



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

LABORATORIO DE MÁQUINAS

ICM557

Informe N°9: Curvas características de una bomba centrífuga

Autor:

Ignacio Soto

Profesores:

Cristóbal Galleguillos

Tomás Herrera

11 de diciembre de 2020



Índice

1. Tabulación de valores medidos	2
2. Tabulación datos calculados	3
3. Curva H vs Q	5
4. Curva P vs Q	5
5. Curva Ψ vs Φ	6



1. Tabulación de valores medidos

VALORES MEDIDOS										
3070 [rpm]										
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	F _x	T	P _{atm}
	[rpm]	[m]	[m]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	3070	115	165	3075	89,5	6,5	146	1,54	16	758,7
2	3070	115	165	3076	92	13,6	133	1,68	16	758,7
3	3070	115	165	3076	94,8	19,4	118	1,79	16	758,7
4	3070	115	165	3076	97	24,5	104	1,85	16	758,7
5	3070	115	165	3077	99,4	29,1	91	1,89	16	758,7
6	3070	115	165	3078	101,7	34,4	76	1,91	16	758,7
7	3070	115	165	3078	105,2	41,3	59	1,92	16	758,7
8	3070	115	165	3078	107,6	46,2	45	1,89	16	758,7
9	3070	115	165	3078	110	49,2	32	1,83	16	758,7
10	3070	115	165	3077	112,5	54,4	17	1,69	16	758,7
11	3070	115	165	3078	114,3	56,9	9	1,55	16	758,7
12	3070	115	165	3078	120,5	62,1	0	1,13	16	758,7
13										

Figura 1: Tabla de valores medidos N°1

VALORES MEDIDOS										
2900 [rpm]										
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	F _x	T	P _{atm}
	[rpm]	[m]	[m]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	2900	115	165	2903	91,5	6,2	134	1,37	16	758,7
2	2900	115	165	2903	93,9	12,7	121	1,47	16,5	758,7
3	2900	115	165	2903	96,3	16,4	109	1,55	16,5	758,7
4	2900	115	165	2903	98,7	21,4	95	1,62	17	758,7
5	2900	115	165	2903	100,5	26,1	82	1,65	17	758,7
6	2900	115	165	2902	103,4	30,5	70	1,68	17	758,7
7	2900	115	165	2904	105,6	35,5	56	1,69	17	758,7
8	2900	115	165	2902	108,1	40,2	43	1,68	17	758,7
9	2900	115	165	2903	110	44,3	30	1,6	17	758,7
10	2900	115	165	2903	112,3	48,1	17	1,49	17	758,7
11	2900	115	165	2904	114,6	51,2	8	1,37	17	758,7
12	2900	115	165	2904	119,5	56,1	0	0,94	17	758,7
13										

Figura 2: Tabla de valores medidos N°2



Informe N°9: Curvas características de una bomba centrífuga

VALORES MEDIDOS										
2700 [rpm]										
	n	cpax	cpdx	nx	pax	pdx	Δh_x	Fx	T	P _{atm}
	[rpm]	[mm]	[mm]	[rpm]	[%]	[%]	[mmHg]	[kp]	[°C]	[mmHg]
1	2700	115	165	2702	94,3	5,8	118	1,16	17	758,7
2	2700	115	165	2703	96,8	10,5	106	1,24	17	758,7
3	2700	115	165	2703	98,5	14,5	95	1,3	17	758,7
4	2700	115	165	2703	100	18,1	84	1,34	17	758,7
5	2700	115	165	2702	102,4	22,6	72	1,38	17	758,7
6	2700	115	165	2703	104,8	26,9	60	1,4	17	758,7
7	2700	115	165	2703	107,1	32,1	47	1,4	17	758,7
8	2700	115	165	2702	109,1	36,1	35	1,38	17	758,7
9	2700	115	165	2702	111,3	39,9	23	1,3	17	758,7
10	2700	115	165	2703	113,6	43,5	11	1,18	17	758,7
11	2700	115	165	2703	114,9	45,3	5	1,05	17	758,7
0	2700	115	165	2703	119,6	49,1	0	0,78	17	758,7

Figura 3: Tabla de valores medidos N°3

2. Tabulación datos calculados

n = 3070 [RPM]													
Q _s	Q	p _{a_s}	p _{d_s}	H _s	H	N _{ex}	N _e	N _h	η_{el}	U ₂	cm ₂	Φ	Ψ
[m ³ /h]	[m ³ /h]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[kW]	[kW]	[kW]	[-]	[m/s]	[m/s]	[-]	[-]
101,16	88,82341	-1,165	2,765	3,93	3,029911	3,48296	2,357786	0,747575	31,70665	21,73589	2,39406	0,110143	0,125784
98,64	86,58257	-0,915	5,605	6,52	5,023454	3,800829	2,570458	1,208177	47,00238	21,74296	2,333663	0,10733	0,208409
91,08	79,94668	-0,635	7,925	8,56	6,59521	4,049692	2,738762	1,464625	53,47764	21,74296	2,154805	0,099104	0,273616
84,6	74,25878	-0,415	9,965	10,38	7,997463	4,185436	2,830564	1,649672	58,28066	21,74296	2,001499	0,092053	0,331792
79,2	69,49626	-0,175	11,805	11,98	9,224214	4,277322	2,889886	1,78069	61,61799	21,75003	1,873135	0,086121	0,382437
72,72	63,78947	0,055	13,925	13,87	10,67251	4,32399	2,91857	1,891095	64,79525	21,7571	1,71932	0,079023	0,442197
65,88	57,78947	0,405	16,685	16,28	12,52693	4,346628	2,93385	2,010902	68,5414	21,7571	1,557601	0,07159	0,519031
59,76	52,42105	0,645	18,645	18	13,85042	4,278712	2,888009	2,016815	69,83409	21,7571	1,412906	0,06494	0,573867
52,92	46,42105	0,885	19,845	18,96	14,5891	4,14288	2,796326	1,881227	67,27493	21,7571	1,251188	0,057507	0,604474
46,08	40,43419	1,135	21,925	20,79	16,00763	3,824696	2,584078	1,797932	69,5773	21,75003	1,089824	0,050107	0,663679
34,2	30	1,315	22,925	21,61	16,62819	3,508997	2,368473	1,385683	58,50532	21,7571	0,808591	0,037164	0,68896
0	0	1,935	25,005	23,07	17,75162	2,558172	1,726693	0	0	21,7571	0	0	0,735507

Figura 4: Tabla de valor calculado N°1



Informe N°9: Curvas características de una bomba centrífuga

n = 2900 [RPM]													
Q _s	Q	pa _s	pd _s	H _s	H	Nex	Ne	Nh	η _{el}	U ₂	cm ₂	Φ	Ψ
[m³/h]	[m³/h]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[kW]	[kW]	[kW]	[-]	[m/s]	[m/s]	[-]	[-]
111,6	113,4068	-0,965	2,645	3,61	3,727839	2,925164	3,069554	1,17434	38,25768	20,5201	3,056657	0,148959	0,17364
105,12	106,8219	-0,725	5,245	5,97	6,164875	3,13868	3,293609	1,829288	55,54054	20,5201	2,879174	0,14031	0,287155
100,8	102,432	-0,485	6,725	7,21	7,445352	3,309493	3,472853	2,11845	61,00029	20,5201	2,760852	0,134544	0,346798
96,48	98,04203	-0,245	8,725	8,97	9,262802	3,458954	3,629691	2,522622	69,49963	20,5201	2,64253	0,128778	0,431454
88,2	89,62797	-0,065	10,605	10,67	11,01829	3,523008	3,696908	2,743187	74,20221	20,5201	2,415745	0,117726	0,513223
83,16	84,53549	0,225	12,365	12,14	12,54492	3,585827	3,766719	2,945808	78,20622	20,51303	2,278488	0,111075	0,584735
75,24	76,43182	0,445	14,365	13,92	14,36448	3,609657	3,783922	3,049732	80,59712	20,52717	2,060069	0,100358	0,668625
70,92	72,09304	0,695	16,245	15,55	16,06866	3,585827	3,766719	3,217884	85,42938	20,51303	1,943126	0,094726	0,748981
61,2	62,19084	0,885	17,885	17	17,55492	3,41625	3,58488	3,032653	84,59567	20,5201	1,676231	0,081687	0,817694
54,36	55,2401	1,115	19,405	18,29	18,88703	3,181383	3,33842	2,898115	86,81098	20,5201	1,488888	0,072558	0,879742
46,08	46,80992	1,345	20,645	19,3	19,91628	2,926172	3,06744	2,589664	84,42429	20,52717	1,261669	0,061463	0,927045
36	36,57025	1,835	22,605	20,77	21,43321	2,007738	2,104667	2,177272	103,4497	20,52717	0,985679	0,048018	0,997654
0	0	2,085	23,205	21,12	20,93508	2,179287	2,150728	0	0	20,94421	0	0	0,936046

Figura 5: Tabla de valor calculado N°2

n = 2700[RPM]													
Q _s	Q	pa _s	pd _s	H _s	H	Nex	Ne	Nh	η _{el}	U ₂	cm ₂	Φ	Ψ
[m³/h]	[m³/h]	[mca]	[mca]	[mca]	[mca]	[kW]	[kW]	[kW]	[-]	[m/s]	[m/s]	[-]	[-]
92,16	83,56477	-0,685	2,485	3,17	2,606278	2,305292	1,718574	0,604981	35,20248	19,09931	2,252324	0,117927	0,140132
87,48	79,2919	-0,435	4,365	4,8	3,943495	2,46519	1,835737	0,868576	47,31481	19,10638	2,137157	0,111856	0,211873
83,16	75,37625	-0,265	5,965	6,23	5,118328	2,584473	1,924563	1,071668	55,68368	19,10638	2,031618	0,106332	0,274993
77,76	70,48169	-0,115	7,405	7,52	6,178142	2,663996	1,983781	1,209572	60,97307	19,10638	1,899695	0,099427	0,331934
72,72	65,93782	0,125	9,205	9,08	7,465301	2,742503	2,04451	1,367349	66,87905	19,09931	1,777224	0,093052	0,401386
67,32	61,01887	0,365	10,925	10,56	8,675689	2,783279	2,072607	1,470502	70,94941	19,10638	1,644643	0,086078	0,46612
60,84	55,14539	0,595	13,005	12,41	10,19558	2,783279	2,072607	1,561775	75,3532	19,10638	1,486335	0,077793	0,547779
52,92	47,98446	0,795	14,605	13,81	11,35416	2,742503	2,04451	1,513398	74,02253	19,09931	1,293326	0,067716	0,610478
44,28	40,15026	1,015	16,125	15,11	12,42298	2,583517	1,925988	1,385517	71,93797	19,09931	1,082171	0,05666	0,667946
33,12	30,01998	1,245	17,565	16,32	13,40788	2,345907	1,746911	1,118068	64,00255	19,10638	0,809129	0,042349	0,720367
0	0	1,375	18,285	16,91	13,8926	2,087459	1,554455	0	0	19,10638	0	0	0,74641

Figura 6: Tabla de valor calculado N°3



3. Curva H vs Q

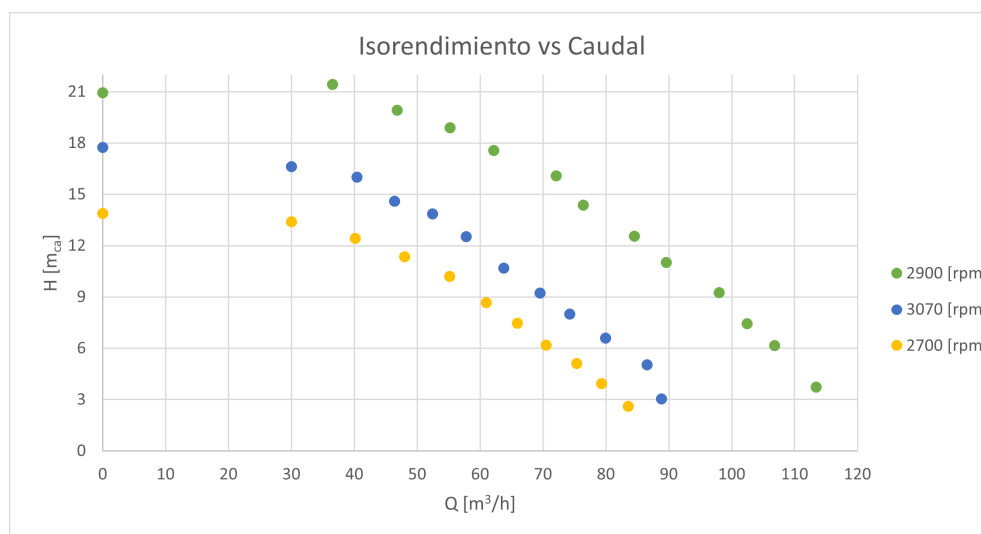


Figura 7: Gráfico del comportamiento de H vs Q

4. Curva P vs Q

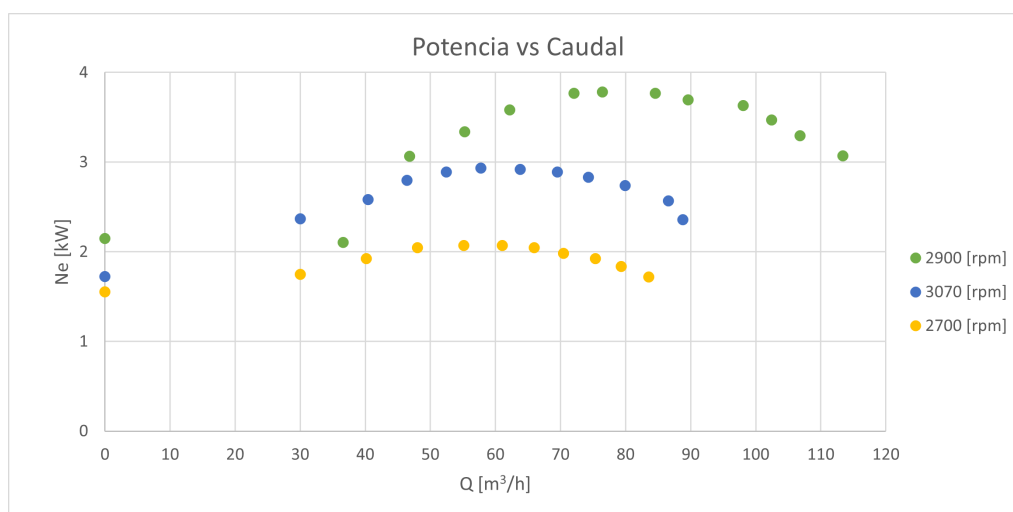


Figura 8: Gráfico del comportamiento de P vs Q



■ **¿Cuáles son las condiciones óptimas de operación de esta bomba?**

Se puede establecer la condición óptima de funcionamiento a través de las curvas de rendimiento global vs caudal. Para las 2700 y 3070 RPM, la condición óptima se da para un caudal de $55 \text{ m}^3/\text{h}$, mientras que para las 2900 RPM se da en el valor de caudal de $75 \text{ m}^3/\text{h}$.

■ **¿Las curvas tiene la forma esperada?**

Sí, son curvas características de una bomba.

■ **¿Cuál es la potencia máxima consumida?**

La potencia máxima consumida es de 3,78 kW a 2900 RPM

■ **¿Qué tipo de curvas son?**

Para el isorendimiento, se tiene una curva de características descendente, es decir, a mayor caudal menor altura. Mientras que la curva de potencia tiene un carácter ascendente, es decir, a mayor caudal mayor es la potencia necesaria.

5. Curva Ψ vs Φ

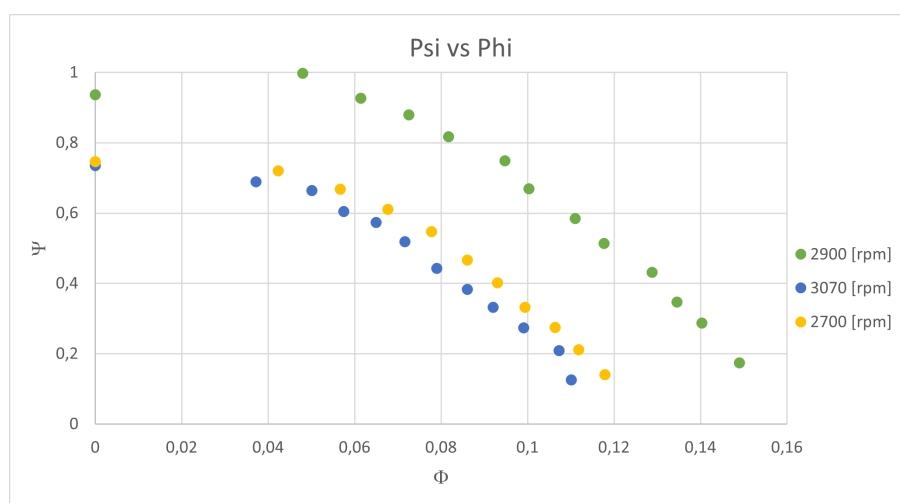


Figura 9: Gráfico de potencia eléctrica vs caudal

■ **¿La nube de puntos que conforman esta curva son muy dispersos?**

No, sin embargo se puede apreciar que la curva de 2900 RPM se encuentra alejada de las demás.



- **Al observar todas las curvas anteriores ¿Qué tipo de bomba centrífuga es? Justifíquelo.**

Corresponde a una bomba centrífuga monoetapa, ya que la columna total es pequeña.