



**BOMBEROS C.E.I.S. de
la REGIÓN DE MURCIA**

TEMA 24 PARTE ESPECÍFICA

1. MÁQUINAS HIDRÁULICAS. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS HIDRÁULICAS

1.1. BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

1.2. TURBO MÁQUINAS

2. CARGA NETA POSITIVA DE ASPIRACIÓN

3. DEFINICIONES DE EQUIPOS: MOTOBOMBAS, ELECTROBOMBAS, TURBO BOMBAS

4. CEBADO DE BOMBAS Y SUS TIPOS

1. MÁQUINAS HIDRÁULICAS. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS HIDRÁULICAS: BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO. TURBOMÁQUINAS

E.I. D.F.M. En esencia, una *máquina* absorbe energía de una clase y restituye energía de otra clase (un motor eléctrico, por ejemplo, absorbe energía eléctrica y restituye energía mecánica) o de la misma clase pero transformada (una grúa o un torno, por ejemplo, absorben y restituyen energía mecánica).

Con carácter general, puede decirse que una *máquina de fluido* es un sistema mecánico que intercambia energía mecánica con el fluido que está contenido o que circula a través de él.

Las *máquinas hidráulicas* pueden considerarse máquinas de fluidos en las que los efectos de compresibilidad del fluido son despreciables. Han sido utilizadas desde tiempos históricos, siendo la bomba uno de los ingenios más antiguos que se conocen para intercambiar energía mecánica con un fluido.

En definitiva, las *bombas hidráulicas* son un conjunto de máquinas hidráulicas que pertenecen a un grupo más amplio e importante, denominado *máquinas de fluido*. En ellas, la transformación de la energía se produce entre la energía del fluido (básicamente energía en forma de presión) y la energía mecánica, existiendo dos tipos fundamentales:

- E.F. D.F.M.**
- ⇒ Máquinas en las que el fluido proporciona la energía necesaria para su funcionamiento (un líquido en movimiento puede hacer girar una rueda con paletas, transformando la energía del líquido en energía mecánica).
 - ⇒ Máquinas en las que la energía mecánica absorbida se transfiere al fluido (la misma rueda con paletas, accionada por un motor, puede mover un líquido).

Las máquinas de fluido revisten infinidad de formas y encuentran un sin fin de aplicaciones en la técnica. Una primera clasificación distingue entre **térmicas**, donde el fluido experimenta importantes variaciones de densidad y volumen a su paso a través de la máquina ;e **hidráulicas**, donde esta variación es despreciable.]

Consecuentemente, las bombas hidráulicas son máquinas que transfieren energía a un fluido, y éste apenas sufre variaciones en su densidad al paso por la misma.

La clasificación de las bombas o máquinas hidráulicas se realiza de forma preferente **atendiendo al principio de funcionamiento** de las mismas, por lo que se consideran tres grupos: **máquinas de desplazamiento positivo, turbomáquinas (o bombas rotodinámicas) y máquinas gravimétricas.**

Bombas centrífugas { - Con cebador → EN 1028-1
- Sin cebador → EN 14710-1
contra incendios.

A continuación procederé a concretar los aspectos más relevantes de estas máquinas.

1.1 BOMBAS

MÁQUINAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO. Su funcionamiento se basa en el desplazamiento del fluido como consecuencia de la disminución de volumen de una cámara, transmitiéndole la energía siempre en forma de presión. El dispositivo principal de la bomba puede tener movimiento alternativo o rotativo, pero en cualquier caso, mantienen el mismo sistema de trabajo: la actuación de dicho mecanismo provoca un aumento y disminución de volumen en el interior de una cámara; el aumento de volumen produce la succión de la bomba y la disminución, la impulsión. Por este motivo, a las bombas de desplazamiento positivo se les llama también *volumétricas*.



Existen diversos criterios para clasificar las bombas volumétricas, pero el más generalizado atiende al tipo de movimiento antes mencionado, por lo que tenemos: *pueden ser:*

- ⇒ **Bombas alternativas o reciprocantes.** El ejemplo más típico lo constituyen las bombas de émbolo, que pueden ser de efecto simple o efecto múltiple. Trabajan con caudales pequeños, pero permiten grandes presiones.
- ⇒ **Bombas rotativas o rotoestáticas.** Aunque tienen movimiento rotativo, el principio hidráulico de funcionamiento es el mismo que el de las bombas de émbolo. Pueden tener el rotor simple (de paletas deslizantes, de émbolos radiales, peristálticas, etc) o múltiple (de lóbulos, de engranajes, de tornillos, etc.)

1.2

TURBOMÁQUINAS O BOMBAS ROTODINÁMICAS. Su denominación se debe a que su movimiento siempre es rotativo y la dinámica de la corriente juega un papel decisivo en la transmisión de la energía. Dentro de este grupo encontramos los siguientes tipos:

- ⇒ **Centrífugas o radiales.** El fluido entra al impulsor de forma axial y sale de forma tangencial o radial. La energía se cede al fluido exclusivamente por acción de la fuerza centrífuga.
- ⇒ **Axiales.** El fluido entra y sale del impulsor de forma axial. La energía se cede al fluido por empuje de las paletas o álabes del impulsor.
- ⇒ **Diagonales, semiaxiales o de flujo mixto.** El fluido entra al impulsor de forma axial y la descarga se produce en diagonal. La energía se transmite al fluido por efecto combinado de empuje y fuerza centrífuga.

1.3

MÁQUINAS GRAVIMÉTRICAS. Son aquellas en las que se produce un intercambio de energía potencial del líquido con la máquina. Pertenecen a este grupo el tornillo de Arquímedes o tornillo sinfín, la rueda hidráulica o noria, el elevador de cangilones, etc...

2. CARGA NETA POSITIVA DE ASPIRACIÓN *CNPA/ANPA*

También llamada "altura de aspiración neta positiva" o "altura total de presión de retención", su denominación técnica es **NPSH**, que son las siglas de la expresión inglesa "Net-Positive-Suction-Head". *PLEI - P.V.L.B*

El NPSH está relacionado con el fenómeno de la **cavitación** y se trata de la diferencia entre la presión del líquido en el eje del impulsor y la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, o dicho de otra forma, es la presión absoluta mínima que debe haber a la entrada de la bomba para evitar fenómenos de cavitación.

Al igual que otros factores como la altura de elevación, el caudal de impulsión y la potencia absorbida, representa una de las características más importantes para una bomba.

Se distingue entre el **NPSH de la instalación** ($NPSH_A$ o $NPSH_{disponible}$) y el **NPSH de la bomba** ($NPSH_P$ o $NPSH_{requerido}$).

El NPSHP, es un dato regularmente proporcionado por el fabricante. Solamente depende de las características de la bomba y no de las características de la instalación. Es variable para cada bomba, siempre es positivo y cambia según el caudal y el número de revoluciones del motor. El valor de NPSH requerido informa sobre la capacidad de aspiración de una bomba (en un punto determinado de su curva característica de funcionamiento): cuanto menor es el valor de NPSH requerido tanto mayor es su capacidad de aspiración.

El NPSH (disponible), depende de las características de la instalación y del líquido a bombear. Esta es independiente del tipo de bomba y se calcula de acuerdo a las condiciones atmosféricas y de instalación/operación. Depende fundamentalmente de la presión atmosférica, la altura de aspiración, la presión de vapor del líquido a trasvasar y las pérdidas de fricción en la instalación. *pppa*

Mediante una simple comparación de los dos valores NPSH disponible y NPSH requerido, es posible determinar si la bomba seleccionada es apta para trabajar con seguridad en la disposición contemplada o no. Para que una bomba funcione sin cavitación, debe cumplirse que el NPSH disponible tiene que ser mayor que el NPSH requerido, con un margen de seguridad de 0,5 m. *medio metro*

$$NPSH_A > NPSH_P$$

$$Disponible > Requerido$$

Esta condición, expresada en términos de caudal, implica que el caudal suministrado por la bomba debe ser siempre inferior a un **caudal crítico** a partir del cual el $NPSH_A$ es menor que el $NPSH_P$ y la bomba cavita.)

Si la condición mencionada no se cumple, es decir, si el valor NPSH *disponible* es inferior al valor NPSH *requerido*, la bomba operaría con una aspiración excesiva y la presión a la entrada podría disminuir hasta llegar a alcanzar la tensión de vapor del agua. Se desprenderían entonces burbujas de vapor que, cuando la presión se recupera, implosionarían violentamente ocasionando graves daños en los mecanismos de la bomba. Este fenómeno se conoce como **cavitación**, presentando las siguientes consecuencias:

- Caída del caudal y de la presión de impulsión,
- Fuerte formación de ruidos y vibraciones, aparición de efectos de abrasión en los impulsores y posiblemente destrucción de los mismos.

La cavitación suele afectar a máquinas hidráulicas rotatorias, tanto generadoras como motoras: bombas centrífugas, turbinas hidráulicas y hélices de propulsión para barcos. El efecto que produce es una erosión severa de la superficie afectada, hace caer el rendimiento de la máquina drásticamente, y causa daños en el equipo así como en los sellos y rodamientos. La cavitación se reconoce porque produce un ruido característico similar a un golpeteo o un repiqueteo fácil de identificar.

**Altera de sección de las bombas.*

3. DEFINICIONES DE EQUIPOS: MOTOBOMBAS, ELECTROBOMBAS, TURBOBOMBAS

(Las bombas usadas en los servicios de extinción de incendios pueden clasificarse *según su uso principal* en **bombas de impulsión** y **bombas de achique**. Aunque existe un tercer tipo que serían las de **trasvase**, en este punto del tema no las trataré por estar específicamente indicadas para el trasiego de líquidos determinados de un contenedor a otro.) Las primeras proporcionan un caudal y presión adecuados para la extinción. Son las bombas de lucha contra incendios, montadas en vehículos o en remolques. Las de achique son utilizadas para evacuar agua de algún lugar, generalmente a una cota por debajo del nivel del suelo.

Para cualquiera de estos fin se suelen usar los siguientes tipos de bombas:

Motobomba. Son bombas portátiles accionadas por un motor de combustión interna. Generalmente un motor de explosión monocilíndrico de cuatro tiempos.



Se encuentran instaladas sobre un bastidor metálico que protege al bloque y permite su transporte. A diferencia de otras, su mayor peso hace que no sean tan manejables, debiendo buscar una ubicación fija de trabajo para su comodidad en el uso del interviniente.

El movimiento del motor se transmite a una bomba centrífuga de una sola etapa de aleación ligera y con un sistema de cebado, el cual a veces puede ser autocebante.

Se utilizan para aspirar e impulsar líquidos (por ejemplo, para abastecer a depósitos de vehículos), achicar y drenar. Se fabrica con diferentes prestaciones, potencias y caudales.

Según su curva de funcionamiento las podemos dividir en:

- Motobomba de *presión*, se usa para sustituir la bomba del vehículo de bomberos o para complementarla.

- Motobomba de *caudal*, se usa para evacuación de aguas en embalsamientos o inundaciones y para aspirar agua para el abastecimiento de vehículos de extinción. Se puede trasladar a cualquier sitio para abastecer de agua allí donde no pueden acceder los vehículos autobombas (habitual en incendios forestales). *I I F F*

Turbobomba. Es una bomba centrífuga de reducido tamaño construida en aleación ligera que, a diferencia de otras bombas, es accionada mediante un circuito cerrado de agua a presión.

Consta de dos cuerpos bien diferenciados y totalmente independientes, con sendos impulsores conectados mediante un eje vertical. El cuerpo superior cuenta con una entrada de 70 mm, por donde se suministra el agua presión desde una fuente de abastecimiento (generalmente un vehículo autobomba).

Este agua a presión mueve un rotor y la devuelve al vehículo creando un circuito cerrado, sin ningún consumo de agua. El movimiento de este rotor se transmite a una turbina solidaria con ésta que se encuentra en el otro cuerpo de la bomba.

El agua residual llega hasta ésta por medio de un filtro y sale impulsada por una salida del 70 mm de diámetro.

La turbobomba posee una válvula de alivio en el cuerpo superior que sirve para vaciar el agua del circuito de impulsión y así poder desmontar la instalación de mangueras una vez utilizada.

Electrobomba. Se trata de un tipo de bombas hidráulicas que se caracterizan por ser accionadas a través de un motor eléctrico.

Una de las grandes ventajas de las electrobombas es que su nivel de ruido suele ser más bajo que el de las convencionales, al operar de forma eléctrica y no con energía mecánica no llega a producir esos elevados niveles sonoros, por lo que no son tan molestas, ni perjudiciales para la salud de las personas que deben operar diariamente con ellas.

Otra de las ventajas de las electrobombas es su fácil manejo ya que al ser activadas por un sistema eléctrico son mucho más sencillas de emplear que otros tipos de bombas hidráulicas, lo que facilita el trabajo de los operarios y aumenta su productividad. Tampoco requieren de mucho mantenimiento, siendo más rentables a largo plazo.

El modelo más utilizado en los servicios de bomberos es el de eje vertical, con el motor alojado en una carcasa y con los cierres bañados en aceite para aislarlo en una zona estanca. Al trabajar sumergida, no necesita cebado y puede ser utilizada en lugares inaccesibles para otros tipos de bombas.

Tanto la turbobomba como la electrobomba son equipos que trabajan de manera sumergida, siendo por tanto bombas de impulsión, donde el líquido inunda por gravedad la aspiración de la bomba.

4. CEBADO DE BOMBAS Y SUS TIPOS

Cuando una bomba de incendio tiene que hacer captación de agua y debe obtenerse de una balsa, depósito, ~~de~~ cualquier lugar situado a un nivel inferior al cuerpo de la bomba, deberán efectuarse las operaciones de puesta en aspiración, consistentes en conectar los mangotes de aspiración que conducen el agua del lugar de aprovisionamiento de un nivel inferior hasta la bomba.

Estos mangotes son semirrígidos por tener que soportar una presión interna menor que la atmosférica y, por tanto, debe evitarse su aplastamiento. Suelen tener entre 2 y 4 metros, y son conectables entre sí. El tramo sumergido cuenta, o bien se le acopla, con un filtro colador, que en muchos casos dispone de una válvula de retención.

Una bomba centrífuga es capaz de dar una presión considerable por la etapa de impulsión, pero apenas es capaz de producir una succión del lado de aspiración. Para lograr la aspiración se ha de eliminar el aire que hay dentro de la bomba, a fin de que se produzca un vacío y el agua suba por efecto de la presión atmosférica hasta llenar el cuerpo de la bomba. Esta operación se realiza inundando por completo el mangote de aspiración y cuerpo de la bomba y recibe el nombre de **cebado**. Cuando la instalación sea exclusivamente para impulsión, el cebado consiste en llenar solamente el cuerpo de la bomba.

Atendiendo a los distintos modelos de bombas, podemos tener distintos tipos de cebado:

MANUAL. Muchas motobombas portátiles presentan un orificio exterior, cerrado con un tapón hermético, conectado directamente con el cuerpo de la bomba, por lo que el cebado se consigue aplicando agua por dicho orificio hasta conseguir el llenado total del mangote de aspiración y el cuerpo de la bomba. En otros casos, el cebado se realiza a través de las bocas de descarga.

POR GRAVEDAD. La bomba cuenta con un depósito de alimentación situado a más altura que el eje de la misma. En este caso concreto, el cebado es sencillo, basta con abrir la válvula de aspiración y la válvula de una pequeña línea de purga que deje escapar el aire que es empujado por el líquido entrante. Cuando el líquido comienza a salir por la línea de purga, la bomba está cebada.

POR MECANISMOS CEBADORES. Muchas bombas, sobre todo las acopladas a los vehículos contra incendios, cuentan con mecanismos auxiliares para poder realizar la función de aspiración. Entre estos mecanismos se encuentran principalmente:

Venturi ⇒ **Eyector de gases.** Aprovecha los gases de escape del motor, haciéndolos pasar por un estrechamiento que se encuentra conectado con la bomba. De esta manera se provoca una disminución de presión en ese punto y por tanto una aspiración que produce un vacío y permite la llegada del agua.

- ⇒ **Pistones.** Se trata de dos pequeñas bombas volumétricas de pistones que trabajan separadamente. Los pistones están presionados contra una excéntrica ubicada en el eje de la bomba; cuando ésta es accionada, la acción rotativa de la excéntrica mueve los pistones de manera alternativa, desalojando el aire de la línea de succión y de la carcasa de la bomba. A este grupo pertenecen los sistemas denominados *Trokomat* y *Membramat*.
- ⇒ **Anillo de agua.** Se compone de una cámara cilíndrica que tiene en su interior una rueda de paletas que gira excéntrica respecto al eje del cilindro. Esta cámara posee dos conductos con válvulas; uno comunica con el cuerpo de la bomba y el otro a una salida. La cámara se llena de agua y al girar la rueda de paletas se forma alrededor de la rueda un anillo de agua de un determinado espesor, debido al efecto de fuerza centrífuga. Entre las paletas de la rueda se forman unas cámaras de capacidad variable a medida que ésta va girando. Al pasar por delante del conducto que comunica la cámara cilíndrica con la aspiración, las cámaras se hacen más grandes y, por lo tanto, se crea un vacío que es llenado con aire que absorbe de la aspiración. Posteriormente, al pasar por el conducto de expulsión del aire, la cámara disminuye de tamaño obligando a salir el aire. Con este sistema se produce vacío en la aspiración y se llena de agua el cuerpo de la bomba.

A la vista de lo expuesto, se puede concluir que el cebado previo de una bomba es esencial, ya que sin esta operación no podrá realizar su cometido, pudiendo llegar a sufrir averías al rodar en vacío sin líquido que impulsar, puesto que este mismo es el que refrigera y lubrica el rodete.

* La altura de succión de las bombas centrífugas está limitada a 7-8 mts. agua dependiendo de la presión atmosférica existente que, a nivel del mar es de 10,33 m o 10 m. c.w.a. por lo que se recomienda, los sistemas de agua a aspirar, por lo tanto la altura debe ser la menor posible y del mayor diámetro para disminuir las pérdidas de carga.

- La altura de aspiración se mide desde el eje de la bomba hasta la superficie del líquido que se aspira.