

Studio e modellazione di una turbina Tesla

Witnesses:
A. S. King, Engineer
Wm. B. McKelvey

Nikola Tesla, Inventor
Sghis' Clifton
New York, Cooper & Hayward

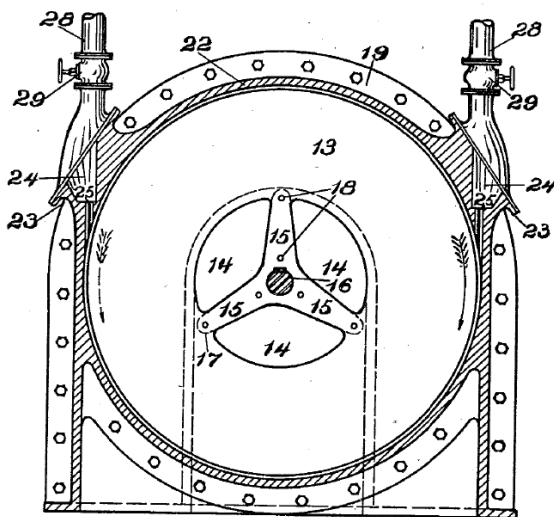


Fig. 1.

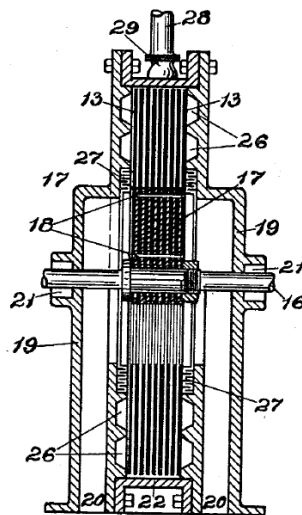


Fig. 2.

1,061,206.

APPLICATION FILED JAN. 17, 1911.

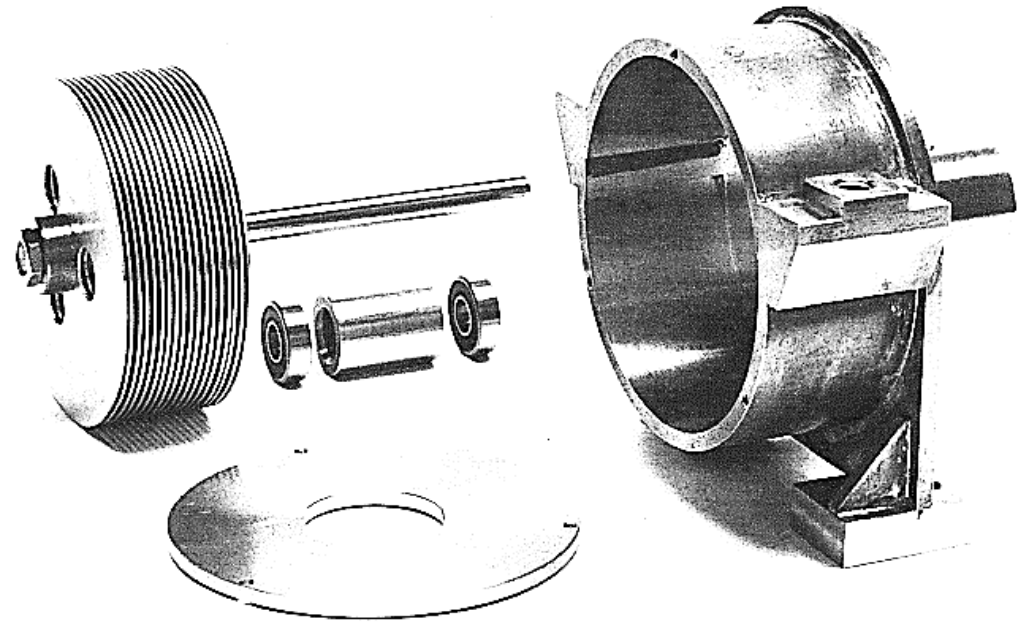
Patented May 6, 1913.

N. TESLA,
TURBINE.

Candidato:
Andrea Bozzelli

Relatore:
Giampaolo Manfreda

- Principio di funzionamento: scambio energetico per effetto dell'attrito viscoso
- Componenti:
 - Rotore: dischi lisci paralleli contigui e coassiali
 - Statore: ugello
- Studio della letteratura: è emersa una maggior quantità di sviluppi del rotore con cui poter fare un confronto



Dati di partenza (da Rice/Carey):

- Portata in ingresso $\dot{m}_c = 0,00194$ [Kg/s]
- Velocità di rotazione $n = 6300$ [rpm]
- Diametro in ingresso $D_o = 0,1778$ [m]
- Mach in ingresso $Ma_{ain} = 1$
- Pressione in ingresso $p_o = 101000$ [Kpa]



Lo sviluppo del modello si limita al rotore della macchina

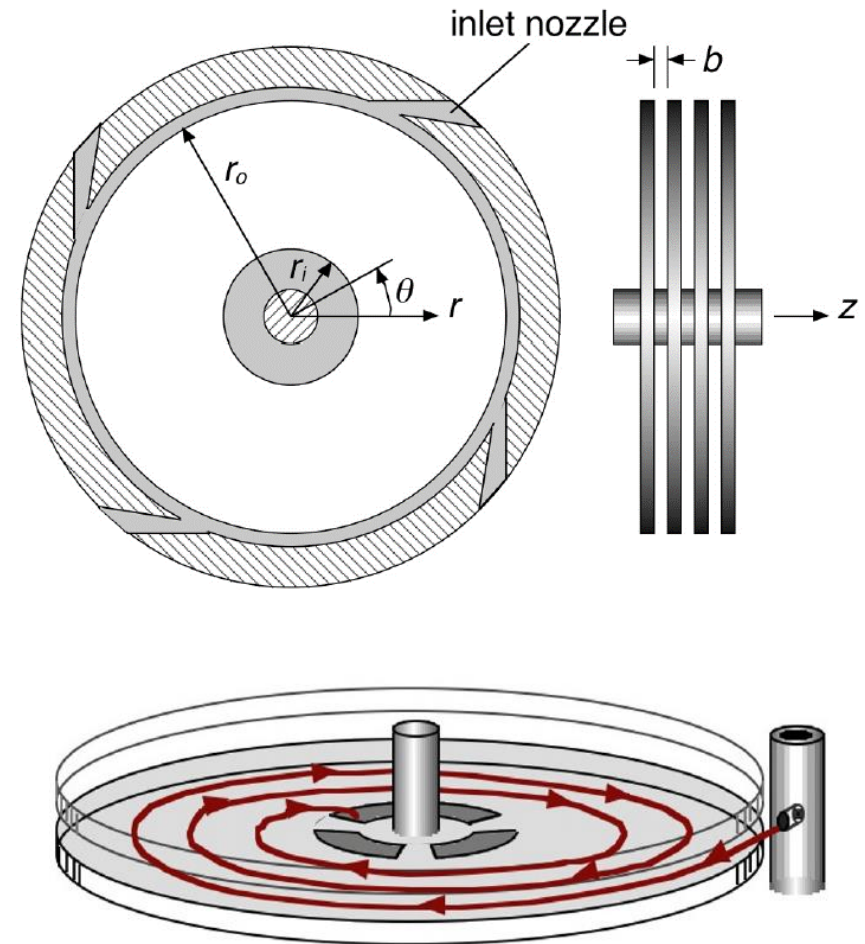
Obiettivi:

- Creare un modello numerico del rotore
- Validare il modello tramite il confronto con soluzioni analitiche
- Studiare il flusso attraverso il rotore
- Trovare la geometria ottimale
- Collocare la macchina sul diagramma di Baljè

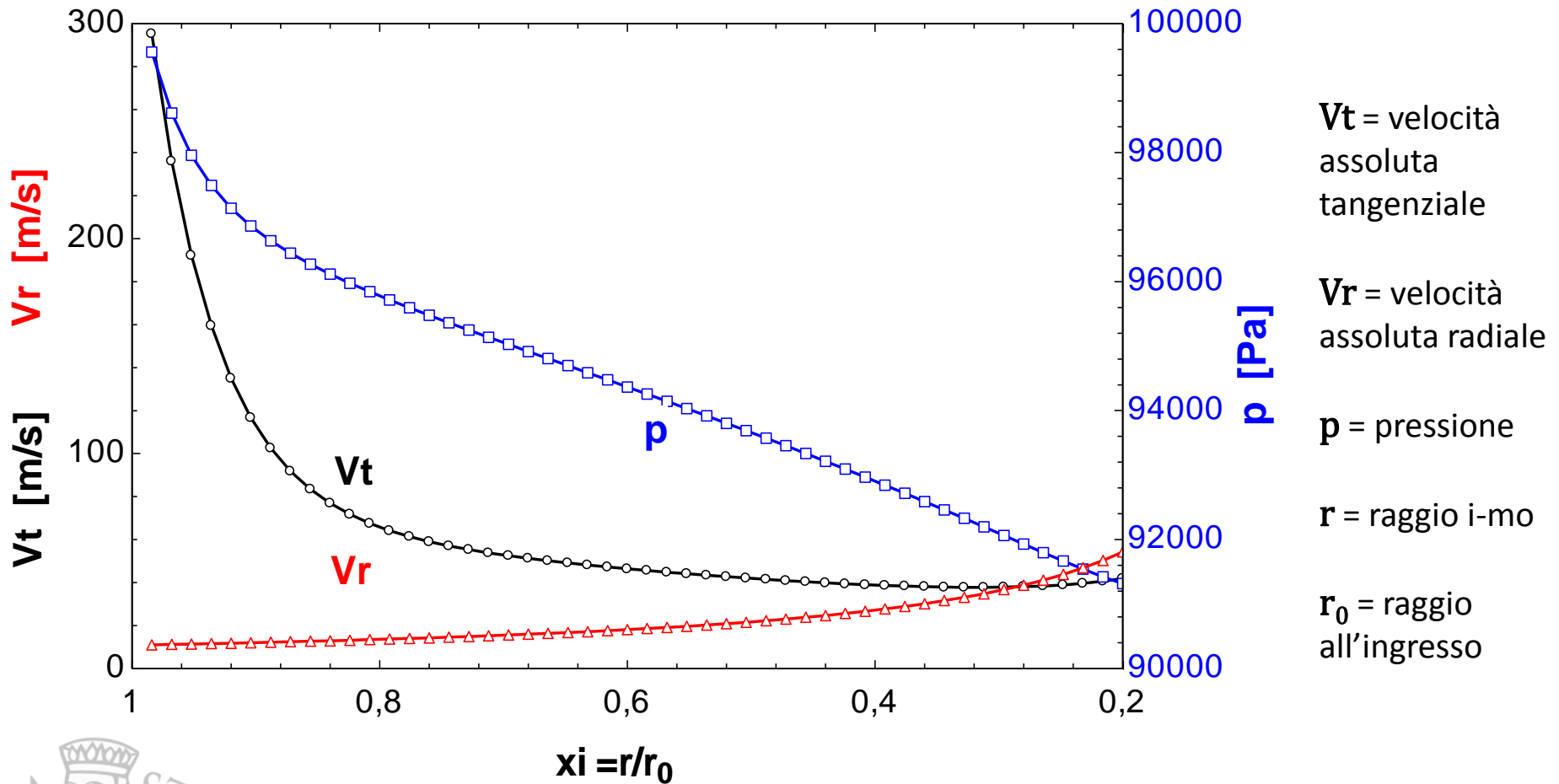
Il modello del rotore

Ipotesi:

- Flusso incomprimibile, laminare e completamente sviluppato
- Flusso bidimensionale: grandezze costanti lungo z
- Flusso a simmetria radiale e uniforme in ingresso
- Effetti viscosi rappresentati da forze di massa

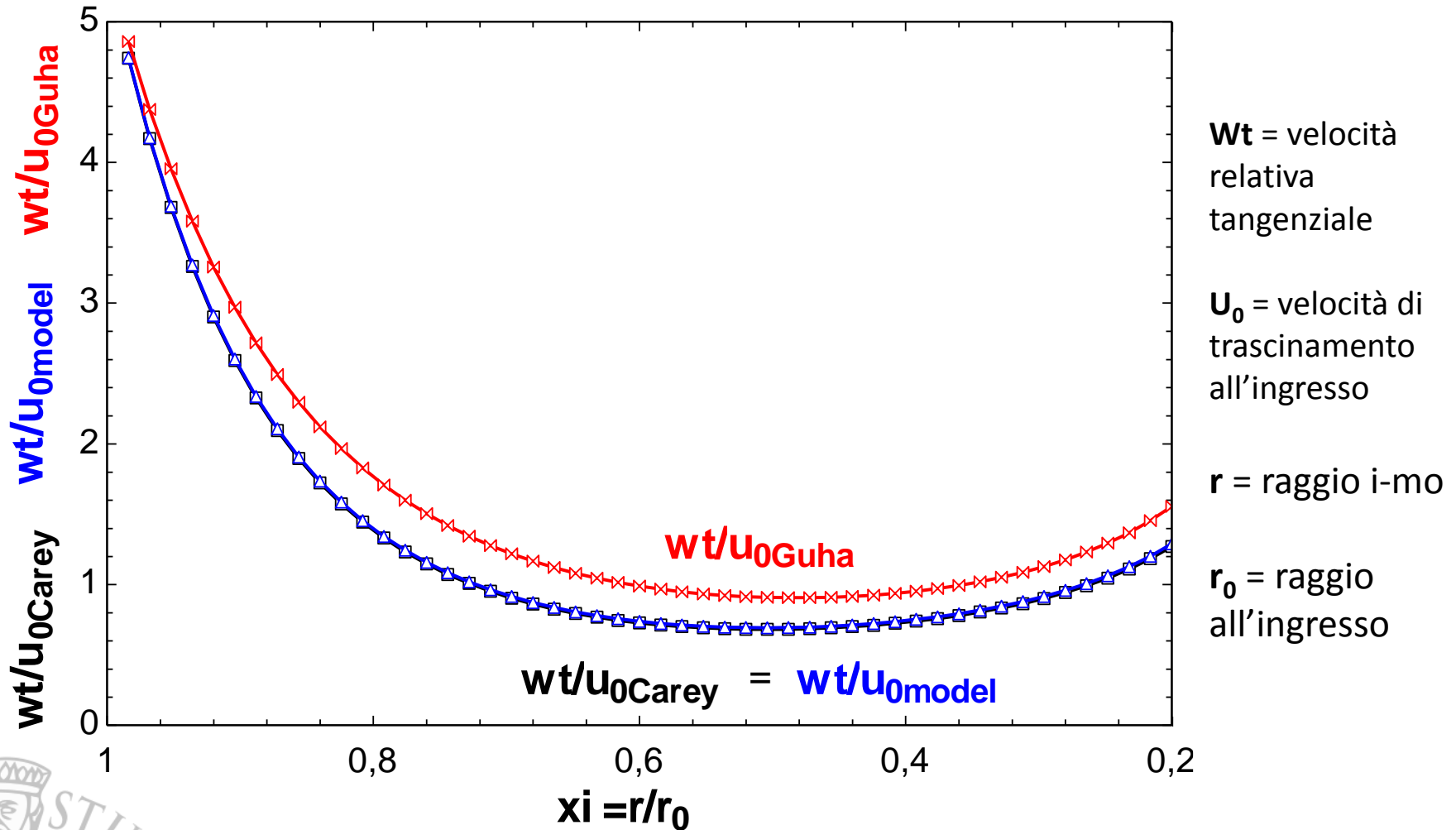


Risultati modello





Validazione modello



Analisi macchina: η

D_0 = diametro
all'ingresso

D_1 = diametro all'uscita

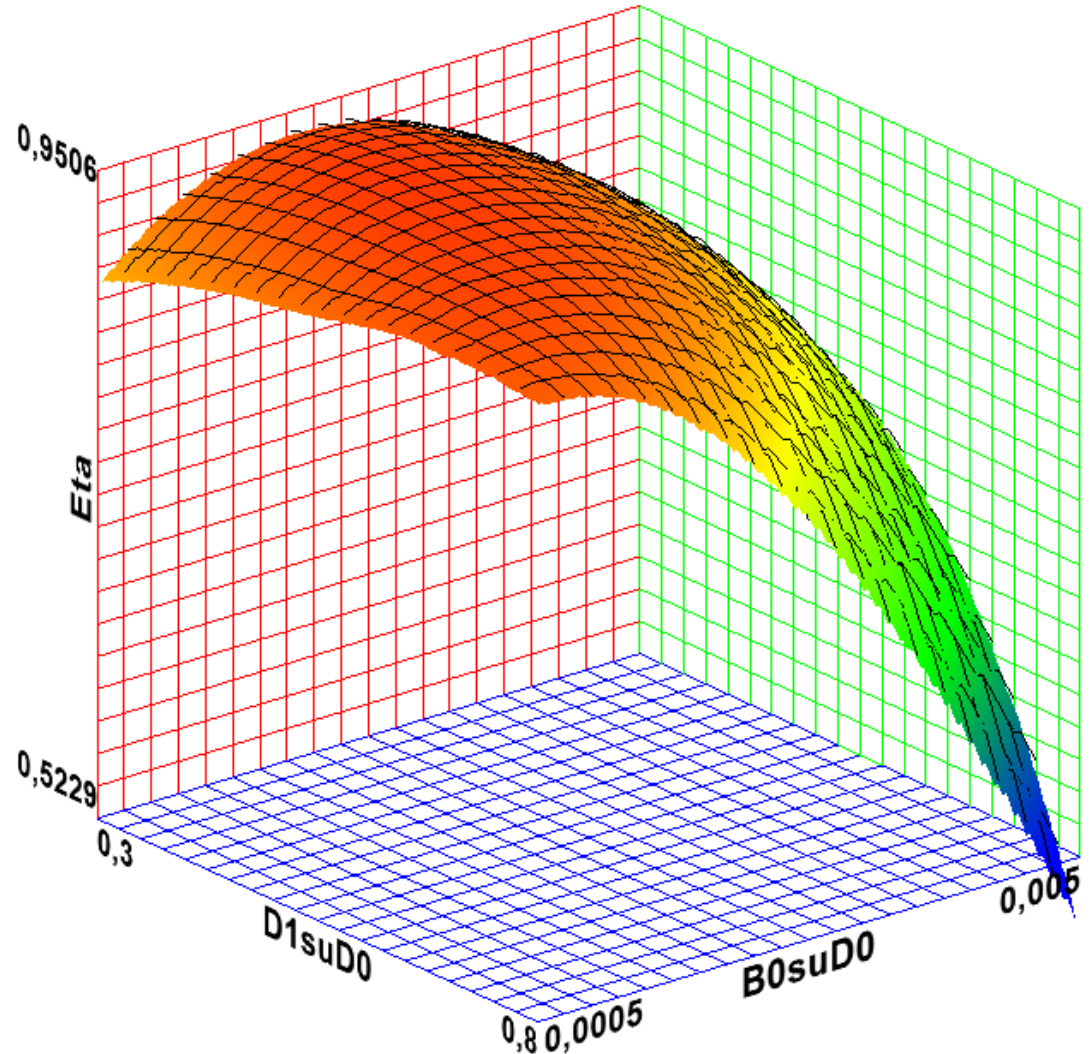
b_0 = gap

η = rendimento

x-axis: $0,30 < D1suD0 < 0,80$

y-axis: $0,0005 < B0suD0 < 0,0050$

z-axis: $0,5229 < \eta < 0,9506$



Analisi macchina: ψ_r

D_0 = diametro all'ingresso

D_1 = diametro all'uscita

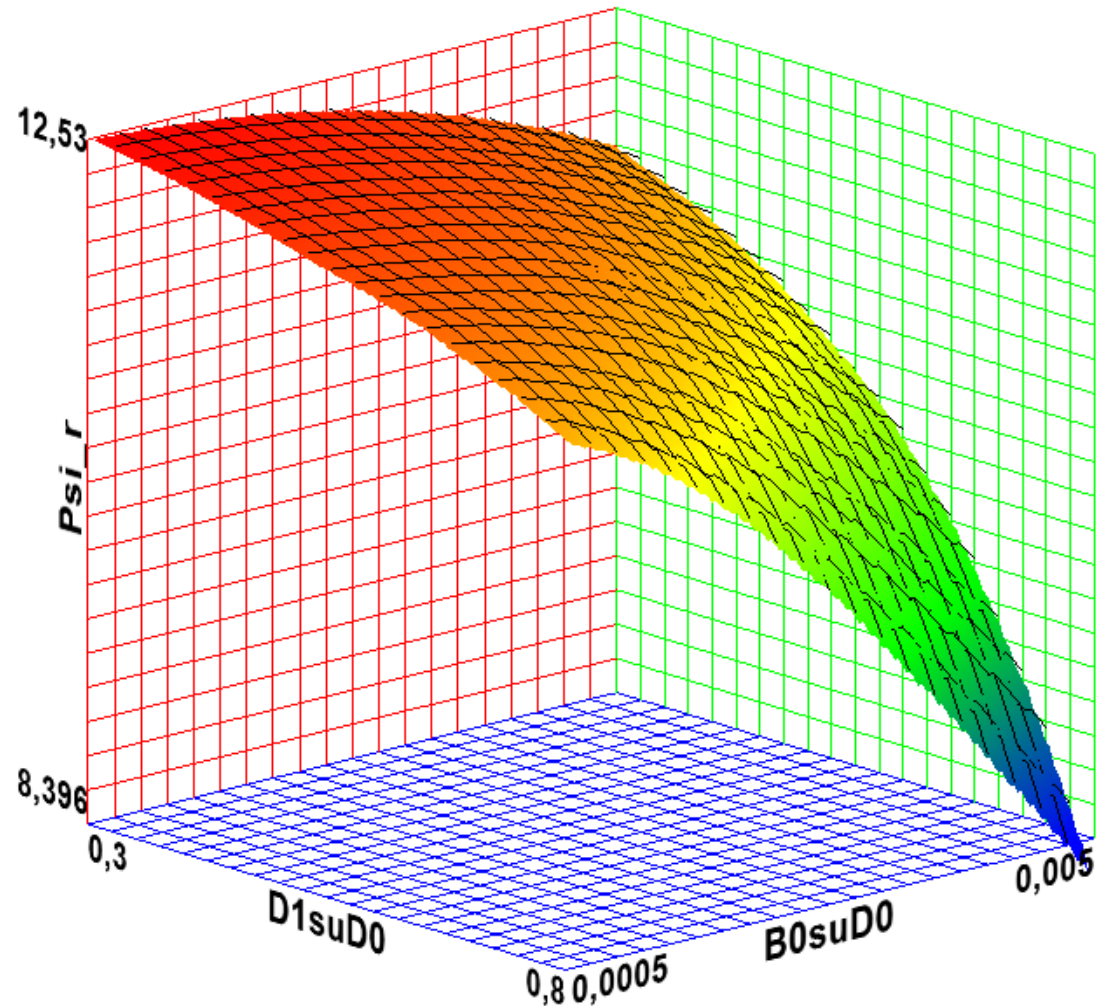
b_0 = gap

ψ_r = coefficiente di carico

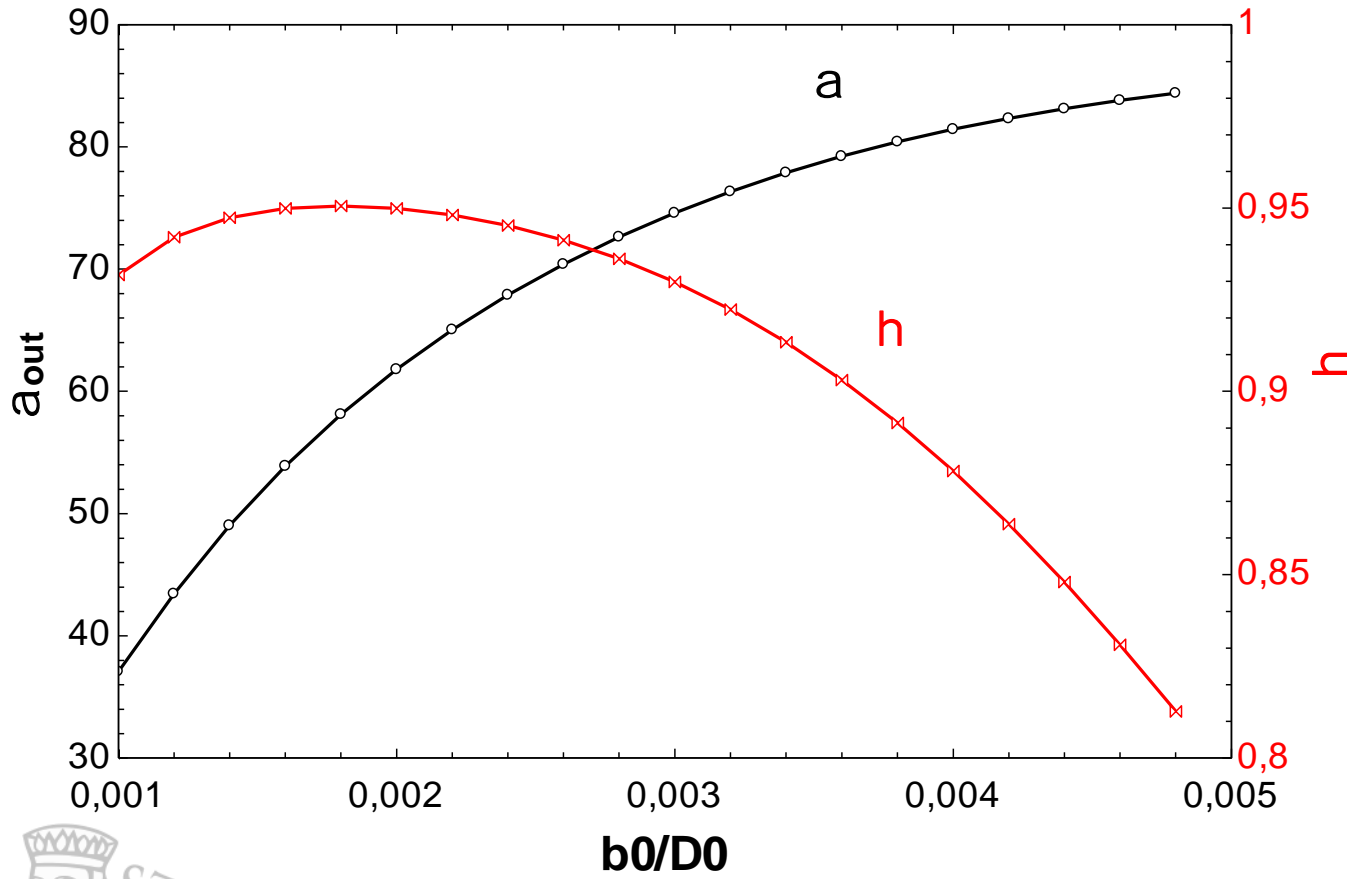
x-axis: $0,30 < D1suD0 < 0,80$

y-axis: $0,0005 < B0suD0 < 0,0050$

z-axis: $8,396 < \psi_r < 12,53$



Analisi macchina: η e α_{out} in funzione di b_0/D_0



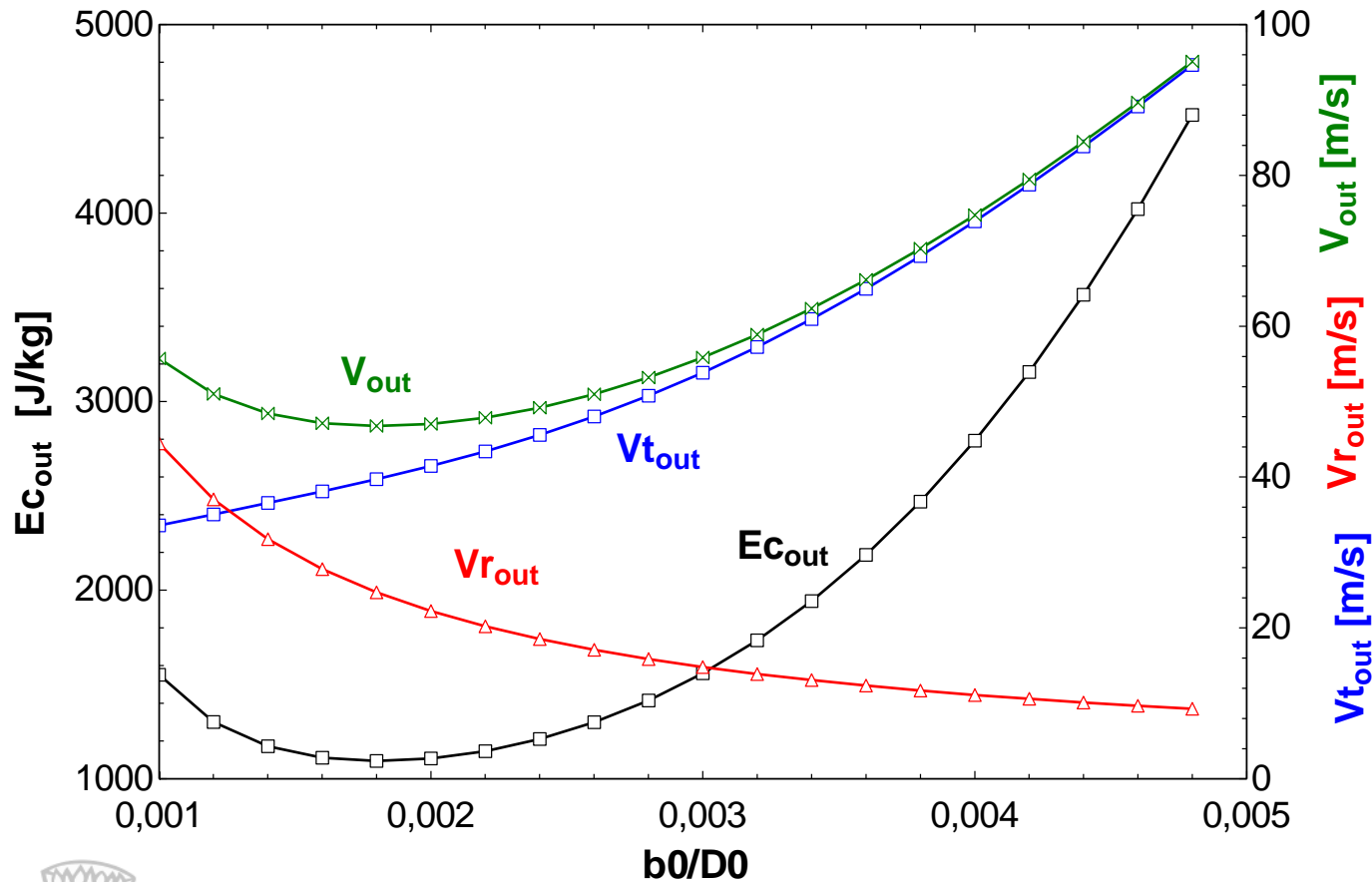
D_0 = diametro all'ingresso

b_0 = gap

α_{out} = angolo di uscita del flusso

η = rendimento

Analisi macchina: EC_{out} , Vr_{out} , Vt_{out} , V_{out} in funzione di b_0/D_0



D_0 = diametro all'ingresso

b_0 = gap

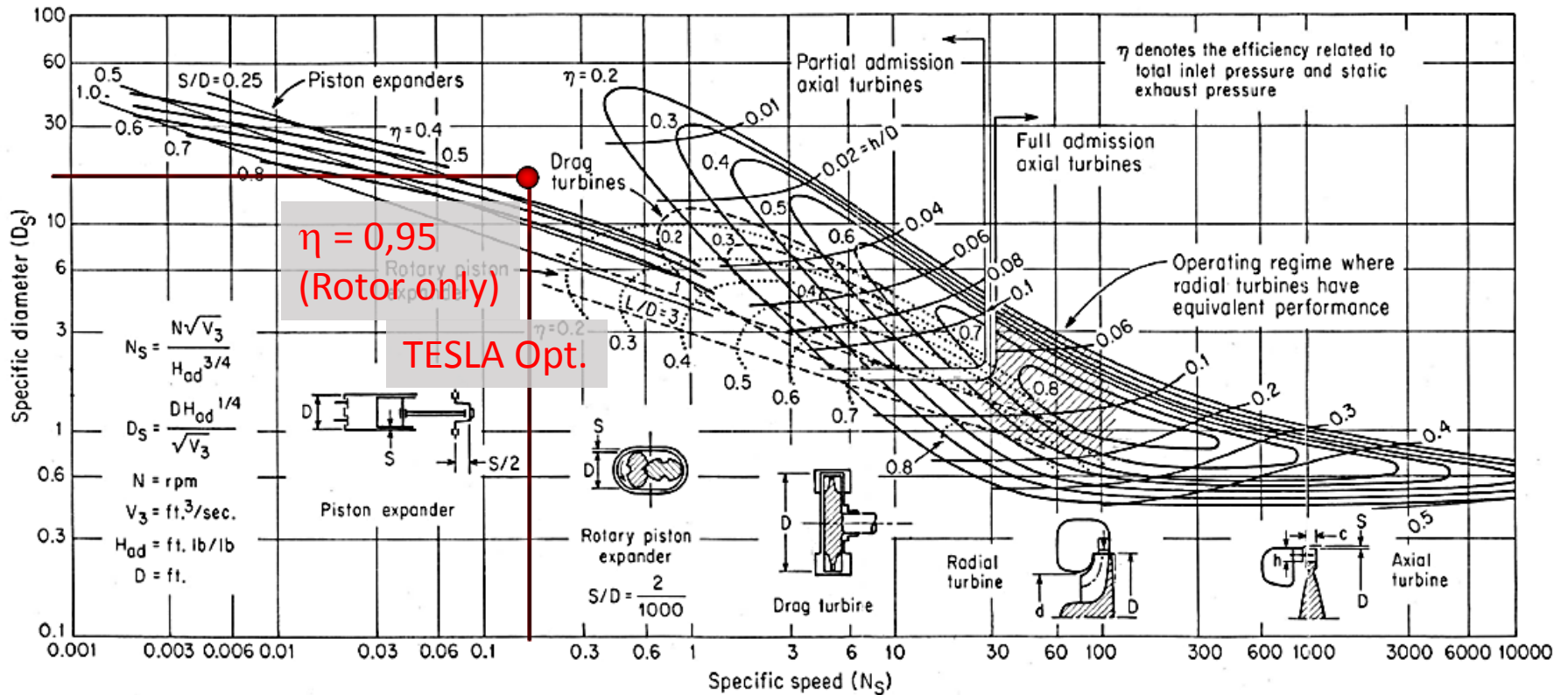
EC_{out} = energia cinetica allo scarico

Vr_{out} = velocità assoluta radiale allo scarico

Vt_{out} = velocità assoluta tangenziale allo scarico

V_{out} = velocità assoluta allo scarico

Collocamento macchina: $D_S = 20,66$; $N_S = 0,1531$; $\eta = 0,9506$



Baljè Diagram



Conclusioni:

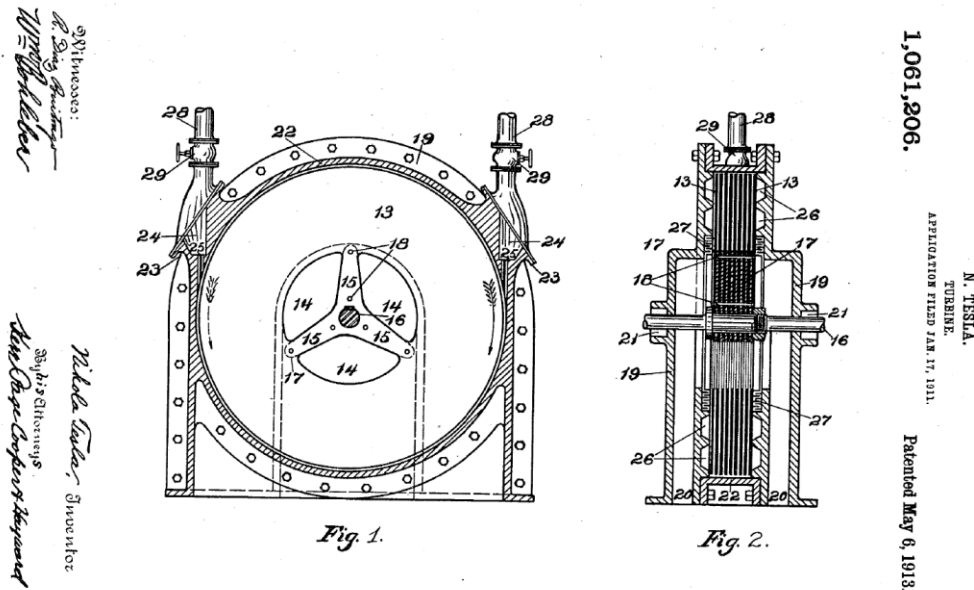
- Il modello è stato validato tramite il confronto con le soluzioni analitiche presenti in letteratura
- Attraverso l'analisi parametrica in funzione della geometria del rotore sono stati trovati i valori ottimali del rendimento (solo rotore) prossimi al 95%:
 - Diametro di uscita $D_1 = 0,078$ [m]
 - Gap $b_0 = 0,00032$ [m]
 - Angolo di uscita $\alpha_{out} = 58$ [°]
 - Potenza prodotta per singolo canale rotore **Power** = 40,8 [W]
 - Mach in uscita **Ma_aout** = 0,12



Future implementazioni del modello:

- Sviluppare il modello per fluidi reali comprimibili tenendo conto della variazione della densità con i parametri locali
- Ricondurre l'analisi della turbina Tesla con fluidi diversi dall'aria (in particolare fluidi frigoriferi moderni ed anidride carbonica, come componente per cicli di potenza transcritici)
- Sviluppare un modello della parte statorica della macchina e studiare soluzioni tecniche per la corretta ed uniforme alimentazione del rotore
- Proporre sistemi di recupero dell'energia cinetica allo scarico, con particolare riferimento alla vorticità residua

Studio e modellazione di una turbina Tesla



<https://www.youtube.com/watch?v=yYy3-BZ7n1Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=mrnul6ixX90>