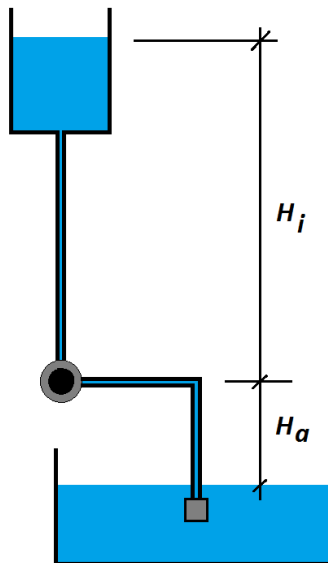


SELECCIÓN DE UNA BOMBA DE SUPERFICIE EN ASPIRACIÓN

Procedimientos de construcción. Prof. Víctor Yepes

PROBLEMA. Se quiere seleccionar una bomba para impulsar agua, a 15°C, a más de 35 m. Nos encontramos en un lugar situado a 650 m de altura respecto al nivel del mar. El agua se capta desde un depósito situado a una cota de $H_s = 3,5$ m por debajo de la bomba. La tubería de aspiración es una cañería nueva de acero 1" de diámetro que transporta un caudal de agua de $2,27$ m³/h y tiene una longitud de 6 m. Como se puede ver en la figura, existe una pérdida localizada en un codo a 90° y una válvula de retención.



Solución:

Para seleccionar la bomba falta por conocer la altura de aspiración. Para ello necesitamos conocer la altura neta disponible en la aspiración disponible (NPSH_D), que depende de la instalación y del líquido a bombear. Una vez calculada la NPSH_D, se podrá seleccionar la bomba para evitar la cavitación con su NPSH requerida.

De este modo, despreciando la pérdida de altura por velocidad del fluido,

$$NPSH_D = H_a + H_s - H_{vp} - H_f$$

Donde, expresando la presión en m.c.a.,

- H_a Presión atmosférica en la superficie del agua
- H_s Altura de aspiración
- H_{vp} Presión de vapor del agua a la temperatura de bombeo
- H_f Pérdidas de carga por fricción en la tubería de aspiración y por singularidades

La altura de presión atmosférica del lugar, H_a , depende fundamentalmente de la altura sobre el nivel del mar. Se puede aproximar con la siguiente expresión:

$$H_a = 10,33 - 0,0012 \cdot h$$

Donde h es la altura sobre el nivel del mar en metros. En nuestro caso, $h = 650$ m, luego

$$H_a = 10,33 - 0,0012 \cdot 650 = 9,55 \text{ m.c.a.}$$

La presión de vapor del agua a 15°C es $H_{vp} = 0,17$ m.c.a. dicho dato se puede obtener también en cualquier tabla de presión de vapor de agua como la siguiente:

Temp [°C]	H_{vp} [m.c.a.]	Temp [°C]	H_{vp} [m.c.a.]
0	0,06	55	1,61
5	0,09	60	2,03
10	0,13	65	2,56
15	0,17	70	3,20
20	0,24	75	3,96
25	0,32	80	4,86
30	0,43	85	5,93
35	0,57	90	7,18
40	0,75	95	8,62
45	0,98	100	10,33
50	1,26		








Las pérdidas por fricción de la tubería se pueden obtener de una tabla de un fabricante. En el caso que nos ocupa se ha obtenido de la empresa RotorPump, y son 8,6 m.c.a./100 m. Para 10 m, las pérdidas son de 0,86 m.c.a.

Pérdidas por fricción en caños rectos de hierro

Caudal (m3/h)	Pérdidas (en metros por cada 100 metros)							
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
1,14	7,7	2,4	0,6	0,3	0,1			
2,27	27,8	8,6	2,3	1,1	0,4			
3,40	58,6	18,5	4,8	2,2	0,8	0,3		
4,55	99,5	30,8	8,1	3,8	1,3	0,5		
5,68		46,9	12,1	5,7	2,0	0,7	0,3	
6,80		65,2	16,9	8,1	2,8	1,0	0,4	
7,95		87,0	23,9	10,8	3,8	1,3	0,5	
9,10		111,5	29,5	13,8	4,8	1,6	0,7	
10,2			35,0	17,0	6,0	2,0	0,8	

Para los accesorios se miden las pérdidas por fricción como una longitud equivalente de caño recto del mismo diámetro. En la tabla de la empresa RotorPump, tenemos una longitud equivalente para la válvula de retención de 2,44 m y para una curva normal de 0,52 m.

PERDIDAS POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS (LONGITUD EQUIVALENTE DE CAÑO RECTO DEL MISMO DIÁMETRO EN METROS)

Diámetro nominal de los caños normales									
	mm.	Pulg.	Válvula esclusa totalmente abierta	Válvula globo totalmente abierta	Válvula ángulo totalmente abierta	Válvula de retención	Codo normal o Te de 6 mm de reducción	Curva normal o Te normal	Te normal
12	1/2	0,12	5,18	2,44	1,22	0,46	0,30	1,00	
19	3/4	0,15	6,71	3,36	1,83	0,61	0,45	1,37	
25	1	0,18	8,24	4,27	2,44	0,82	0,52	1,74	
32	1 1/4	0,24	11,00	5,49	3,66	1,07	0,70	2,32	
38	1 1/2	0,30	13,12	6,71	4,27	1,31	0,82	2,74	
51	2	0,36	16,78	8,24	5,80	1,68	1,07	3,66	
63	2 1/2	0,43	20,43	10,06	7,01	1,98	1,28	4,27	
76	3	0,52	25,01	12,50	9,76	2,44	1,59	5,18	
102	4	0,70	33,55	16,16	13,12	3,36	2,14	6,71	

Por tanto, la longitud de la tubería de aspiración equivalente sería $6,00 + 2,44 + 0,52 = 8,96$ m. Las pérdidas serían:

$$H_f = \frac{8,96 \cdot 8,6}{100} = 0,77 \text{ m. c. a.}$$

Ya podemos calcular la $NPSH_D$:

$$NPSH_D = H_a + H_s - H_{vp} - H_f = 9,55 + (-3,50) - 0,17 - 0,77 = 5,11 \text{ m. c. a.}$$

Por otra parte, los fabricantes aportan la $NPSH$ requerida de la bomba en cada condición de capacidad de operación y carga total. Se debe garantizar que la $NPSH$ disponible esté por encima de la requerida. La American National Standards Institute (ANSI) y el Hydraulic Institute (HI) especifican un margen mínimo del 10%, es decir,

$$NPSH_D > 1,10 \cdot NPSH_R$$

En este caso,

$$NPSH_R < \frac{NPSH_D}{1,10} = \frac{5,11}{1,10} = 4,65 \text{ m. c. a.}$$

En definitiva, la bomba a elegir debe cumplir con las siguientes características: altura de impulsión, más de 35 m; caudal de $2,27 \text{ m}^3/\text{h}$, diámetro de aspiración (entrada) de 1" y $NPSH$ menor de 4,65 m.c.a.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).