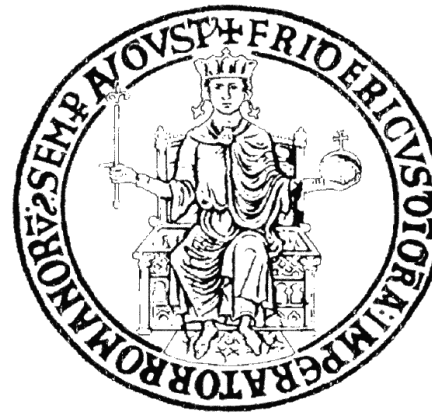


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE
Dipartimento di ingegneria Civile, Edile e Ambientale

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Installazione sperimentale per prove su pompe inverse - PAT

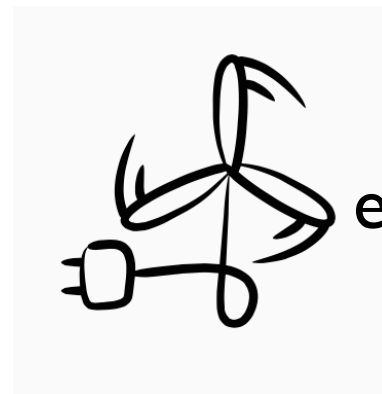
Relatore
Ch.mo Prof.
Armando Carravetta

Correlatore
Ing.
Oreste Fecarotta

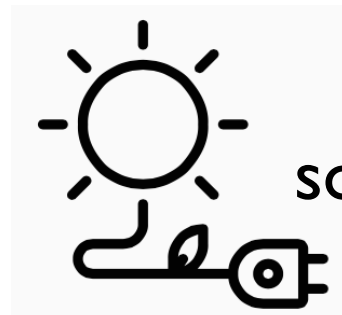
Candidato
Rita Gerli - N49000614

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

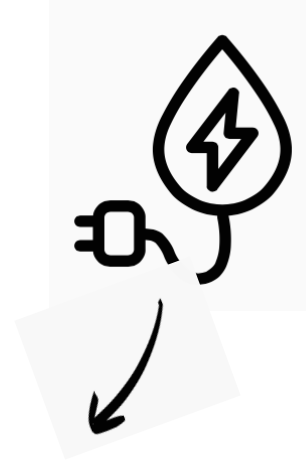
ENERGIE RINNOVABILI



eolica



solare



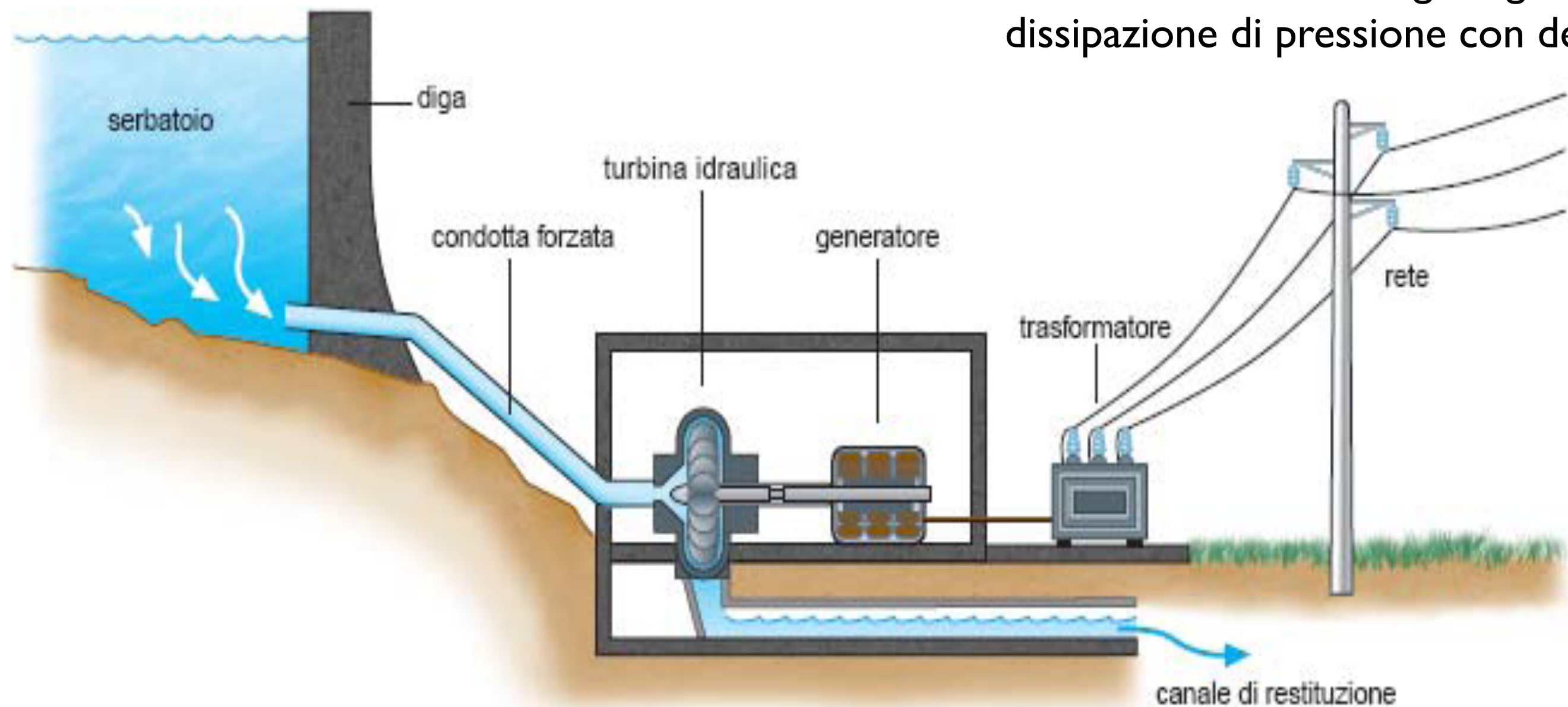
idroelettrica



geotermica

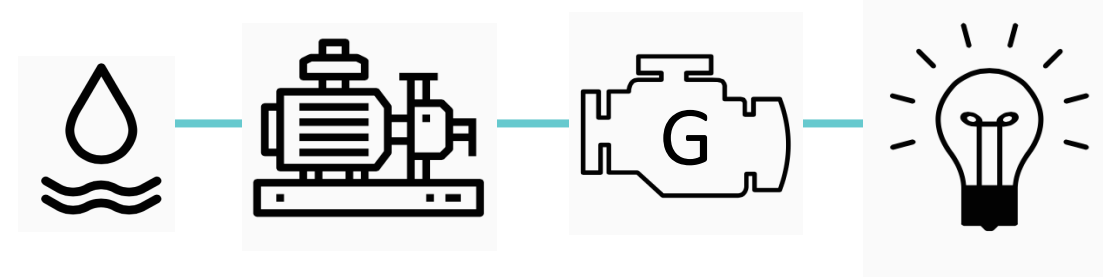
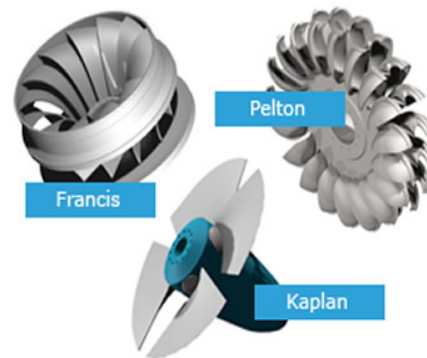
OGGETTO DI STUDIO:

In una rete di distribuzione è conveniente sostituire gli organi di dissipazione di pressione con delle PAT.

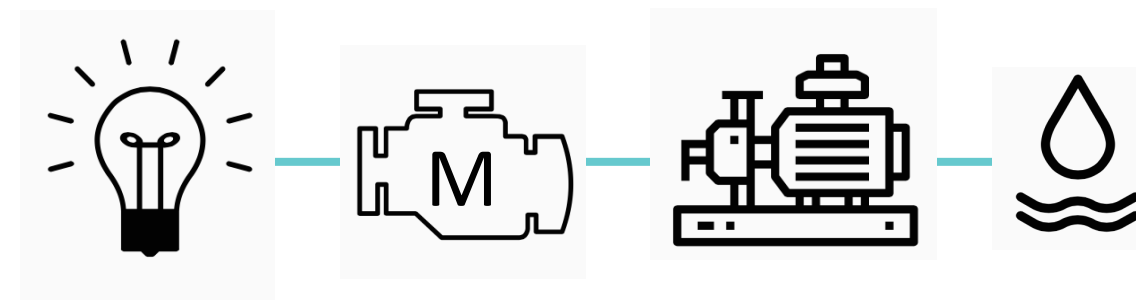


Schemi di funzionamento

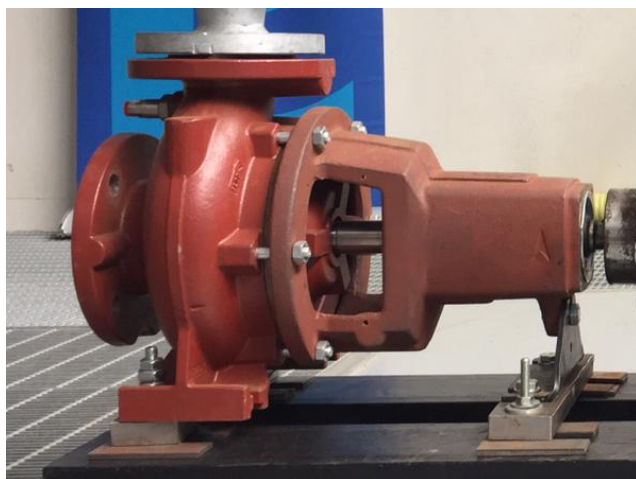
Le turbine



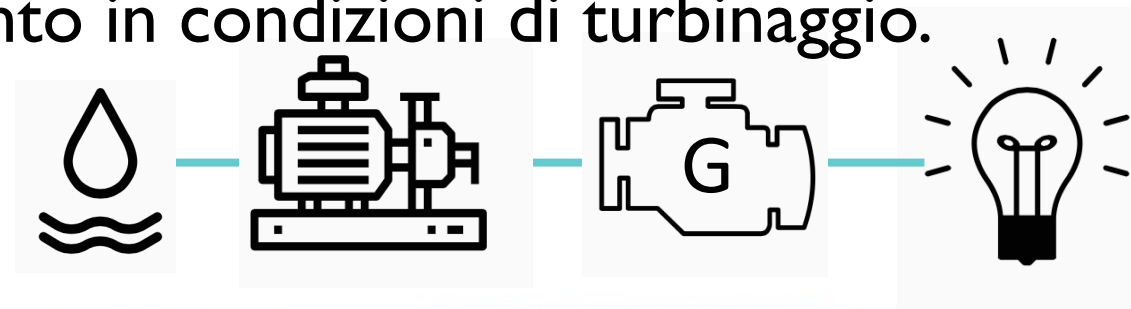
Le pompe



Le PAT



Le PAT hanno lo stesso principio di funzionamento delle turbine. Il **vantaggio** è di essere efficienti anche a portate variabili; sono anche di facile reperibilità. Lo **svantaggio** è che non sono note le curve di funzionamento in condizioni di turbinaggio.



Laboratorio di Idroenergetica – **HELAB** (**H**ydro **E**nergy **LAB**)



CE_NTRO

S_ERVIZI

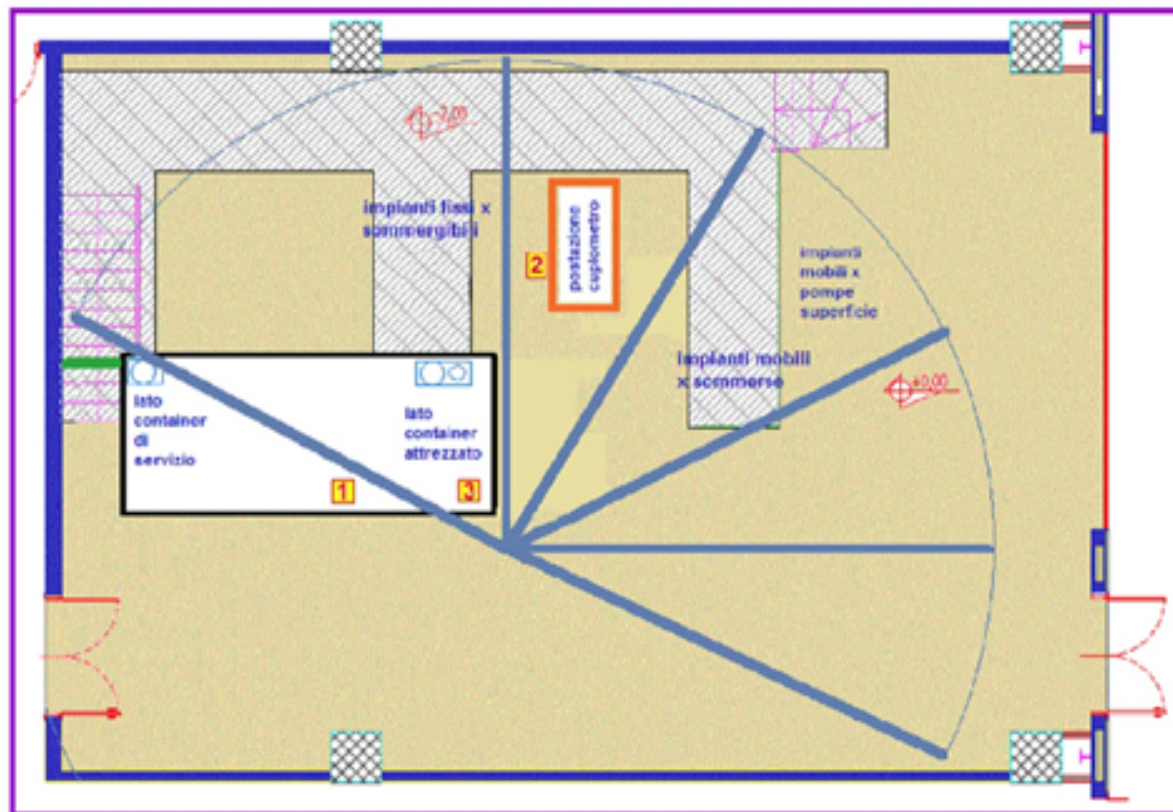
M_ETROLOGICI
e TECNOLOGICI

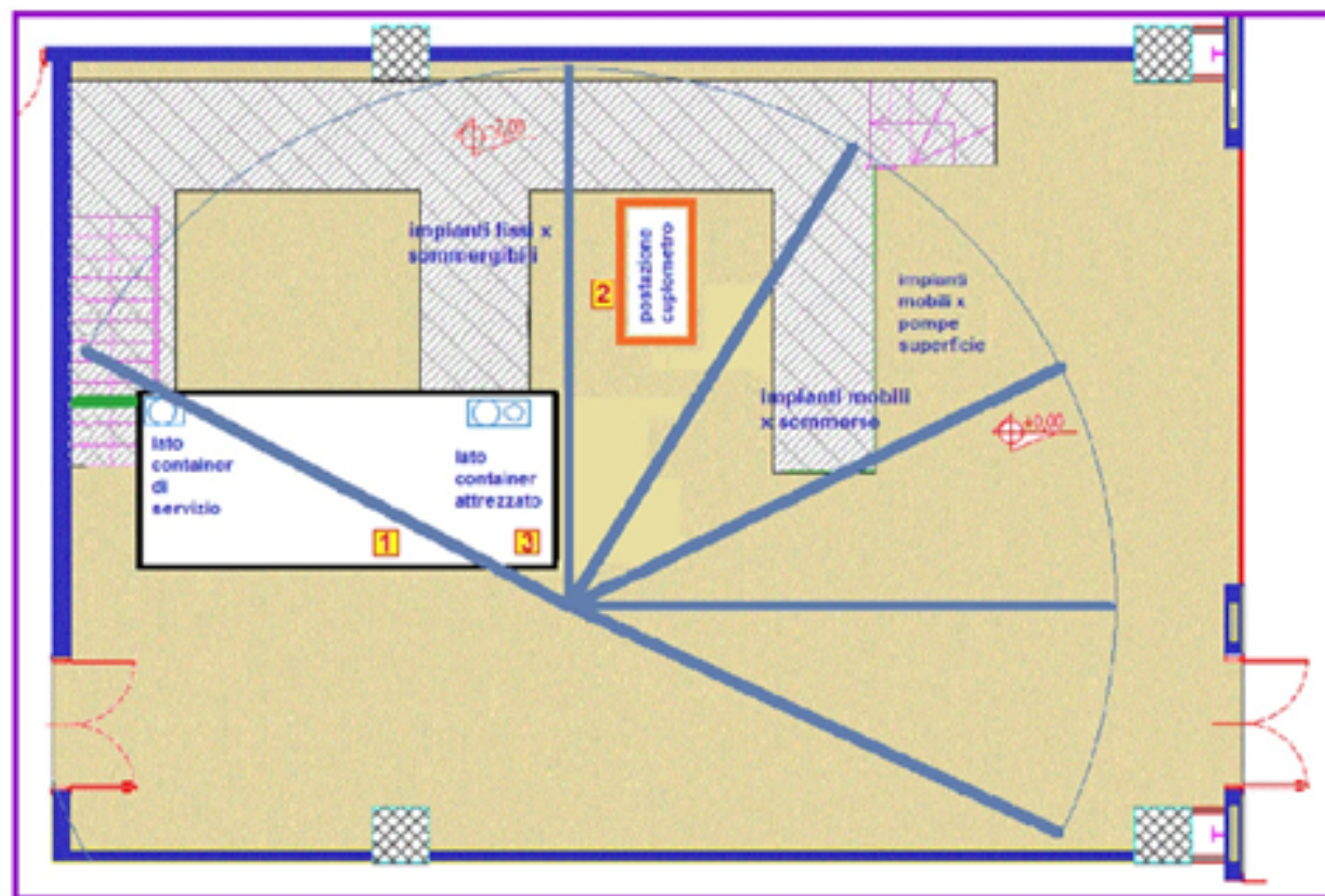
A_VANZATI

Q_{MAX} 100 l/s

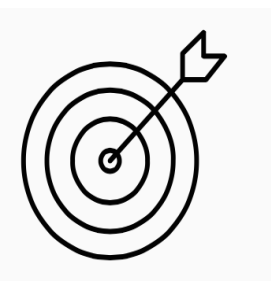
P_{MAX} 160 kW

H_{MAX} >200 m





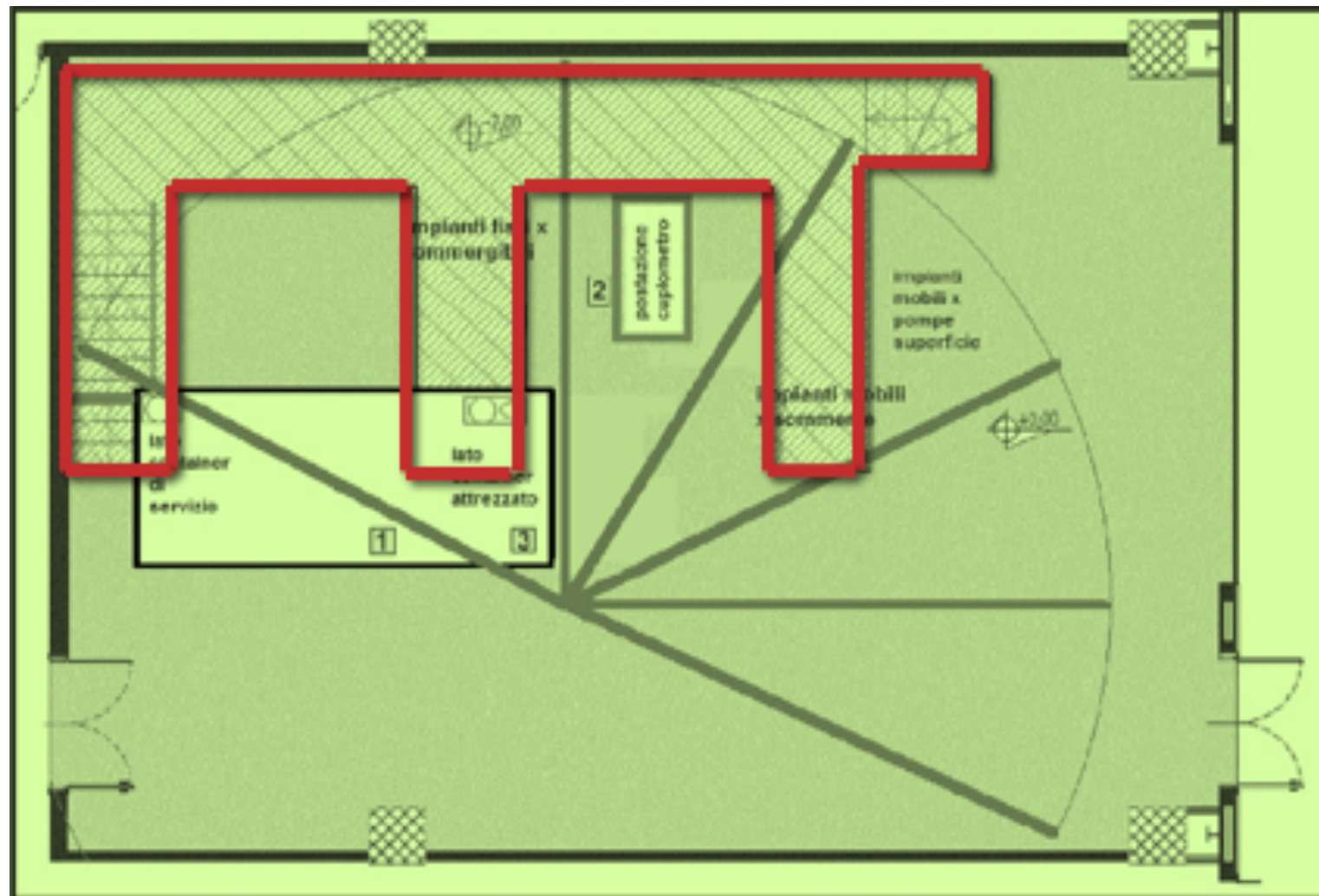
OBIETTIVO : collaudo di una PAT



Laboratorio di Idroenergetica – **HELAB** (**H**ydro **E**nergy **LAB**)



VASCA SOTTERRANEA di alimentazione



- volume di circa 110 m³ d'acqua
- con profondità di circa 2,80 m

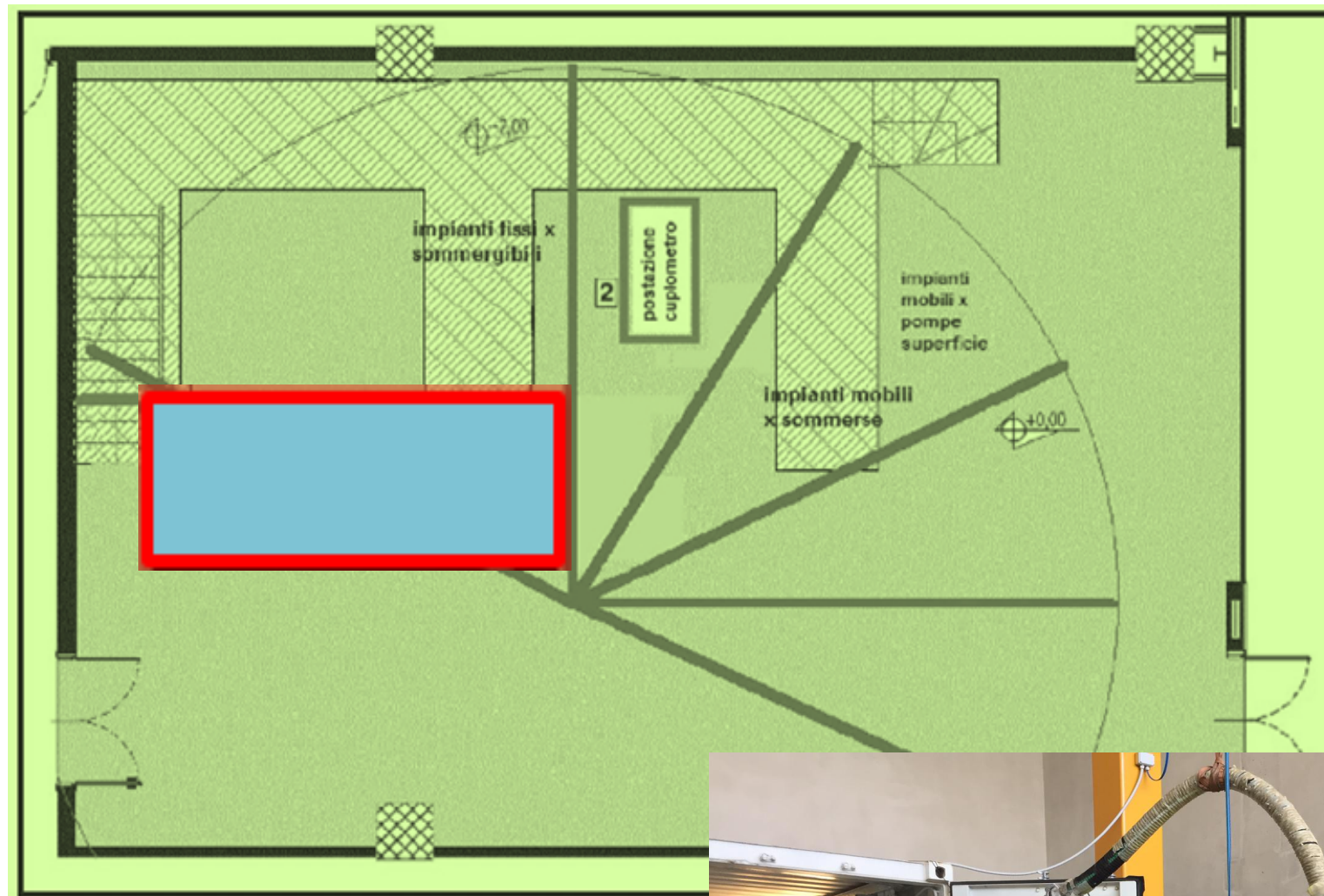


Laboratorio di Idroenergetica – **HELAB** (H**Y**dro **E**nergy **LAB**)

CONTAINER con strumenti di misura



Il laboratorio è semimobile



Laboratorio di Idroenergetica – **HELAB** (Hydro Energy LAB)

Catalogo raccorderia idraulica

MOTORI

Motori	Nome motore	RPM	P [kW]	IMAX [A]
Kelm	V2180M4	1465	18,5	33
Seipee	JM160MA2B3	2195	11	19,3
Seipee	JM160LA2B3	2940	18,5	32,5
Motore sincrono	ZEPH160LGB3	1500	11	15,4
Motore sincrono	ZEPH160LGB3	3000	18,5	37,2
DAB	M100L 1-4	1450	2,2	5,05
FELM	F2 160 L4	1460	15	28,1/16,2
FELM	F2 160 L4	1752	17,2	28,1
GRUPPO BLU	PATS 65-20	2900	30	55,5
	Q [m^3/h]	H [m]	DN asp	DN mand
	110	55	80	65

CATALOGO					
Art.	Descrizione	DN	Art.	Descrizione	DN
3	GIUNTI FILETTATI F/M	2" - 1"1/4	1	SARACINESCHE	80
1	GIUNTI FILETTATI F/M	1"1/4 - 1"	1	SARACINESCHE	100
2	GIUNTI FILETTATI F/M	2" - 2"1/4	1	SARACINESCHE	150
1	GIUNTI FILETTATI F/M	1"1/2 - 2"	1	SARACINESCHE	50
1	GIUNTI FILETTATI F/M	1"1/4 - 1"1/2	1	TRONCHETTI MISURA	80
2	GIUNTI FILETTATI F/M	2"1/2 - 3"	1	TRONCHETTI MISURA	150
3	GIUNTI FILETTATI F/M	1" - 1"1/4	1	TRONCHETTI MISURA	100
1	GIUNTI FILETTATI F/M	1"1/4 - 2"	2	GOMITO FILETTATO	1"
2	GIUNTI FILETTATI F/F	3" - 2"1/2	2	GOMITO FILETTATO	2"
2	GIUNTI FILETTATI F/F	2" - 2"1/2	1	CHIAVARDA	1"1/4
2	NIPLESS M/M	2"1/2	1	CHIAVARDA	1"
3	NIPLESS M/M	2"	1	FLANGIA TUBO FILETTATO	M 80 (3")
1	NIPLESS M/M	1"	3	FLANGIA TUBO FILETTATO	F 32 (1")
1	MANICOTTI F/F	2"	2	FLANGIA TUBO FILETTATO	F 50 (2")
1	RIDUZIONI FLANGIATE	100 - 80	1	TUBI ASPIRAZIONE CURV	100
1	RIDUZIONI FLANGIATE	80 - 65	1	TUBI ASPIRAZIONE CURV	50
1	RIDUZIONI FLANGIATE	50 - 80	1	TUBI ASPIRAZIONE CURV	200
1	RIDUZIONI FLANGIATE	80 - 65	1	CURVE FLANGIATE	150
1	RIDUZIONI FLANGIATE	125 - 100	1	CURVE FLANGIATE	80
2	RIDUZIONI FLANGIATE	50 - 40	1	CURVE FLANGIATE	100
1	RIDUZIONI FLANGIATE	50 - 32	1	FLANGIATO A BICCHIERE	65
1	RIDUZIONI FLANGIATE	150 - 125	1	FLANGIATO A BICCHIERE	125
1	RIDUZIONI FLANGIATE	25 - 40	1	FLANGIATO A BICCHIERE	80
1	RIDUZIONI FLANGIATE	40 - 25	1	FLANGIATO A BICCHIERE	150
1	RIDUZIONI FLANGIATE	200 - 150	1	TUBI VARIA MISURA	2"
1	RIDUZIONI FLANGIATE	50 - 32	1	TUBI VARIA MISURA	1"



saracinesca



curva flangiata



riduzione flangiata



nipless



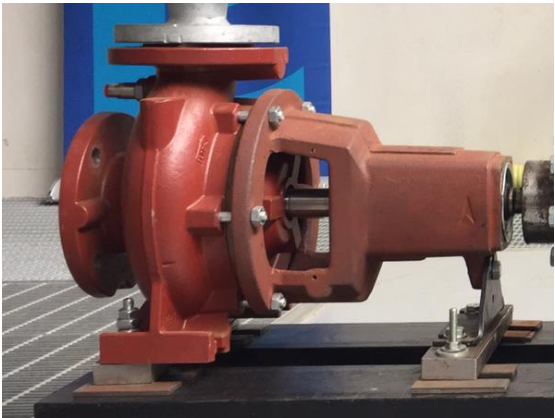
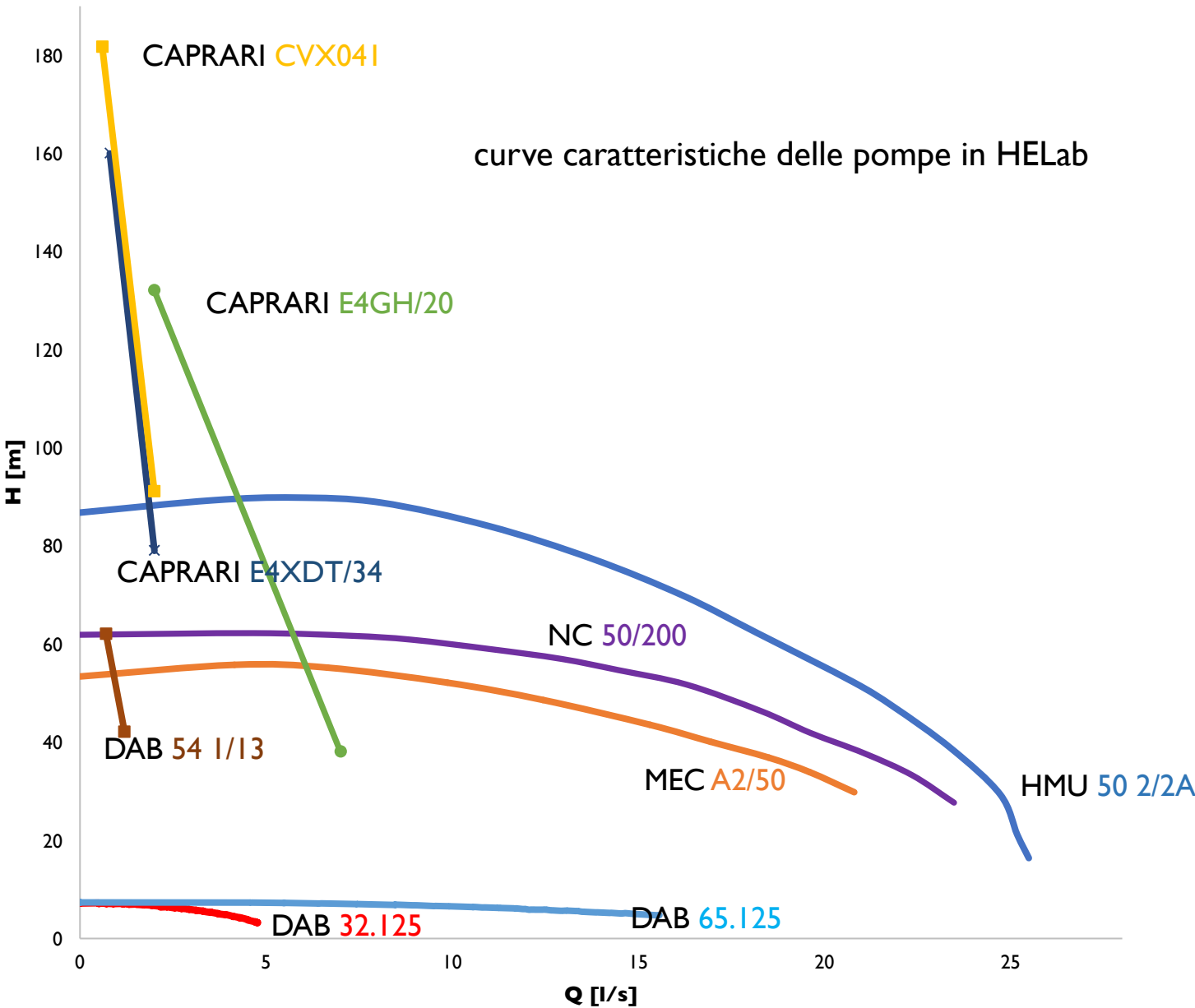
flangia con
tubo filettato



giunto
filettato

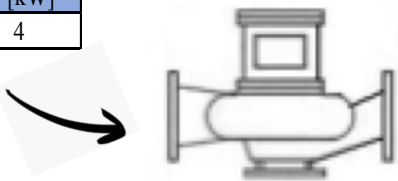


Curve caratteristiche delle pompe oggetto di studio



Pompe di superficie		aspirazione	mandata
DAB	50/125 144	DN 65	DN 50
DAB	32/125 140	DN 50	DN 32
CAPRARI	MEC A2/50	68/185/4	48/165/4
CAPRARI	NC 50/200	60/128/4	48/165/4
CAPRARI	HMU 50-2/2A	90/200/8	52/165/4
CALPEDA	NM 200 400 GG 22	DN 250	DN 200

Pompe in-line				
Caprari	Q [l/s]	H [m]	mandata	P [kW]
CVX041/20+F0400T211	0,6/2	181,6/91	DN 32	4

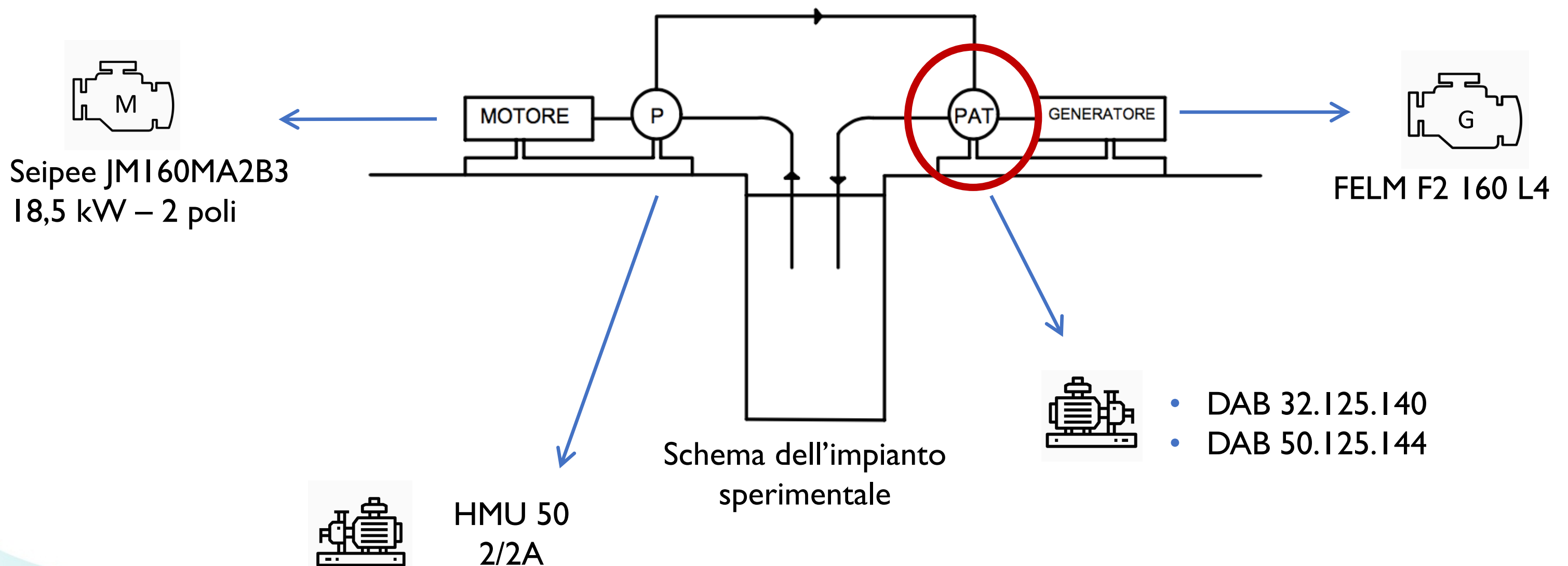


Pompe sommerse		Q [l/s]	H [m]	mandata	P [W]
CAPRARI	E4GH/20	2/7-	132/38	55 (2")	-
CAPRARI	E4XDT/34	0,8/2	160/79	40 (1" 1/4)	-
DAB	54-1/13	2,52/4,32	62/42	40 (1" 1/4)	370
Stars monofase	E4 E30/21	-	-	40 (1" 1/4)	1,5
Vansan	VSP 55 0 60 17	16 [m ³ /h]	87	73 (2" 1/2)	5,5
KCO	304 EX60	POMPA USURATA			

Impianto sperimentale

Progettazione

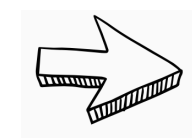
- un gruppo composto da un motore e da una pompa di spinta che preleva acqua dalla vasca.
- un gruppo composto da una PAT e da un generatore, che riceve acqua dalla pompa di spinta la reimmette nella vasca dalla condotta di mandata.



Scelta delle macchine inverse - PAT

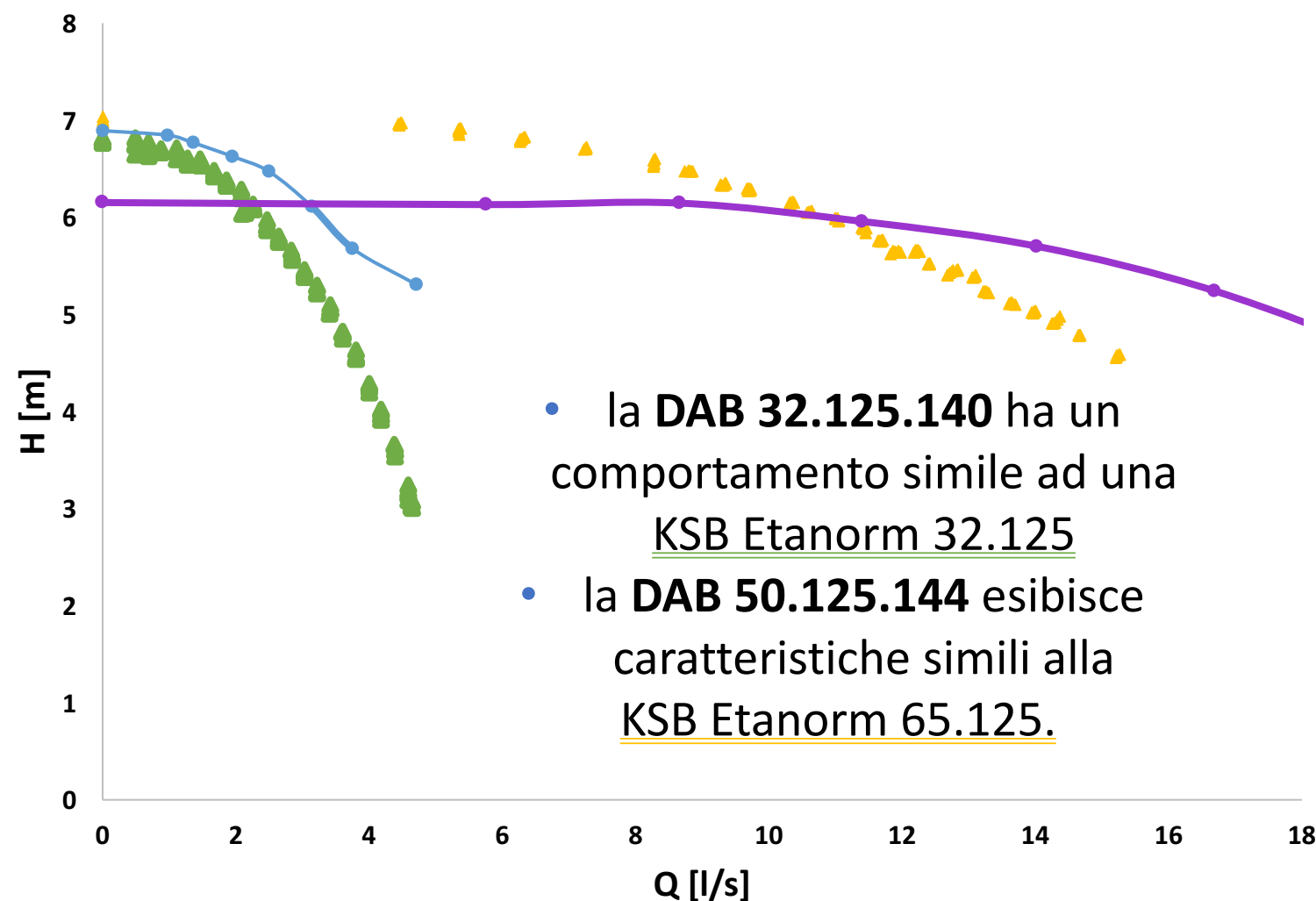
Funzionamento con motore a 4 poli

- **DAB 32.125.140**
- **DAB 50.125.144**



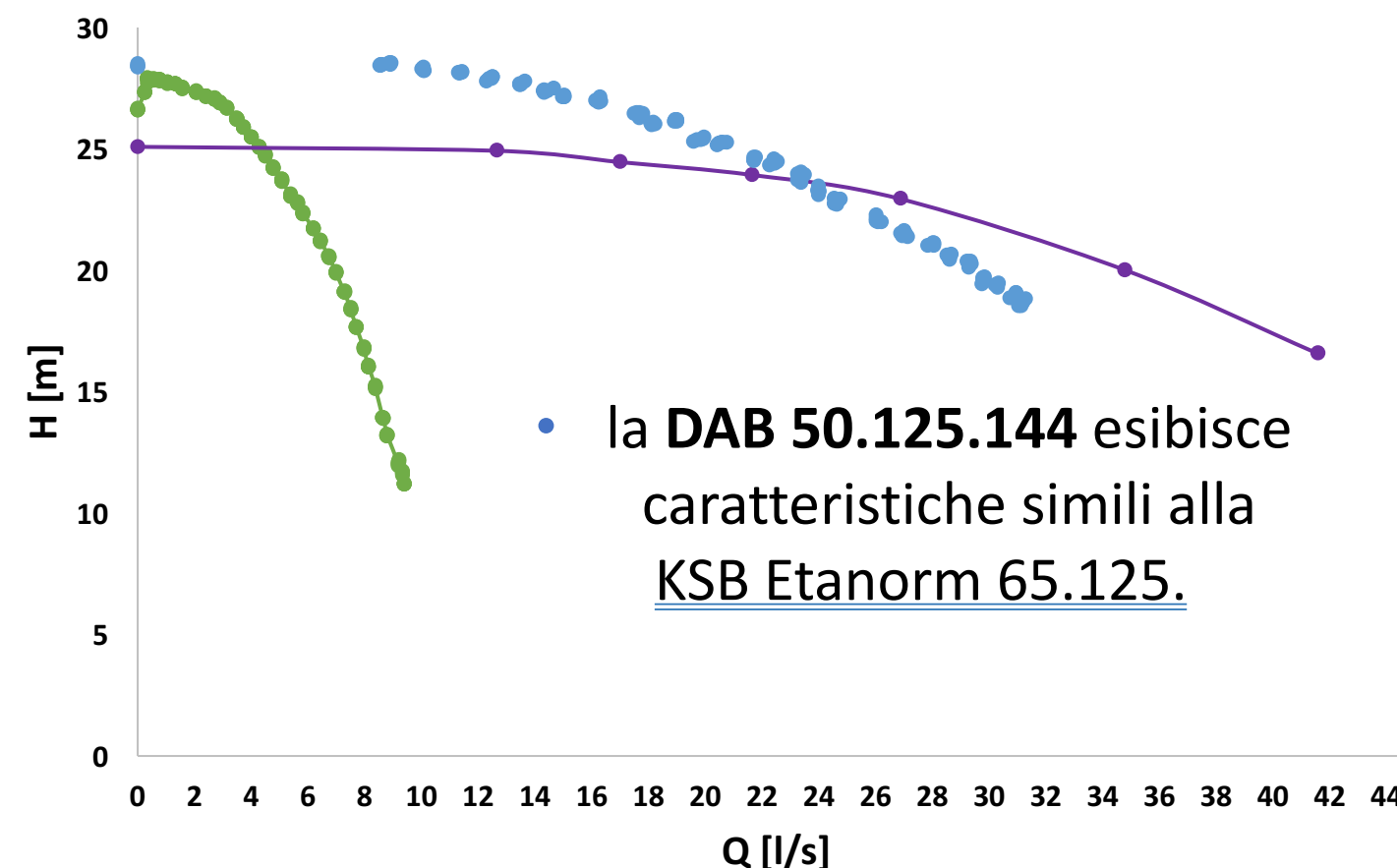
- **KSB Etanorm 65.125**
- **KSB Etanorm 32.125**

- ▲ DAB 32.125.140
- ▲ DAB 50.125
- KSB Etanorm 32.125
- KSB Etanorm 65.125



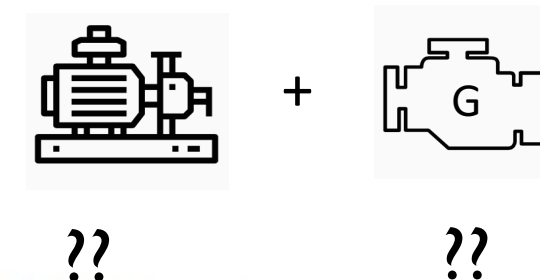
Funzionamento con motore a 2 poli

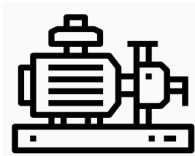
- DAB 32.125.140
- DAB 50.125.144
- KSB Etanorm 65.125



IPOTESI: due macchine che abbiano un comportamento a pompa
similare esibiscano caratteristiche simili anche a turbina.

GRUPPO PAT-GENERATORE

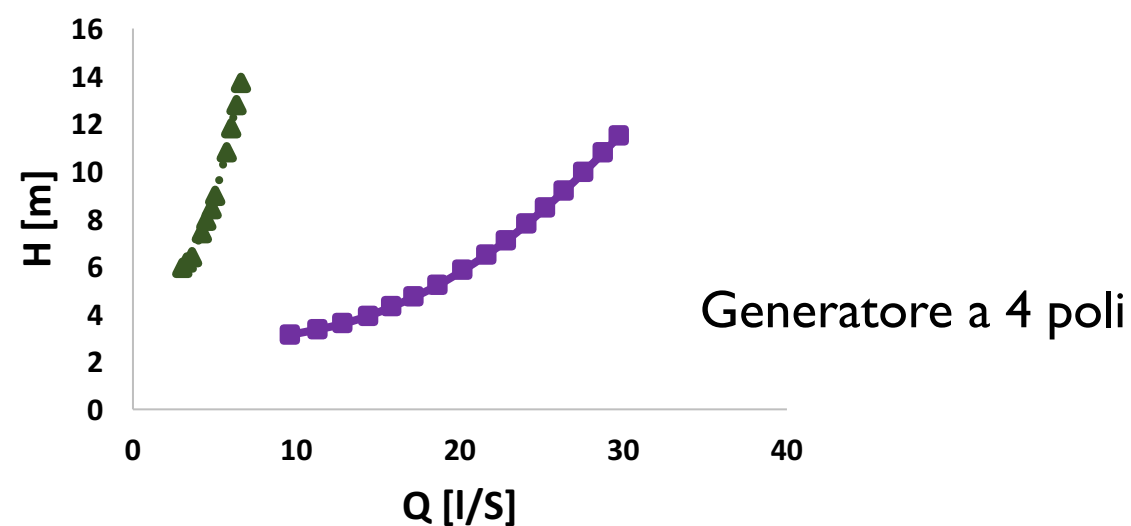




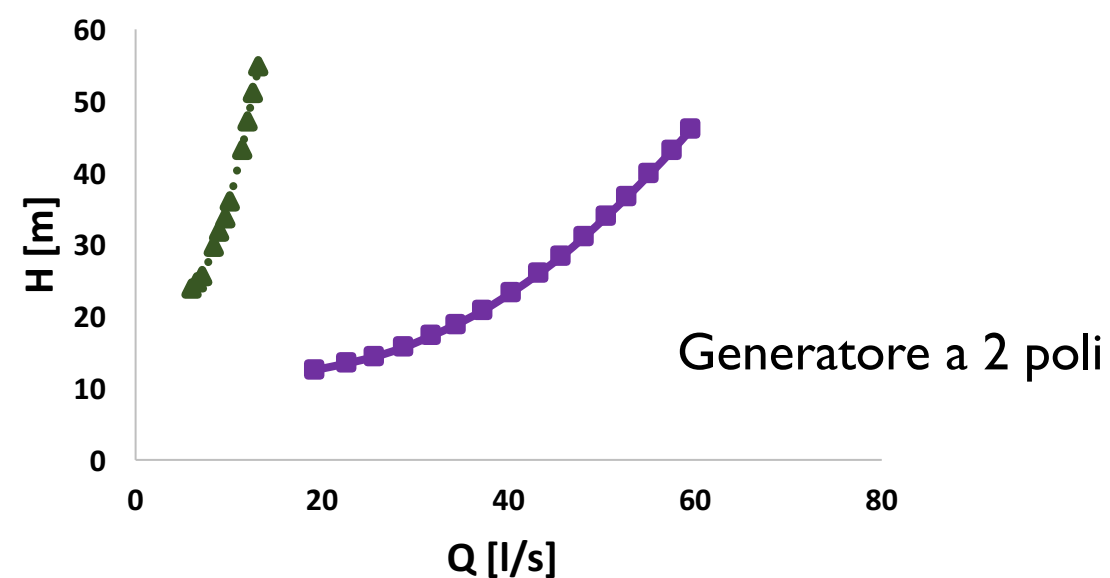
Scelta delle macchine inverse - PAT

Funzionamento a turbina

- KSB Etanorm 32.125 (DAB 32?)
- KSB Etanorm 65.125 (DAB 50?)



- KSB Etanorm 32.125 (DAB 32?)
- KSB Etanorm 65.125 (DAB 50?)



- **DAB 32.I25.I40**
- **DAB 50.I25.I44**



- KSB Etanorm 65.125
- KSB Etanorm 32.125

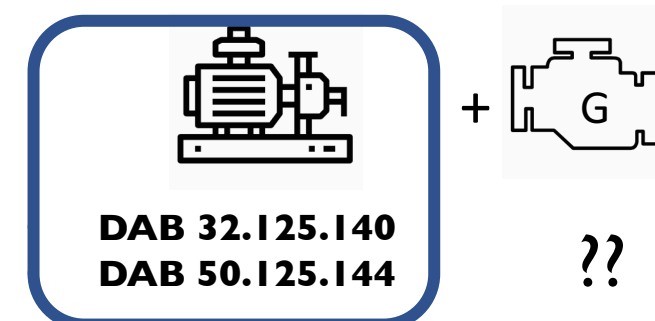


Come si sono
riportate le curve
delle 2 macchine KSB
alle velocità di
collaudo 1500 e
3000 rpm ??

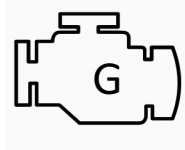


Legge dell'affinità delle turbomacchine

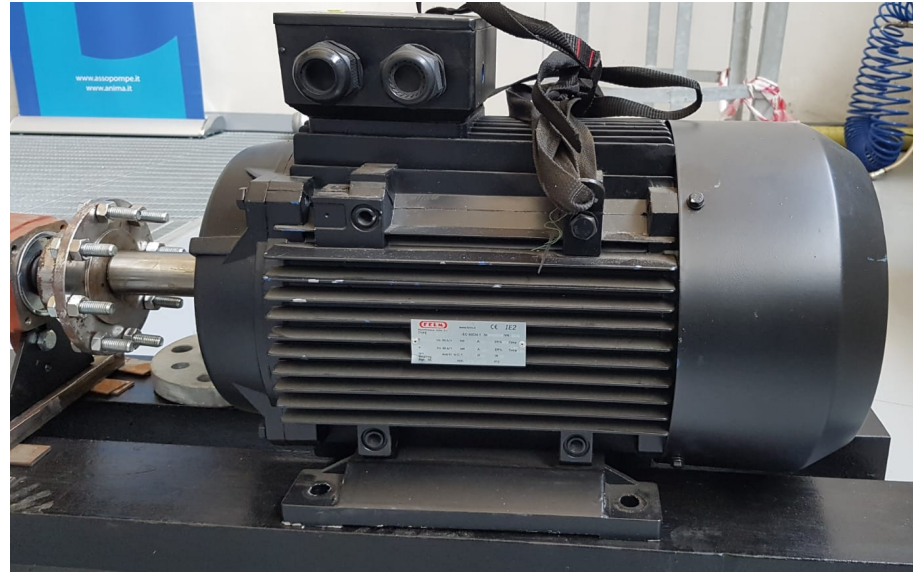
GRUPPO PAT-GENERATORE



??



Scelta del generatore

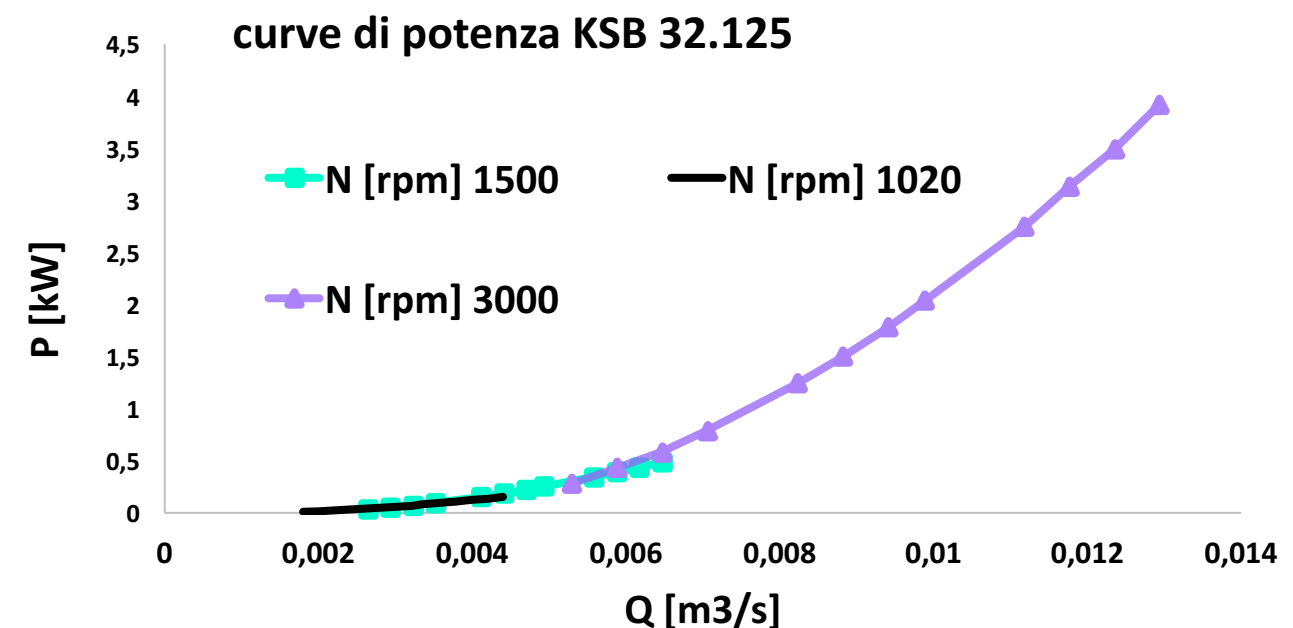
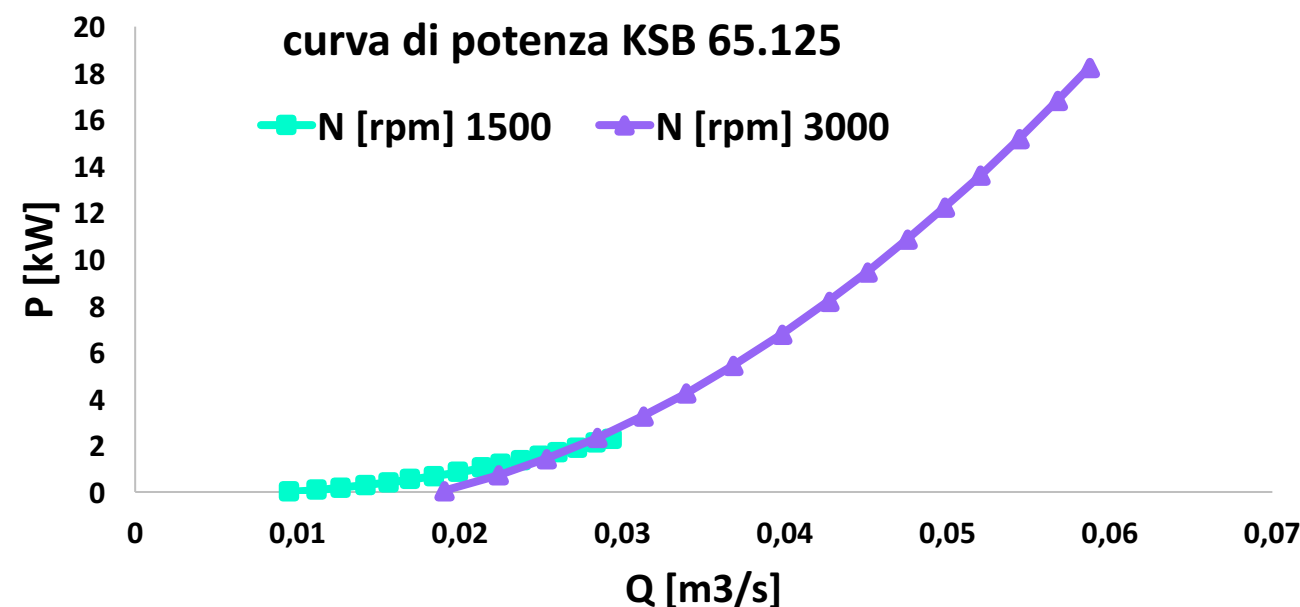


- Generatore FELM I60 L4

$$P_{MAX} \text{ 15 kW} > P_{KSB}$$

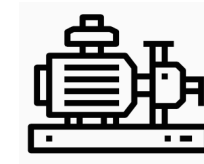
- Generatore FELM I60 L2

$$P_{MAX} \text{ 18.5 kW} > P_{KSB}$$



IL GRUPPO PAT GENERATORE NON E' STATO REALIZZATO IN QUESTO STUDIO, MA SARA' COLLAUDATO IN SEGUITO SULLA BASE DI TALE PROGETTAZIONE.

GRUPPO PAT-GENERATORE

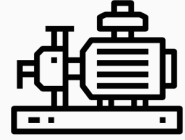


+

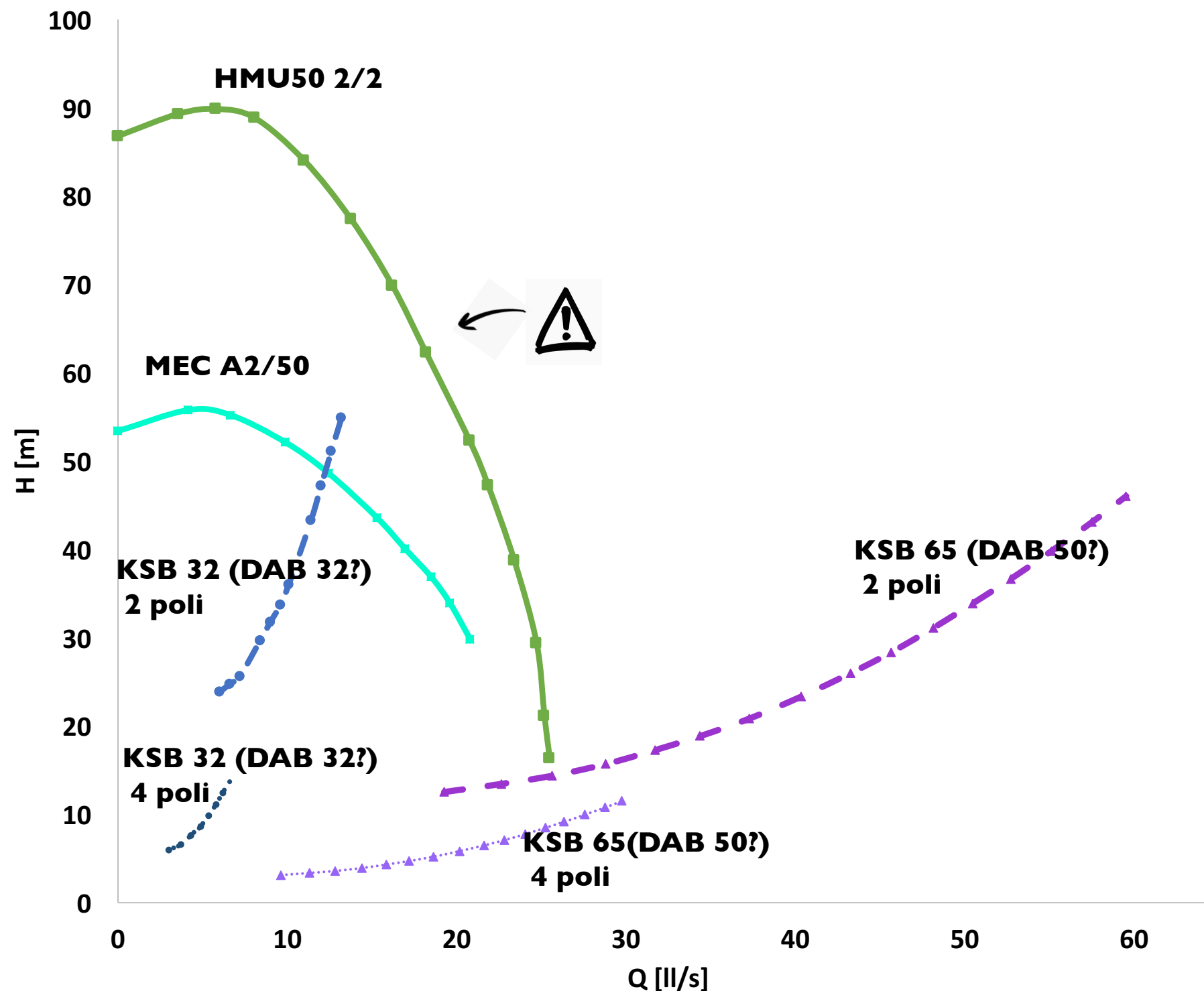


- DAB 32.125.140
- DAB 50.125.144

- FELM I60 L4
- FELM I60 L2



Sceita della pompa di spinta

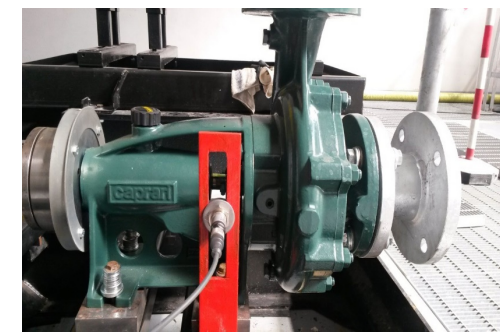


HMU50-2/2



$H_{MAX} = 90 \text{ m}$
 $N = 3000 \text{ rpm}$
 $Q < 26 \text{ l/s}$

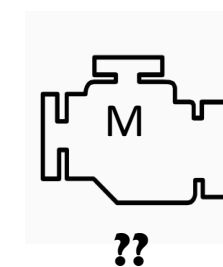
MEC A2/50



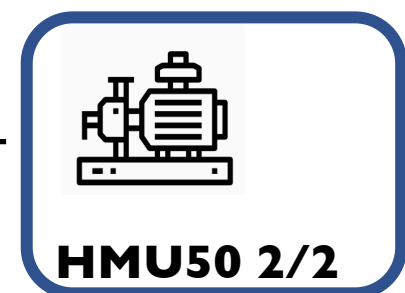
$H_{MAX} = 60 \text{ m}$
 $N = 3000 \text{ rpm}$
 $Q < 27 \text{ l/s}$

Si è scelta la HMU 50-2/2

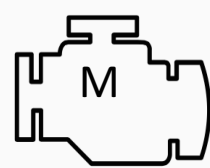
GRUPPO MOTORE-POMPA



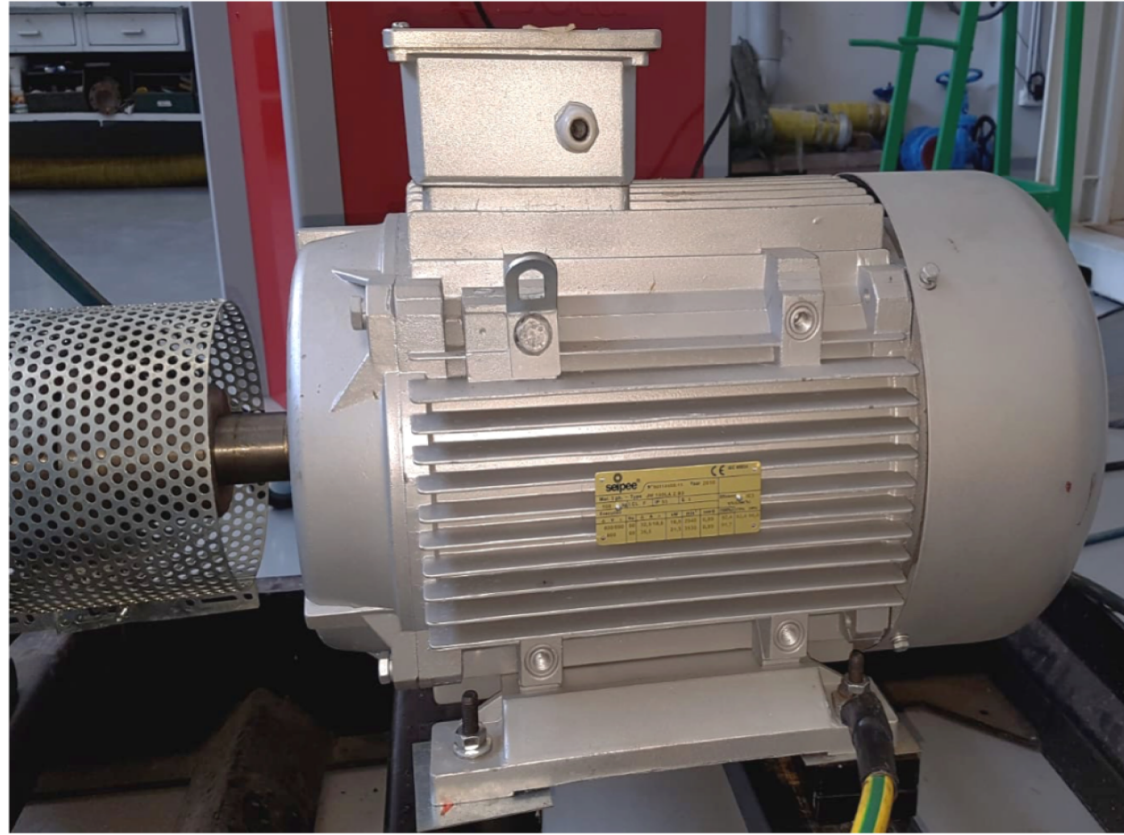
+



HMU50 2/2



Scelta del motore



Si utilizzerà il motore asincrono della SEIPEE JMI 60MA2B3 a **2 poli**. Tale motore è stato già utilizzato in accoppiamento con la pompa HMU50 2/2 (Conte 2017)



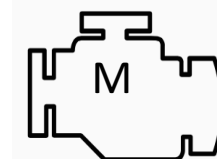
E' necessario un **nuovo collaudo** per verificare che i dati raccolti nel 2017 siano ancora validi

P_{MAX} 18.5 kW



GRUPPO MOTORE-POMPA

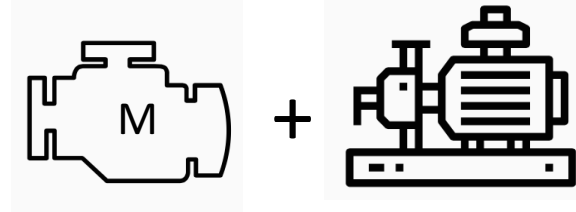
Seippee
JMI 60MA2B3 a 2 poli



+

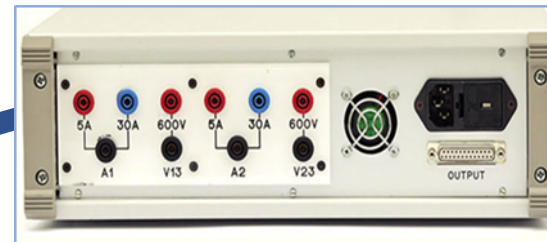


HMU50 2/2



Montaggio del gruppo MOTORE-POMPA di SPINTA

Valvola di regolazione manuale di portata

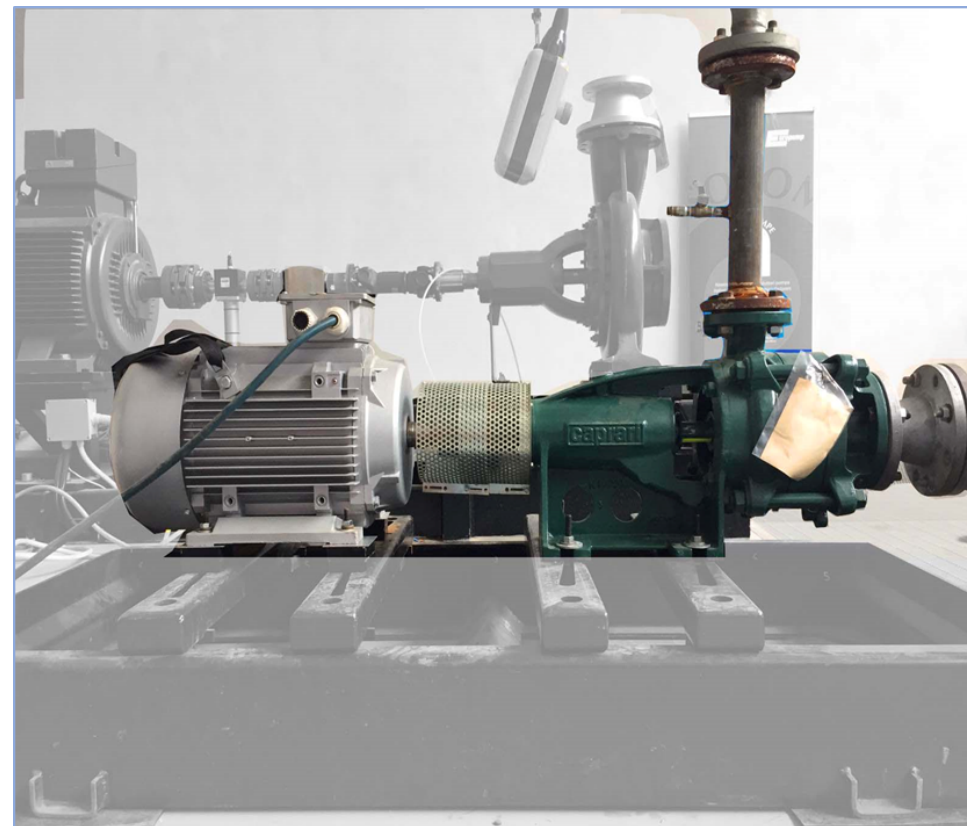


Multimetro

Misuratore elettromagnetico di portata



Presenza di pressione in mandata un attacco



Misuratore di pressione

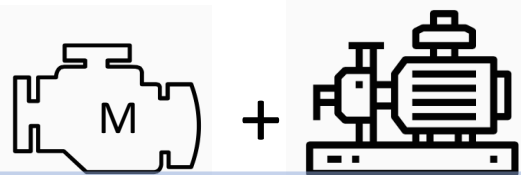


Presenza di pressione in aspirazione quattro attacchi

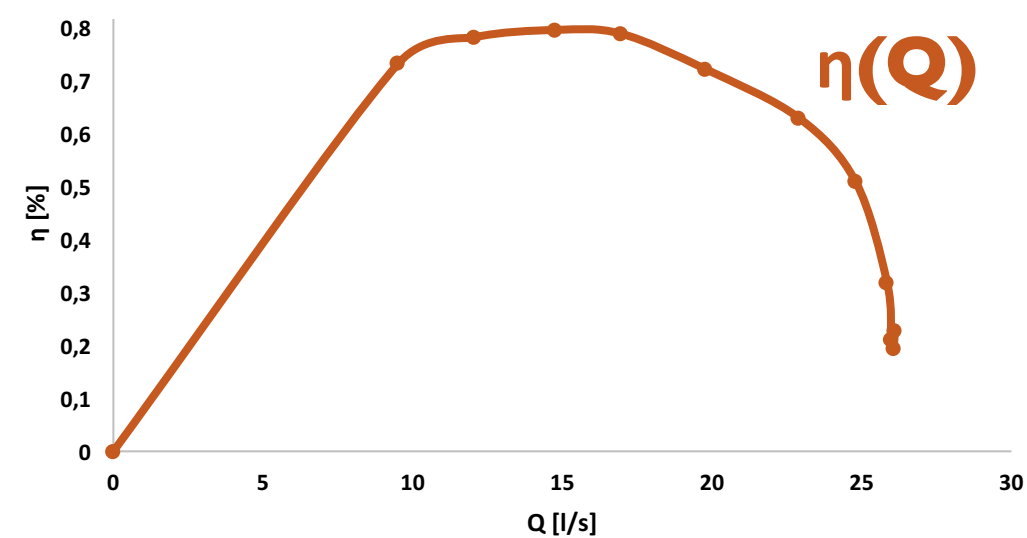
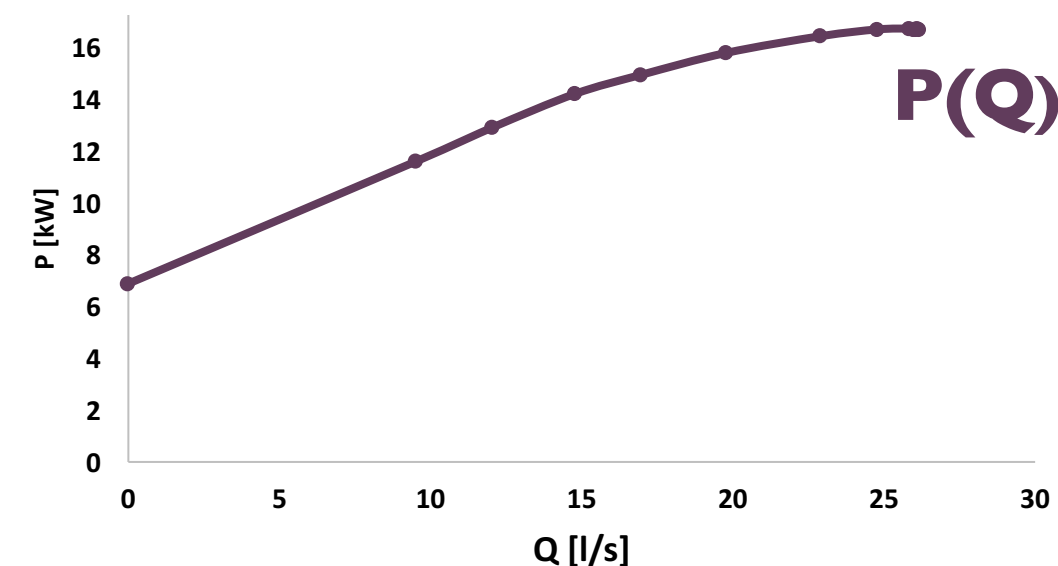
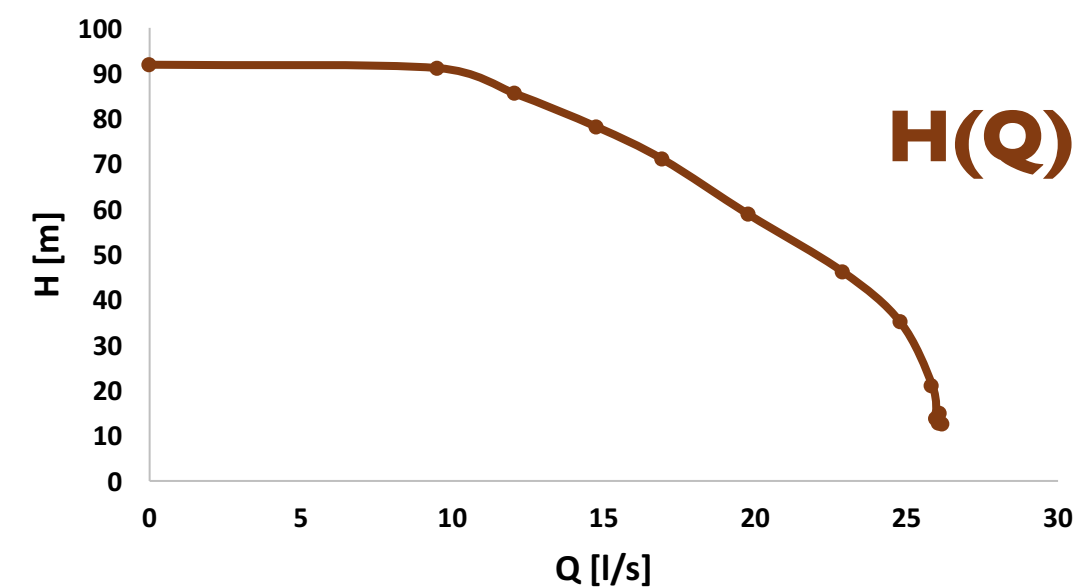
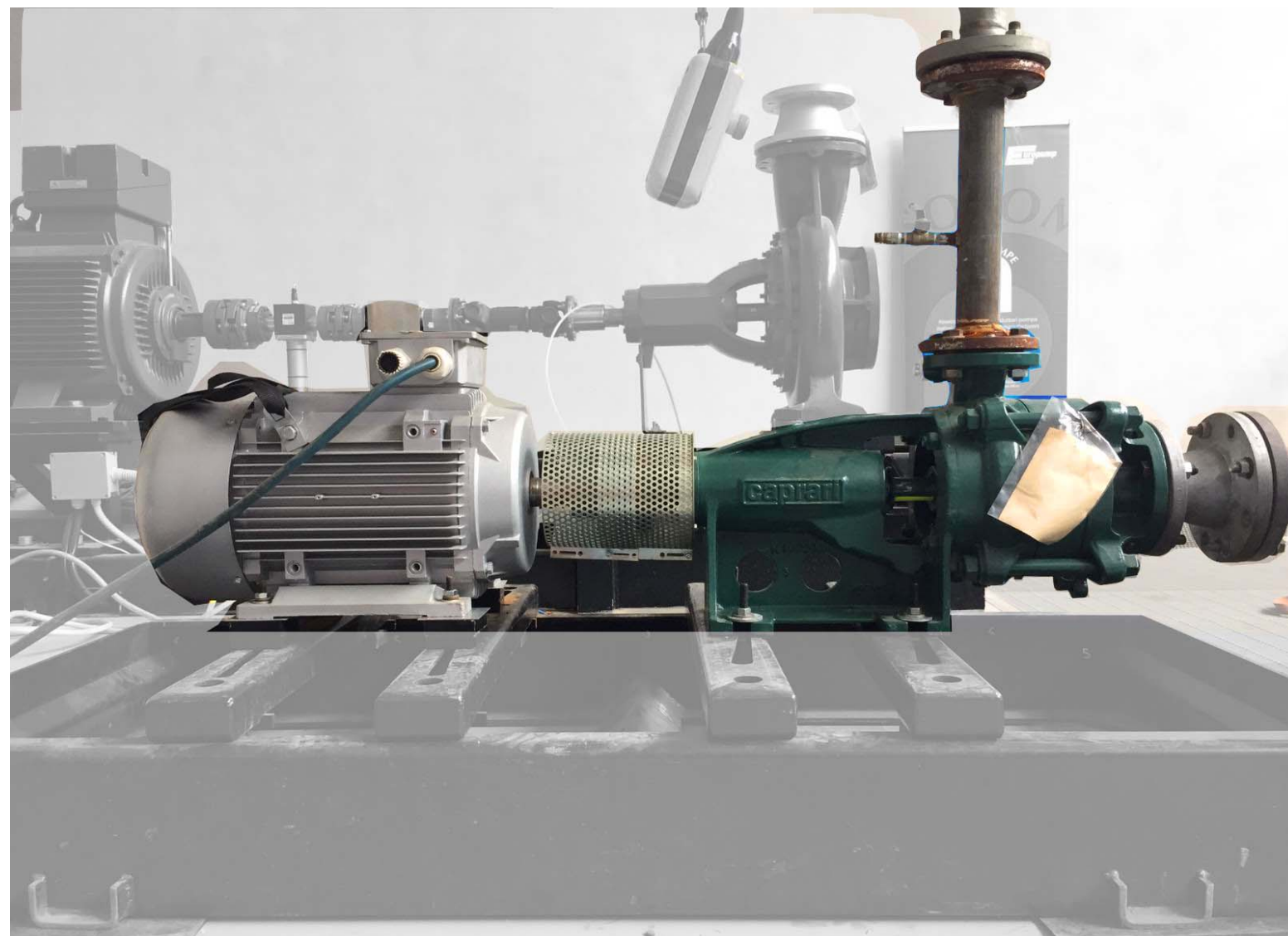


Software utilizzati per la raccolta dati e per azionare l'impianto:

- PUMP TEST
- APPLICATION



Collaudo del gruppo MOTORE-POMPA di SPINTA



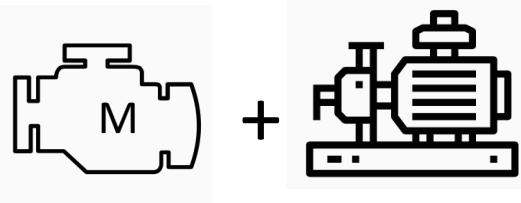
Risultati delle misure effettuate nel nuovo collaudo

Q_{MAX} 14.7 l/s

P_{MAX} 14.21 kW

H_{MAX} 78.1 m

η_{MAX} 80%



Gruppo MOTORE-POMPA di SPINTA

RISULTATI CONFRONTO :

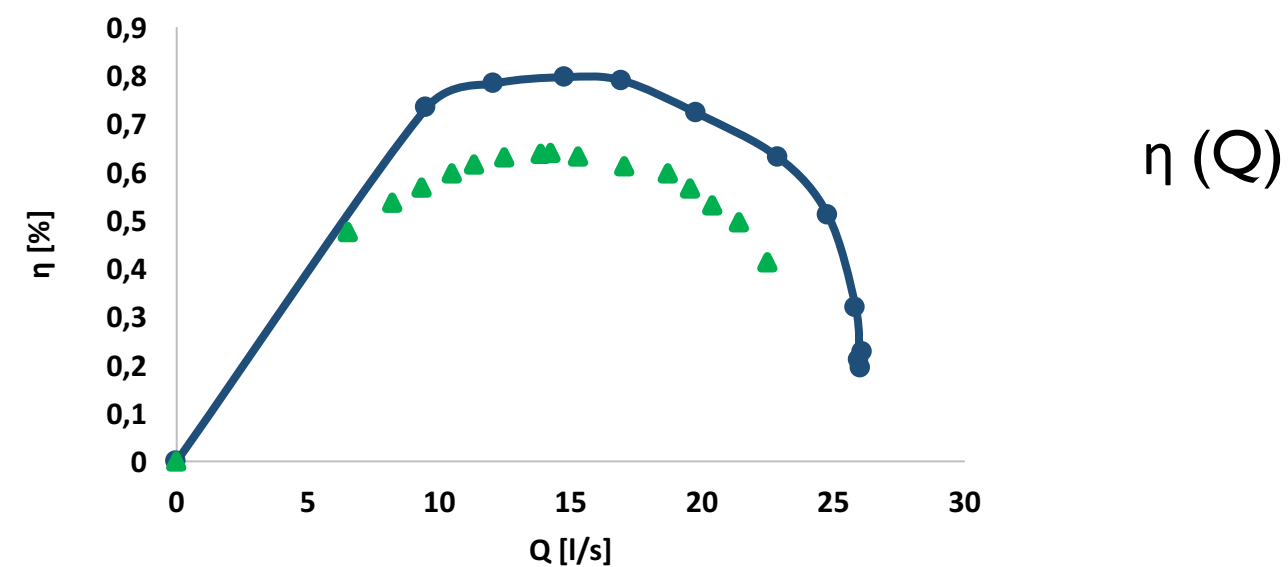
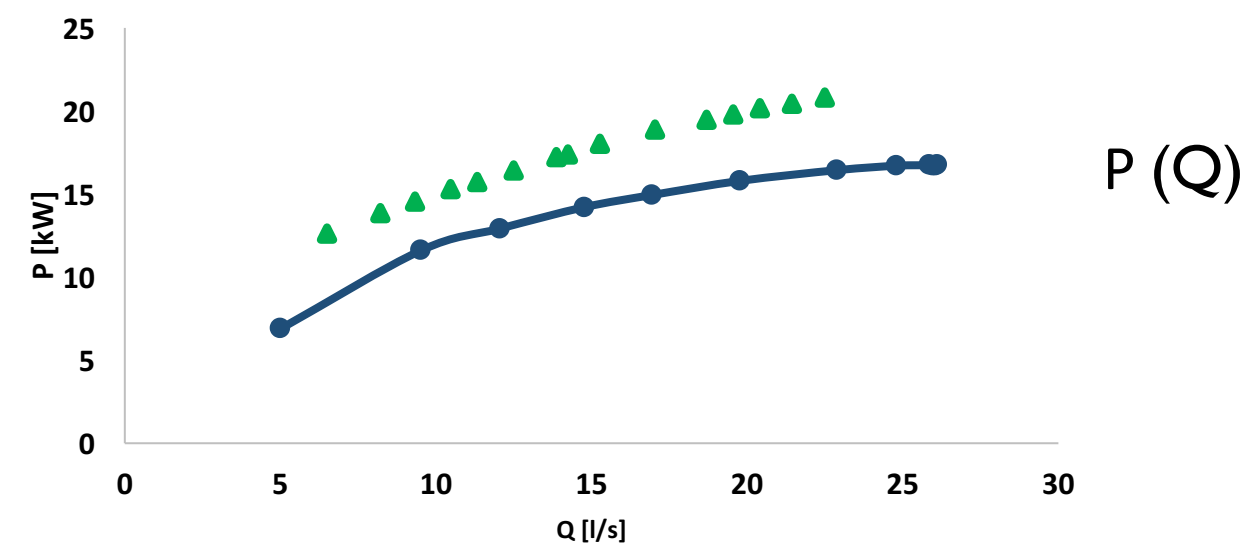
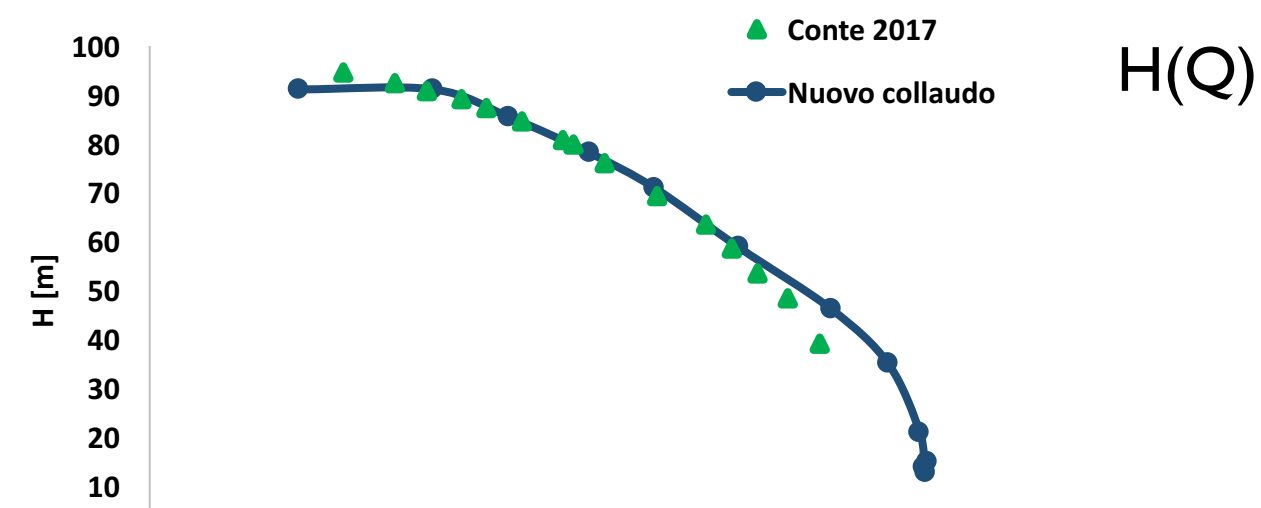
Marcate differenze di potenza

$$P_{\text{nuovo collaudo}} < P_{\text{Conte 2017}}$$

Consequente differenza di rendimento

$$\eta_{\text{nuovo collaudo}} > \eta_{\text{Conte 2017}}$$

- allineamento d'asse tra la pompa e il motore
- corretta lubrificazione della macchina operatrice
- prima di procedere al collaudo della PAT si dovrà verificare la taratura del misuratore di potenza



CONCLUSIONI

- In tale elaborato di tesi si è effettuata una **catalogazione** di pompe , motori e raccorderia idraulica al fine di progettare un impianto di collaudo di PAT;
- Si è **progettato** l'impianto con tutte le sue componenti;
- Si è **montato** il gruppo motore-pompa di spinta e si è **effettuata** una prova di collaudo;
- Ottimi **risultati** del collaudo, grazie al quale si è pervenuti alla probabile necessità di tarare nuovamente il misuratore di potenza prima di proseguire con il collaudo delle PAT;
- L'importanza di **proseguire tale studio** al fine di effettuare collaudi sulle PAT selezionate in laboratorio per ricavarne le curve caratteristiche effettive del funzionamento a turbina.

A photograph of an industrial laboratory or workshop. In the center, a robotic arm with a yellow and black flexible hose is positioned over a piece of machinery. To the left, there's a large blue valve and a pump. To the right, another pump is visible. The floor is grey, and the background is a plain wall. The text "GRAZIE PER L'ATTENZIONE" is overlaid in the center.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE