



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

FACOLTA' DI INGEGNERIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE

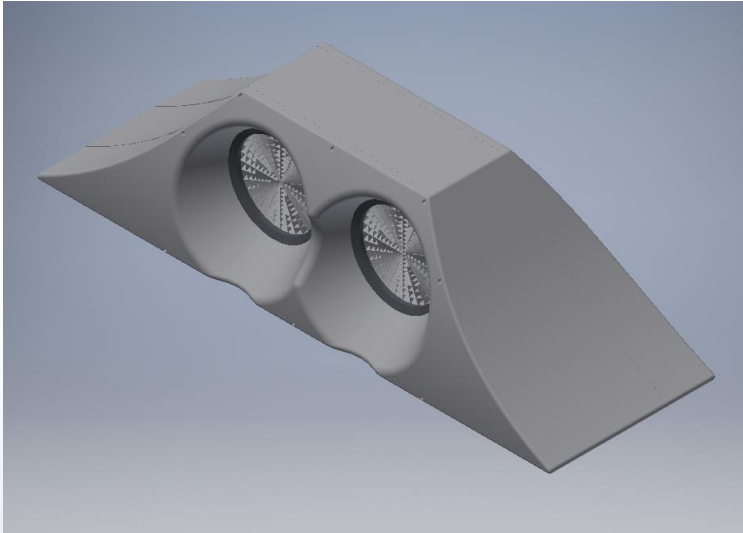
Progettazione e possibili applicazioni in ambito agricolo di una macchina reversibile pompa/turbina

Docente tutore: Prof. Stefano Farnè

Correlatore: Dott. Vito Lavanga

Candidato: Simone Delli Carri

Sistema Integrated Turbine Electric Generator (ITEG)



Novità

- Reversibile pompa/turbina
- Non presenta fissaggi meccanici
- Vasta gamma di impieghi



Macchina bi-rotorica con sistema ITEG:



Realizzabile
tramite
stampa 3D



Due Rotori



Statore

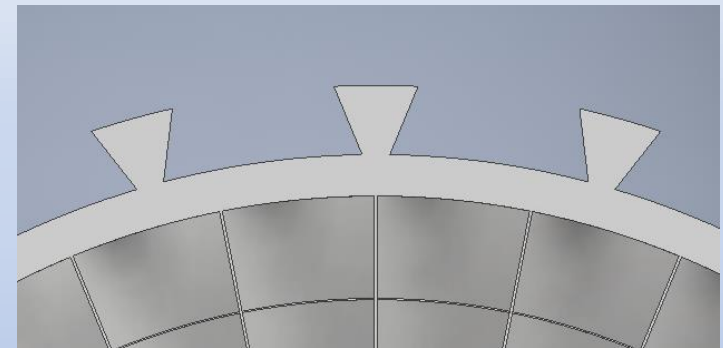
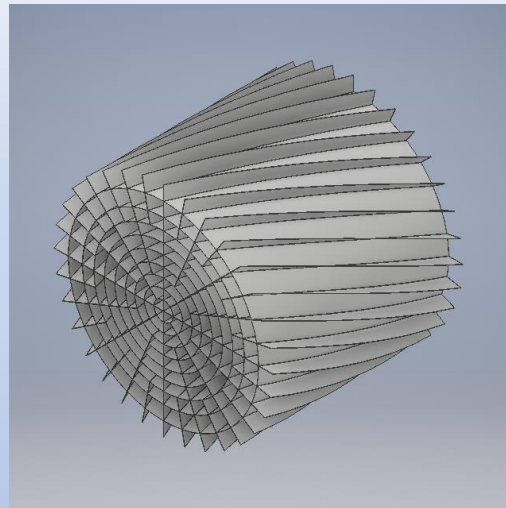
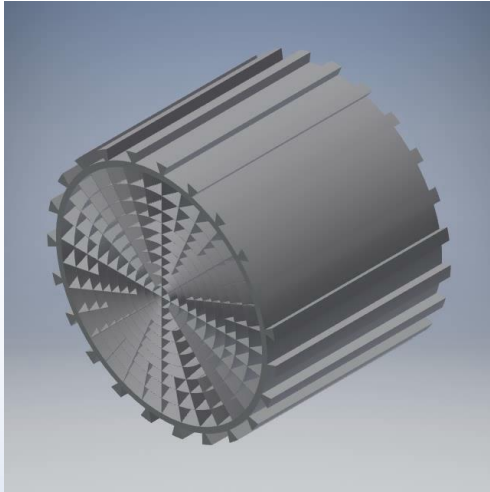


Case

Rotore



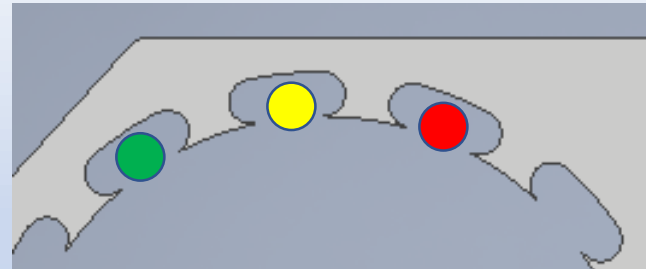
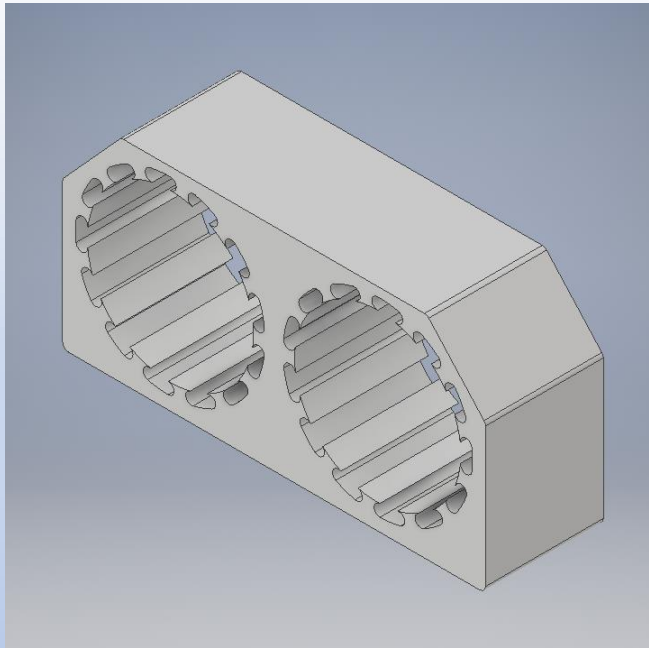
- Parte rotante della macchina
- Generato dall'estrusione e dalla torsione di una superficie a nido d'ape
- Diviso in livelli
- Incastro a coda di rondine



Statore



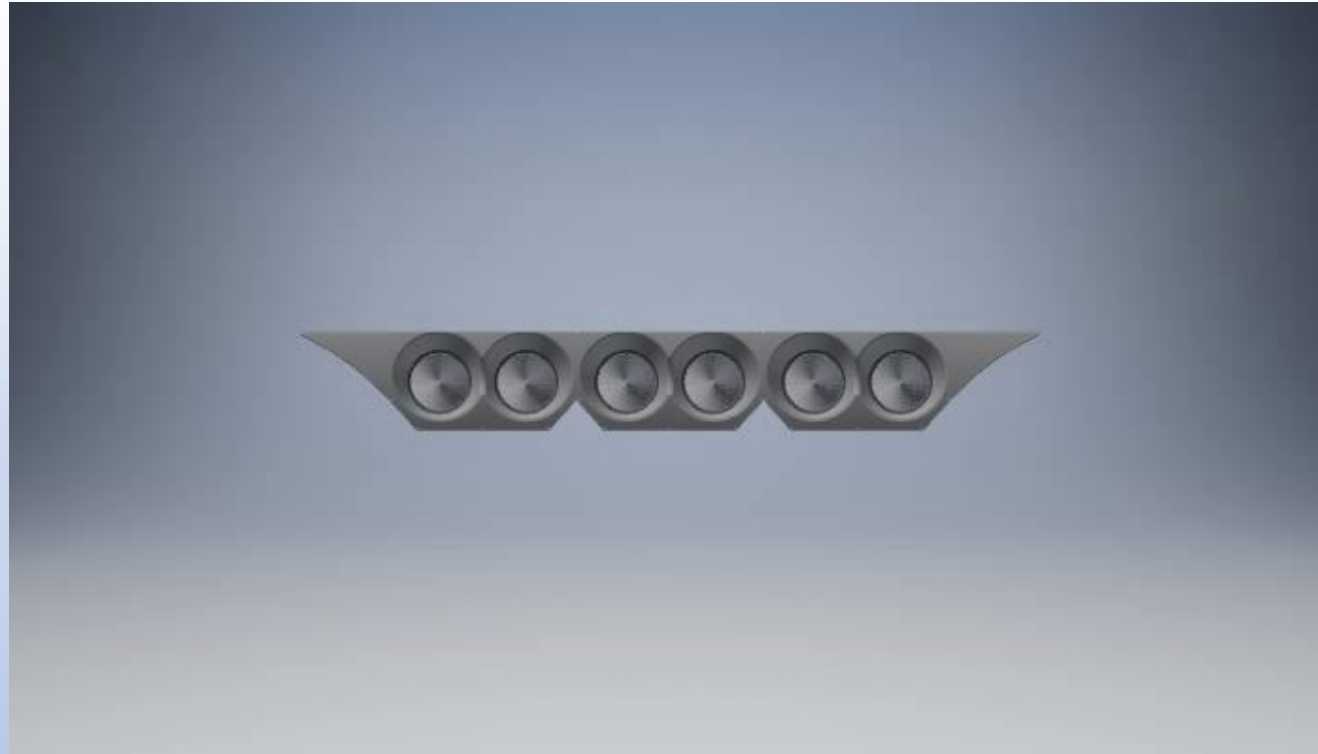
- Parte fissa della macchina che avvolge i rotori
- Costituito da lamelle magnetiche
- Elettronica esterna dedicata al funzionamento



Case



- Contenere la macchina
- Ricercata la modularità per interventi di manutenzione
- Ispirato al venturimetro per convogliare il fluido



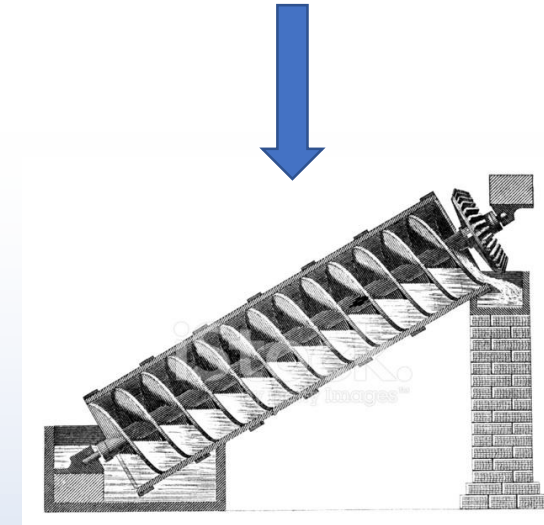
Modello di calcolo teorico



Basato sulla vite di Archimede



Analogie



- Vite di Archimede →
- Principio della vite →

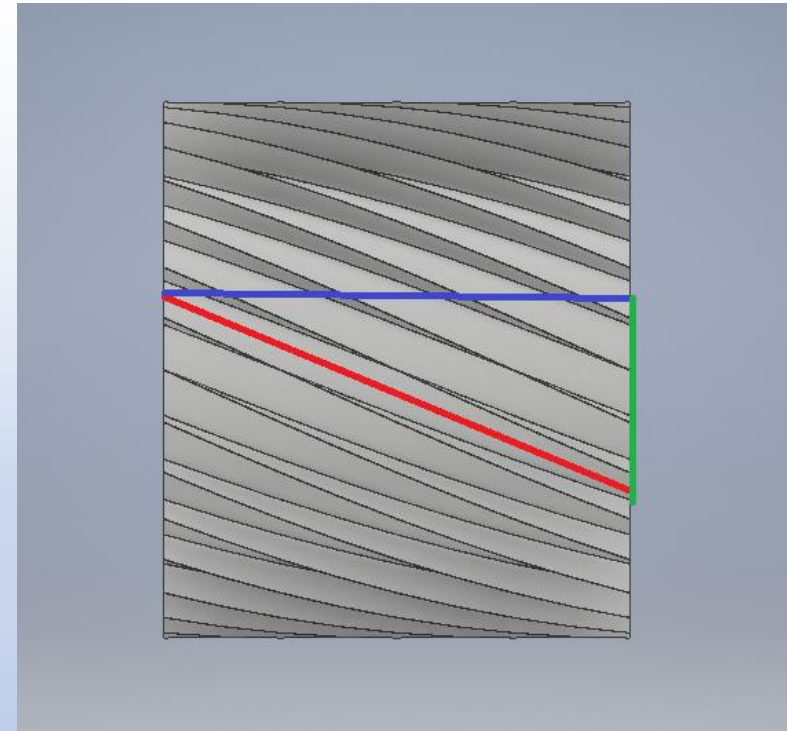
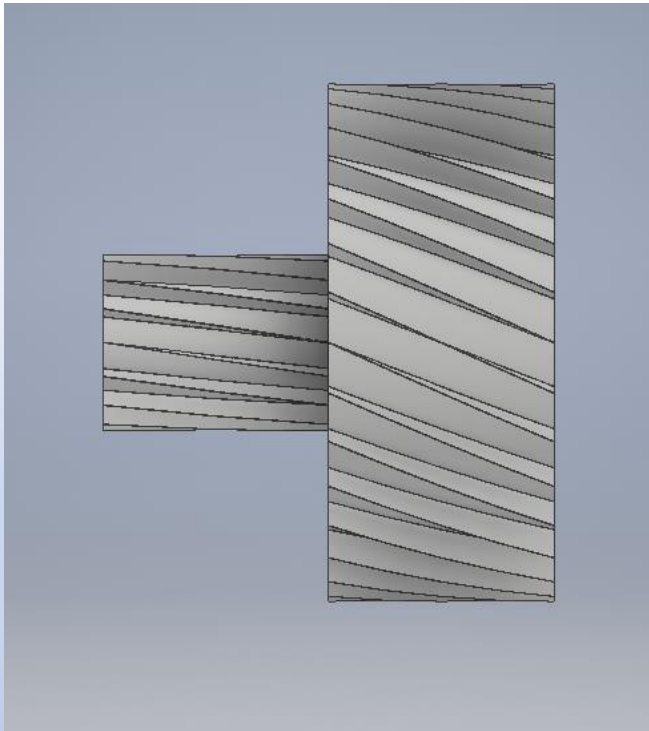
Corona circolare della superficie utile
Cavedio

Portata vite:

$$Q = \eta \boxed{q z} \frac{n}{60}$$

Volume totale \longrightarrow somma dei volumi delle corone circolari

“L” differente per ogni cavedio



Portata della macchina $\longrightarrow Q_{tot} = \eta V_{tot} \frac{n}{60} \frac{1}{p} \gamma$

Stima del rendimento \longrightarrow rispetto dei due aforismi idraulici



Volumetrico = 0,99



Meccanico = 0,99



Idraulico = 0,95/0,98

Due casi:

- Macchine che sfruttano un salto geodetico
- Macchine che lavorano alla stessa quota

Macchine che sfruttano un salto geodetico

$$P_{reale} = (\gamma Q_{tot} H \eta) \frac{1}{1000} \text{ kW}$$

Potenza ripartita per ogni rotore



Dividere per il numero di rotor



Macchine che lavorano alla stessa quota \longrightarrow Trinomio di Bernoulli

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} - Y - \sum y \pm L_i = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Stesse quote e stesse velocità

$$\pm L_i = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + Y + \sum y$$

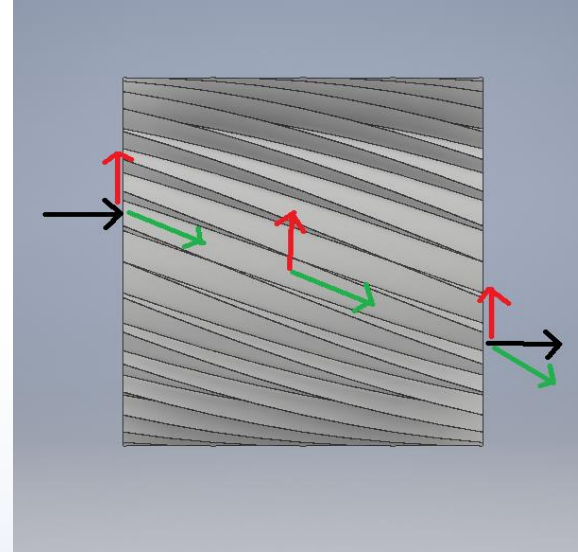
$Y =$ perdite continue

$\sum y =$ perdite accidentali

$$L_i = H$$

\longrightarrow Calcolo potenza

Triangolo delle velocità



Composizione di velocità

Velocità di Trascinamento



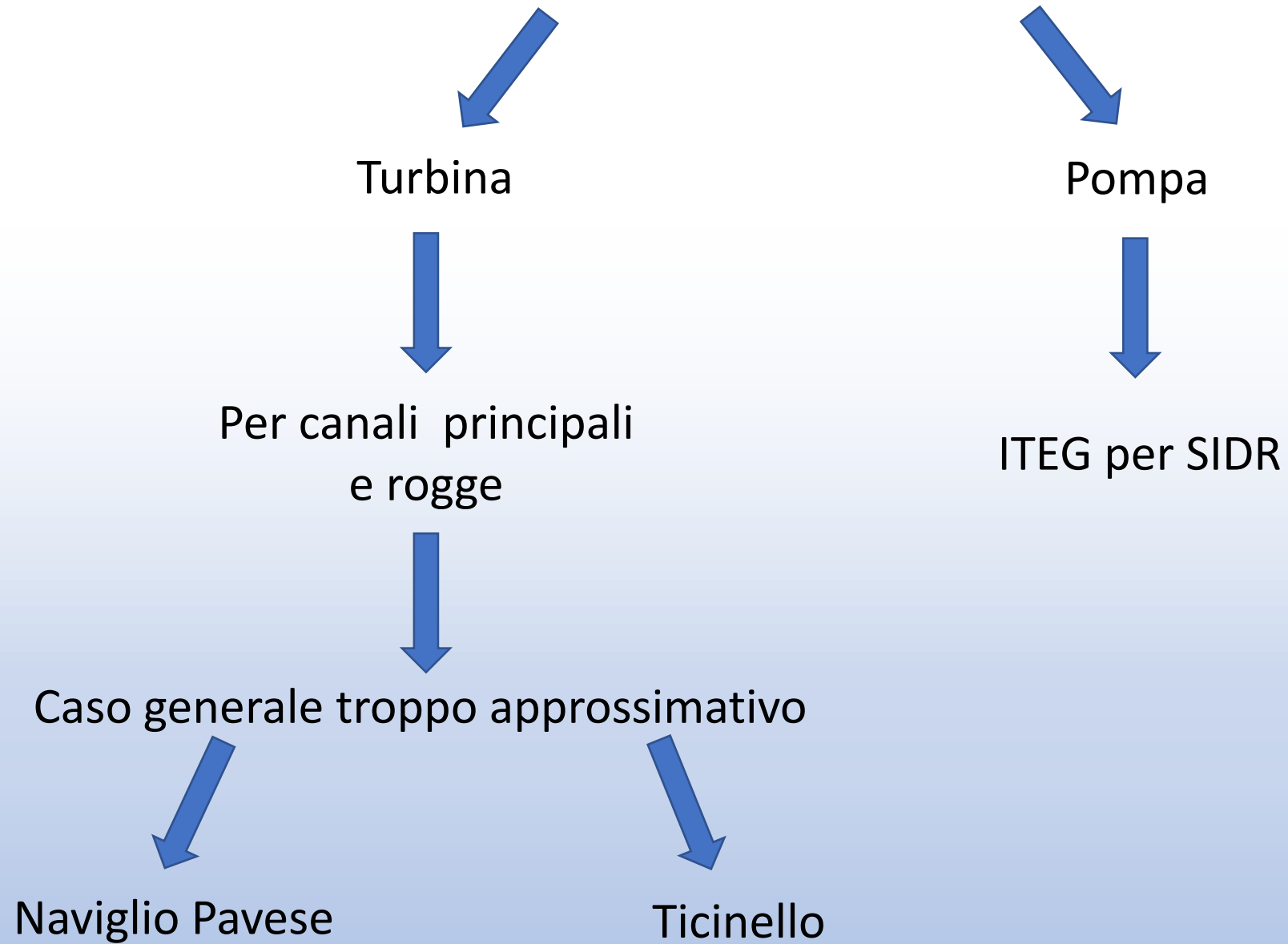
Responsabile della rotazione



Legata dalla relazione

$$u = \omega r$$

ITEG in ambito agricolo



Naviglio Pavese

Modello di calcolo per turbina ITEG per installazione alla base delle chiuse del naviglio pavese														
Nome:	Portata massima [m ³ /s]	Portata minima [m ³ /s]	Portata media [m ³ /s]	Salto geodetico [m]	densità [N/m ³]	Costante	Potenza Elettrica [kW]	Rendimento	Potenza elettrica reale di ITEG [kW]	n° rotori	Potenza elettrica per singolo rotore [kW]	n° chiuse	Totale potenza elettrica per le 12 chiuse [kW]	
Naviglio pavese	7	1,7	4,35	3,5	9810	1000	149,35725	0,95	141,88939	2	70,94469375	12	1702,67265	
	7	1,7	4,35	3,5	9810	1000	149,35725	0,95	141,88939	4	35,47234688	12	1702,67265	
	7	1,7	4,35	3,5	9810	1000	149,35725	0,95	141,88939	6	23,64823125	12	1702,67265	
	7	1,7	4,35	3,5	9810	1000	149,35725	0,95	141,88939	8	17,73617344	12	1702,67265	



Il suo potere irriguo deve rimanere inalterato

Ticinello

Stime empiriche

n°prova	tempo [s]	distanza [m]
1	4,72	2
2	4,33	2
3	4,97	2
4	4,98	2
5	4,07	2
6	4,21	2
7	5,19	2
8	5,41	2
9	4,29	2
10	5,09	2



- Tempo medio
- Velocità dell'acqua
- Portata

$$P_{\text{elettrica reale ITEG}} = 34,5052 * 0,99 = 34,16\text{kW}$$

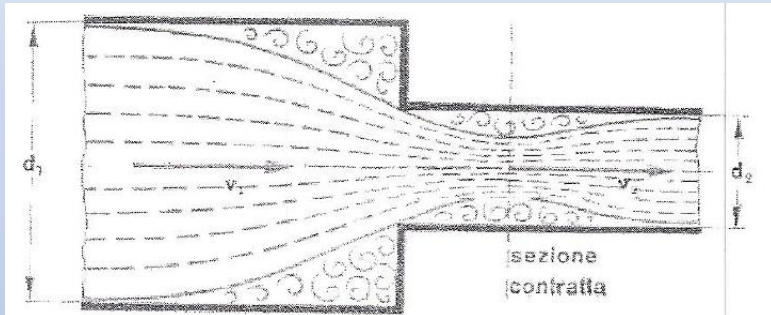
$$P_{\text{elettrica reale ITEG}} = \frac{34,16}{5} = 6,832 \text{ kW}$$

ITEG come pompa applicato a SIDR

- SIDR →
- Condotto di mandata, aspirazione e tubi drenanti
 - Portata
 - Diametro dei condotti di mandata, di aspirazione e dei tubi drenanti



Stima delle perdite continue ed accidentali



$$P_{\text{assorbita}} = 68,97\text{kW}$$



Le potenze ottenute sono all'altezza dei concorrenti

FINE DELLA PRESENTAZIONE



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!