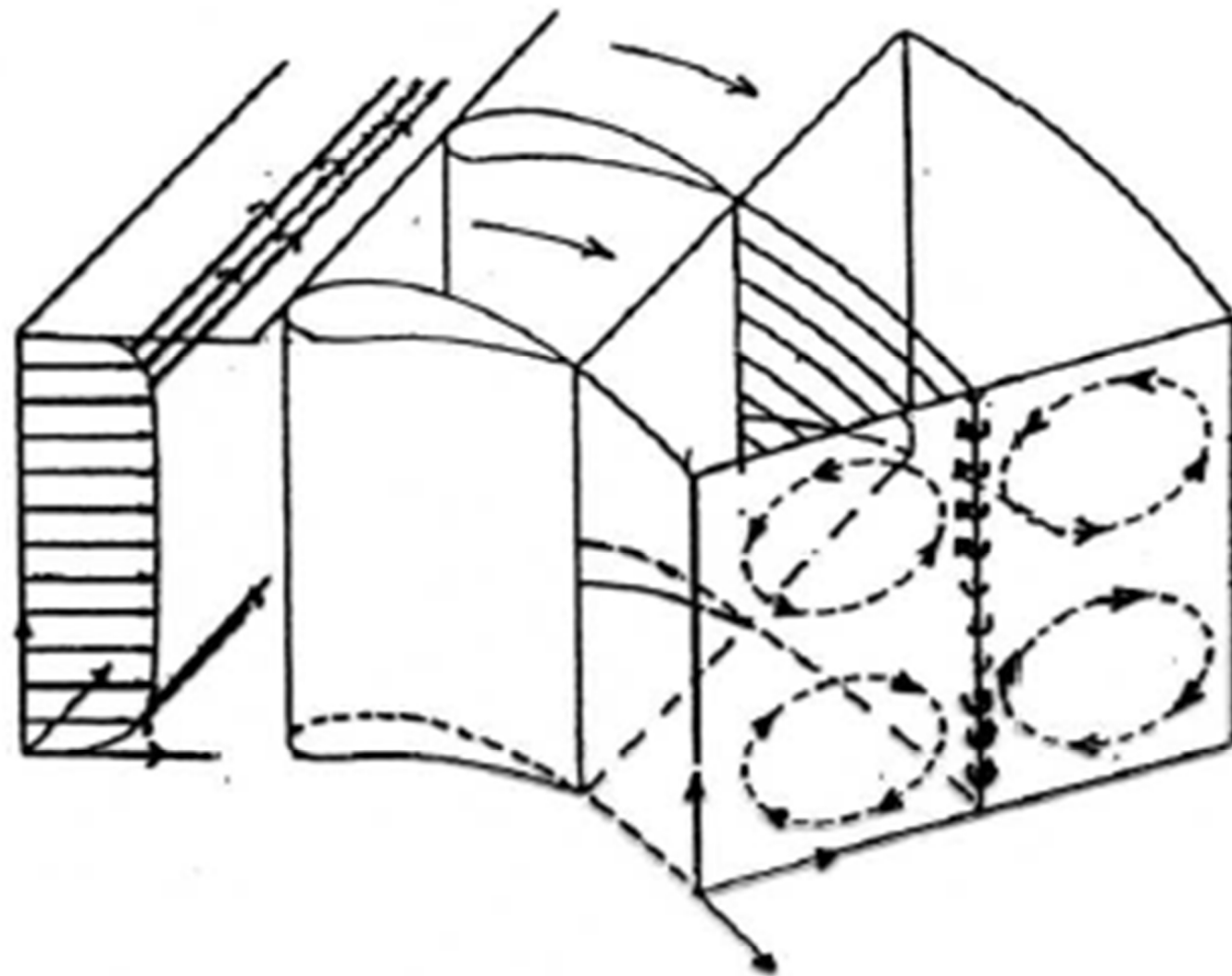
# moti secondari

*Vortici a ferro di cavallo*



# moti secondari

*Vortici secondari a valle del bordo d'uscita*



# moti secondari

*Vortici di passaggio e di trafilemento*

