

## SELECCION DE BOMBAS CENTRIFUGAS

El rozamiento que se produce entre un líquido que circula por una tubería y la pared de ésta da lugar a un consumo de energía. Si, además, el líquido se descarga en un punto más alto de donde se toma, el hacer "subir" el líquido también requiere energía.

Una bomba centrífuga es una máquina rotativa cuyo objetivo es comunicar a un líquido la energía necesaria para que circule por la conducción y, en su caso, se desplace de un punto más bajo a otro más alto. En los circuitos cerrados, tan habituales en las instalaciones de climatización, la energía necesaria para hacer "subir" el líquido se compensa con la que éste nos devuelve cuando "baja".

Por eso, en los circuitos cerrados, para el dimensionamiento de la bomba sólo hay que tener en cuenta la energía perdida por rozamiento, también llamada "pérdida de carga". La energía total a comunicar al líquido suele expresarse como una presión y, habitualmente, se mide en metros de columna de líquido.

### Curva característica de una bomba

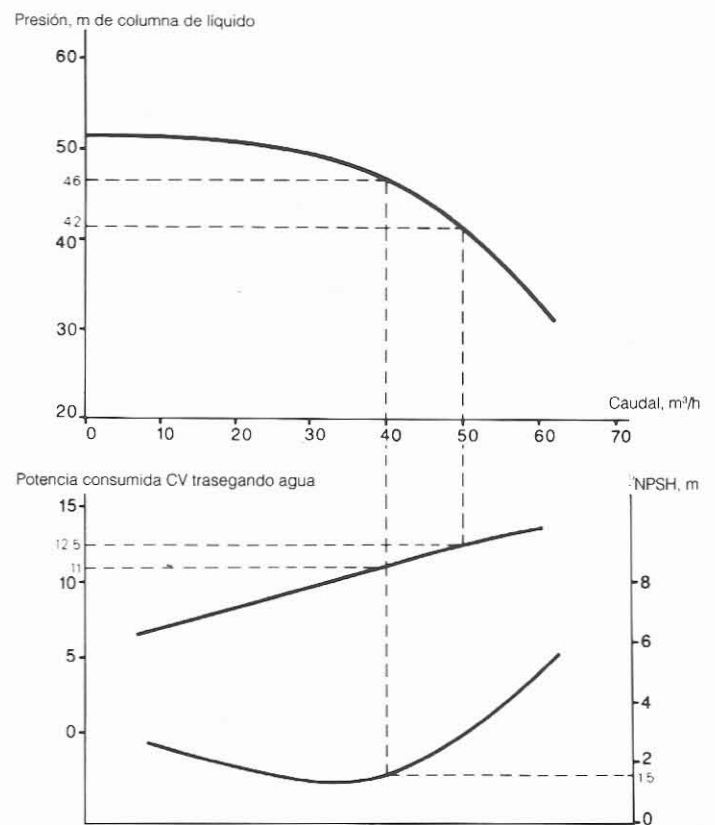
El comportamiento dinámico de una bomba se refleja en su curva característica. La curva característica es la relación (obtenida en el banco de pruebas) entre la presión que es capaz de dar una bomba y el caudal trasegado. La curva característica, para una bomba dada, depende únicamente de la velocidad de giro.

Es habitual que los fabricantes de bombas, para aumentar la flexibilidad de sus productos, oferten, para un mismo cuerpo de bomba, varios rodetes de diámetros ligeramente distintos. En ese caso se suele presentar, para cada cuerpo de bomba y velocidad de giro, un conjunto de curvas características cada una de las cuales corresponde a un rodete distinto. De hecho, cada conjunto bomba-rodete es, desde el punto de vista hidráulico, una bomba distinta. Por eso tienen distintas curvas características.

En la figura adjunta se muestra la curva característica de una bomba centrífuga modelo 40-20, a una velocidad de giro de 2.900 rpm. Para simplificar el dibujo se ha incluido tan solo la

curva correspondiente a un rodete. Como se observa fácilmente, esta bomba es capaz de trasegar 40 m<sup>3</sup>/h de líquido aportándole una presión de 46 metros de columna de líquido. El diseño de las bombas centrífugas hace que, cuanto mayor sea el caudal trasegado, menor sea la presión que son capaces de aportar. Así, esta misma bomba sólo nos dará 42 metros de columna de líquido si pretendemos trasegar con ella 50 m<sup>3</sup>/h de líquido.

La potencia absorbida por una bomba depende del punto de su curva característica en el que está trabajando. Normalmente esta potencia es tanto más elevada cuanto mayor es el caudal trasegado. En el ejemplo anterior, el gráfico nos indica que la bomba consumirá 11 CV a 40 m<sup>3</sup>/h y 12,5 a 50 m<sup>3</sup>/h., trasegando agua. A efectos de la elección del motor, y para



tener en cuenta el rendimiento de éste, es recomendable elegir un motor cuya potencia sea, aproximadamente, un 25% superior a la indicada en el gráfico, que es la potencia consumida por la bomba.

Así, para un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h. de agua deberemos elegir un motor cuya potencia sea, como mínimo,

$$11 \times 1,25 = 13,75 \text{ CV}$$

Cuando no se dispone de información sobre la potencia consumida por una bomba específica, o para una primera aproximación, puede suponerse que el rendimiento de la bomba es del 60% y emplear la fórmula:

$$W = \frac{Q \cdot d \cdot H}{162.000}$$

donde:

Q= caudal, m<sup>3</sup>/h

d= densidad del líquido, kg/m<sup>3</sup>

H= presión proporcionada por la bomba, m de columna de líquido

W= potencia consumida, CV

Si aplicamos esta fórmula al ejemplo anterior, con un caudal de agua de 40 m<sup>3</sup>/h y 46 m de altura, (para el agua d vale 1.000 kg/m<sup>3</sup>), tendremos:

$$W = \frac{40 \times 1.000 \times 46}{162.000} = 11,4 \text{ CV}$$

que prácticamente coincide con los 11 CV reales.

### Cavitación y NPSH

Uno de los fenómenos más peligrosos para la integridad de una bomba es el conocido como cavitación. La cavitación consiste en la vaporización súbita de una parte del líquido que, cuando ocurre dentro de la bomba, da lugar a que ésta no funcione correctamente y, además, origina un gran desgaste y deterioro mecánico.

La cavitación se produce cuando la presión total del líquido está próxima a la presión de vapor del mismo; por eso la cavitación puede presentarse, sobre todo, en la boca de aspiración de las bombas o en el interior de las mismas, ya que son éstos los puntos donde el líquido tiene normalmente menor presión.

Aunque, teóricamente, la cavitación puede producirse en cualquier instalación de bombeo, en la práctica es un fenómeno a tener en cuenta, principalmente, cuando la bomba trabaja en aspiración desde un depósito abierto, o con líquidos muy volátiles o a temperatura próxima a su punto de ebullición.

Para que una bomba no cavite es necesario que la presión total a la entrada (suma de las presiones estática y dinámica) sea superior a la presión de vapor del líquido en una cierta cantidad, característica de cada bomba, que se denomina NPSH (Net Positive Suction Head). Normalmente los fabricantes dan, para cada bomba, el valor de NPSH correspondiente, valor que depende del caudal.

El diseño de la instalación, por tanto, deberá ser tal que se cumpla:

$$PE + PD - P_v > \text{NPSH} \quad (1)$$

donde:

PE = presión estática

PD = presión dinámica

P<sub>v</sub> = presión de vapor

NPSH= valor del NPSH dado por el fabricante

En nuestro ejemplo el gráfico nos indica que la bomba 40-20 a un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h (equivalentes a 0,011 m<sup>3</sup>/s) requiere un NPSH de 1,5 metros de columna de líquido. Esto significa que, para que no se produzca cavitación, la presión total del líquido a la entrada de la bomba debe ser 1,5 m superior a la presión de vapor.

Supongamos que estamos trasegando agua a 60°C, cuya presión de vapor es de 2 m de columna de agua.

Como la boca de aspiración de una bomba 40-20 tiene un diámetro de 120 mm y, por tanto, una superficie de 0,011 m<sup>2</sup>, la velocidad del agua en la boca de aspiración será:

$$v = \frac{0,011 \text{ m}^3/\text{s}}{0,011 \text{ m}^2} = 1 \text{ m/s}$$

En consecuencia la presión dinámica valdrá:

$$PD = \frac{v^2}{2g} = \frac{1^2}{2 \times 9,81} = 0,05 \text{ m}$$

Así pues, según la expresión (1), para que no se produzca cavitación deberá cumplirse:

$$PE + 0,05 - 2 > 1,5$$

o lo que es lo mismo,

$$PE > 3,45 \text{ m}$$

Deberemos pues diseñar el sistema de forma que la presión estática a la entrada de la bomba no sea inferior a 3,45 m de columna de agua.