



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**



Dipartimento di  
**Ingegneria  
e Architettura**

# **CORSO DI MACCHINE E MACHINE MARINE**

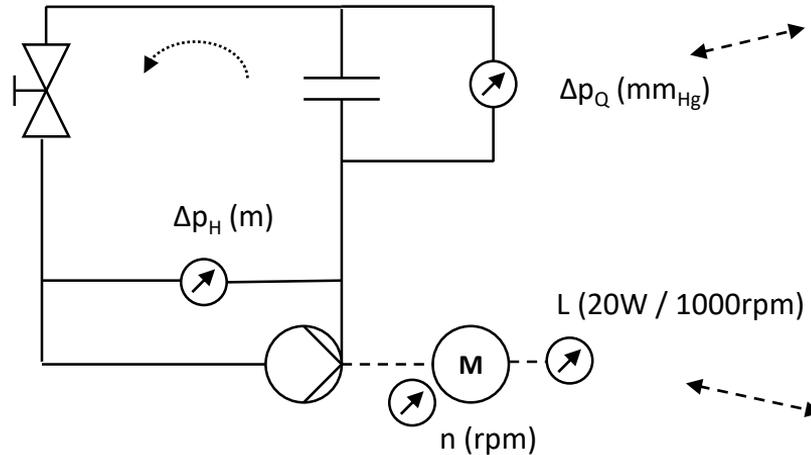
## **PROVA DI LABORATORIO: CARATTERIZZAZIONE DI UNA POMPA CENTRIFUGA**

*Prof. Marco Bogar*

**A.A. 2023-2024**

# LA PROVA DI LABORATORIO

L'obiettivo della prova di laboratorio consisteva nel rilevare le prestazioni una pompa centrifuga, inserita nell'impianto di prova rappresentato in figura e caratterizzato da un diametro della condotta ( $D$ ) pari a 150 mm.



$H(Q)$

$P_a(Q)$

$\eta(Q)$

$\psi(\phi)$

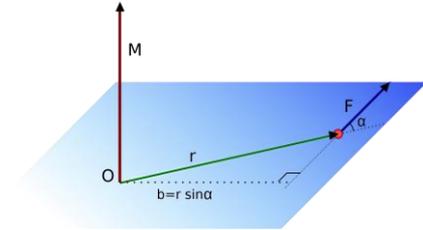
Il fluido utilizzato per la caratterizzazione è l'acqua ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ).



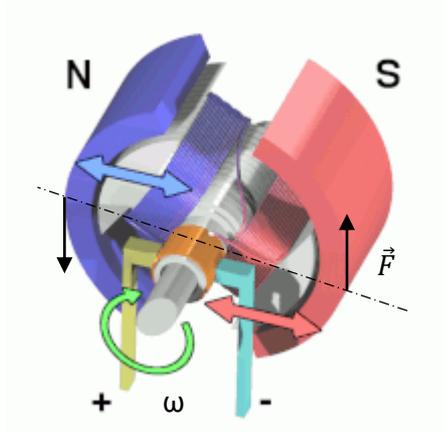
# IL MOTORE A CARCASSA BASCULANTE

La rotazione del motore comporta la formazione di un momento angolare (M, o  $\tau$ ):

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$



[https://it.wikipedia.org/wiki/Momento\\_meccanico#Coppia\\_di\\_forze](https://it.wikipedia.org/wiki/Momento_meccanico#Coppia_di_forze)



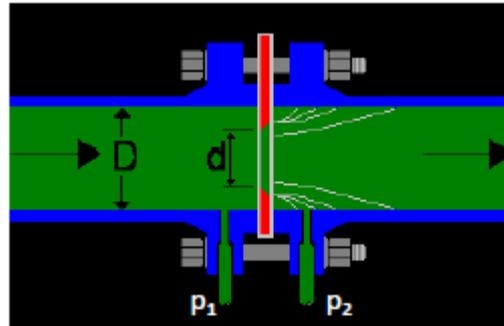
[https://it.wikipedia.org/wiki/Motore\\_elettrico](https://it.wikipedia.org/wiki/Motore_elettrico)



# LA CURVA CARATTERISTICA

## Diaframma

Sistema di misura avente un'apertura circolare opportunamente sagomata. Il disco calibrato viene montato nella tubazione a mezzo di due apposite flange, fra le quali è serrato strettamente ed alloggiato in modo che il centro del foro coincida esattamente con l'asse della tubazione. Sulle flange sono ricavate delle prese di pressione immediatamente a monte ed immediatamente a valle. A monte del disco calibrato non debbono esserci curve, valvole, gomiti o qualsiasi componente o struttura che possa disturbare l'andamento dei filetti fluidi per un tratto di almeno  $20D$  (3000 mm) e a valle per almeno  $5D$  (750 mm)

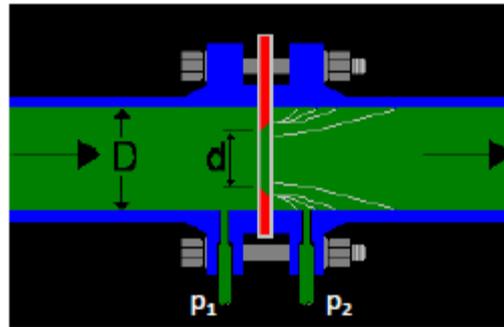


# LA CURVA CARATTERISTICA

La misura di portata viene effettuata sfruttando la legge di Bernoulli ( $p + \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh|_{h \cong 0} = costante$ ), e ricordando che portata, sezione della condotta e velocità del liquido sono legati come  $Q = v A$ :

$$p_1 - p_2 = \Delta p = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) = \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q^2}{A_2^2} - \frac{Q^2}{A_1^2} \right)$$

$$Q = \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p \left( \frac{4}{\pi^2 D_2^2} - \frac{4}{\pi^2 D_1^2} \right)^{-1}} \rightarrow Q = \alpha \sqrt{\Delta p}$$



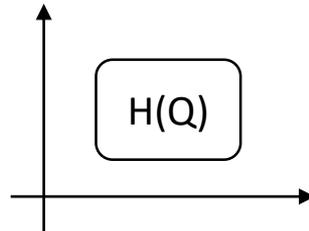
# LA CURVA CARATTERISTICA

$$Q = \alpha \sqrt{\Delta p_Q} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad \rightarrow$$

$$H = \beta \Delta p_H \text{ (m)} \quad \rightarrow$$

$$\alpha = 0.0002498 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ mmHg}^{-1/2}$$

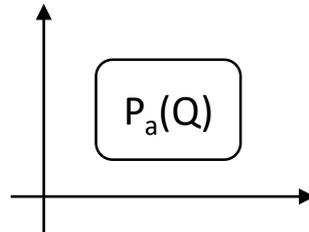
$$\beta = 10.19773 \text{ m}_{\text{H}_2\text{O}} \text{ bar}^{-1}$$



# LA POTENZA ASSORBITA

La potenza assorbita dal motore ,  $P_a$ , è la potenza meccanica assorbita all'albero della pompa o al giunto ed è espressa in kW o W ed è proporzionale alla velocità di rotazione. Nel setup sperimentale impiegato, si può ricavare partendo dalla misura della coppia (L):

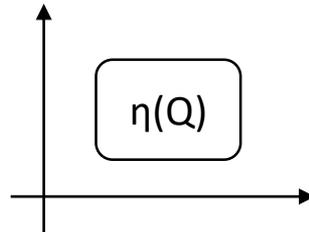
$$P_a = L \frac{20}{1000} n \text{ (W)}$$



# IL RENDIMENTO

Il rendimento è definito come il rapporto tra l'effetto utile ( $gH$ ) e il costo energetico speso per ottenerlo. Considerando che la potenza viene definita come l'energia trasferita nell'unità di tempo, è possibile estendere la definizione di rendimento al rapporto tra la potenza utile, ovvero l'energia trasferita dal motore alla pompa, e la potenza assorbita:

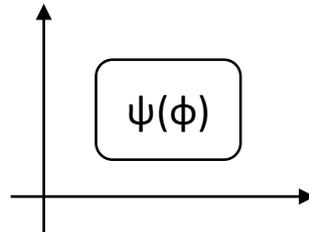
$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{\rho g H Q}{P_a}$$



Infine, ricordando la relazione che lega le equazioni per il calcolo dei coefficienti di portata ( $\phi$ ) e di carico (o pressione,  $\psi$ ):

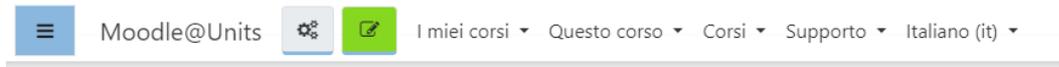
$$\phi = \frac{Q}{\omega D^3}$$

$$\psi = \frac{gh}{\omega^2 D^2}$$



# I DATASET

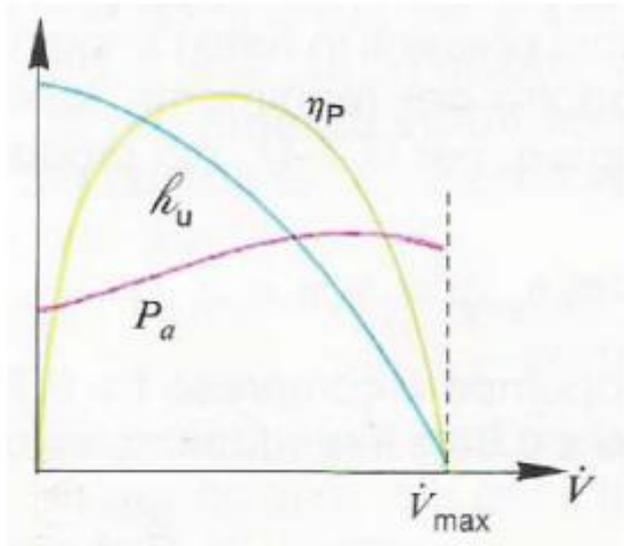
I dataset per tutti e tre i gruppi sono depositati su moodle, nella sezione *Materiali online*



## Materiale online

-  Presentazione corso documento PDF
-  Appunti Corso di Macchine Prof. Micheli
-  Risultati prove di laboratorio
-  Slide lezioni Parussini

# RISULTATO ATTESO



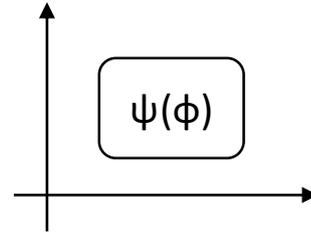
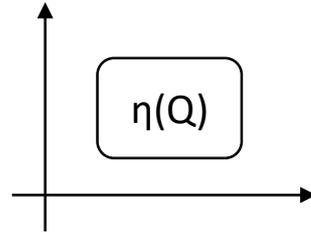
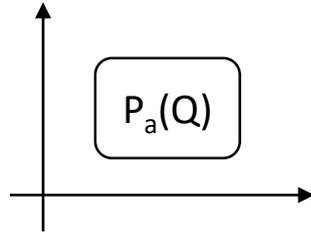
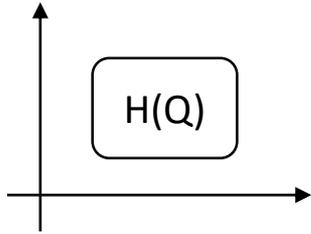
Curve caratteristiche di una pompa.

Commentare:

- Gli andamenti di  $H(Q)$ ,  $P_a(Q)$  e  $\eta(Q)$ , rappresentati sullo stesso grafico
- L'andamento di  $\psi(\phi)$
- Gli andamenti di  $H(Q)$ ,  $P_a(Q)$ ,  $\eta(Q)$  e  $\psi(\phi)$  in funzione del numero di giri

# GRAFICI RICHIESTI

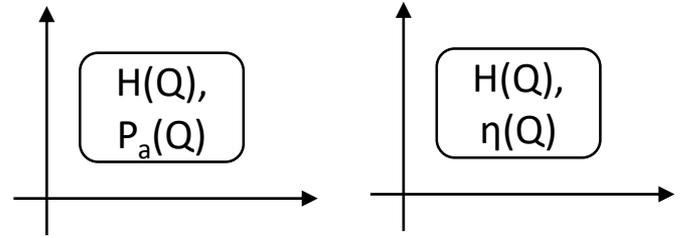
1. Impiegando i dati di tutti i dataset, mostrare per ogni grafico tre curve e commentare gli andamenti in funzione del numero di giri



# GRAFICI RICHIESTI

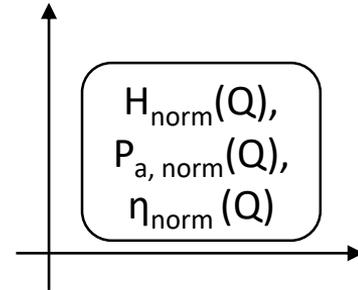
2. Impiegando il dati del vostro gruppo (solo un valore di  $n!$ ), descrivere la relazione tra gli andamenti di  $H$ ,  $P_a$  e  $\eta$ .

Potete commentare la coppia dei seguenti grafici:



Oppure

normalizzare i valori, dividendo ogni singola misura della grandezza in esame per il valore massimo della grandezza all'interno del dataset. I valori ottenuti saranno quindi variabili all'interno dell'intervallo di valori  $[0,1]$  e saranno comparabili sulla stessa scala e potranno essere visualizzati sullo stesso grafico:





UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE



Dipartimento di  
**Ingegneria  
e Architettura**