

# **Bombeo de Líquidos Viscosos**

*Que tener en cuenta al momento de impulsar fluidos mas viscosos que el agua con bombas centrifugas.*

## VISCOSIDAD

En términos muy simples, la viscosidad es la resistencia que ejerce un fluido a ser deformado. Esa resistencia se manifiesta como una fuerza de fricción entre el fluido y aquello que está tratando de deformarlo. Todos los fluidos tienen algo de viscosidad, los líquidos mucho más que los gases.

Cuando el líquido que tenemos que bombear es viscoso se requiere de mayor energía para hacerlo circular por la bomba y el sistema de cañerías, porque la fricción es mucho mayor.

Como consecuencia de esto tendremos:

- ☞ Reducción en la altura total.
- ☞ Reducción en el caudal.
- ☞ Reducción de la eficiencia.
- ☞ Aumento de la potencia consumida.
- ☞ Aumento de esfuerzos mecánicos.

Los fabricantes de bombas centrífugas hacen sus ensayos con agua limpia a 30°C, por lo tanto las curvas que nos proporcionan son válidas para esa condición, o para un fluido cuya viscosidad y peso específico sean muy similares a las de agua a 30°C.

Para saber cuál será el comportamiento de una bomba con un líquido viscoso el **Hydraulic Institute** \*(Hi en adelante) desarrolló un método gráfico basado en experiencias de laboratorio.

Muchos fabricantes de bombas han digitalizado este método para incorporarlo a sus programas de selección. El método es muy bueno y las correcciones calculadas son una buena aproximación a la realidad.

En este artículo, además de explicar el método de corrección del HI con las precauciones necesarias y limitaciones que tiene, vamos a dar una serie de recomendaciones adicionales para evitar los problemas operativos que suelen producirse con el bombeo de líquidos viscosos.

## MÉTODO

El método del HI propone tomar los datos conocidos para agua (curva de rendimiento) y aplicarles unos factores de corrección por viscosidad que se obtienen de un gráfico.

Definamos la nomenclatura:

	Descripción	Se Obtiene Mediante
Ha	Altura con agua	Curva o datasheet original de la bomba para agua
Qa	Caudal con agua	
Hpa	Potencia con agua	
fH	Factor de corrección de altura por viscosidad	Gráfico de corrección por viscosidad, provisto por Hydraulic Institute
fQ	Factor de corrección de caudal por viscosidad	
fn	Factor de corrección de potencia por viscosidad	
Hv	Altura corregida	Aplicación de formula Hv
Qv	Caudal corregido	Aplicación de formula Qv
Hpv	Potencia corregida	Aplicación de formula HPv

## Fórmulas de corrección:

$$H_v = H_a * f_h$$
$$Q_v = Q_a * f_q$$
$$HP_v = HP_a * f_h * f_q * f_n$$

### TENER EN CUENTA

Antes de pasar a explicar la forma de obtener los factores de corrección hay que tener en cuenta algunas precauciones para no caer en errores.

#### Caudal con agua:

Si la bomba tiene un impulsor de doble succión se debe considerar la mitad del caudal de la bomba, es decir, el caudal por ojo.

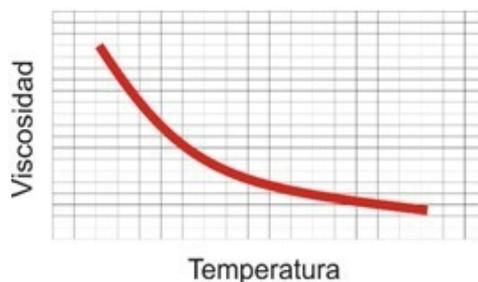
#### Altura con agua:

Si la bomba tiene más de una etapa, se debe considerar la altura por etapa.

#### Viscosidad del fluido:

Las correcciones están hechas para líquidos newtonianos\*, cuya viscosidad no se modifica por la agitación del fluido. Por ejemplo los lodos suelen no ser newtonianos pero podemos hacer la corrección igual a efectos de determinar la potencia de accionamiento; y aunque no sea exacta la podemos tomar como una aproximación para luego cubrirnos con un coeficiente de seguridad.

También es importante contar con el valor de viscosidad a la temperatura de operación, ya que la viscosidad varía bastante con la temperatura en la mayoría de los fluidos. Cada líquido tiene una curva particular de viscosidad en función de la temperatura, con una forma muy similar a esta.



#### Rango de las curvas:

No extrapolar fuera del rango de las curvas porque se podría caer en errores importantes.

#### Límite de viscosidad:

Hay diversos criterios en cuanto a la máxima viscosidad admisible en una bomba centrífuga.

Hay quienes hablan de una viscosidad cinemática máxima de 1000cts, lo que no es del todo cierto porque hay bombas trabajando hasta con 3000cts, pero son bombas bastante grandes trabajando a baja velocidad, lo que hace que el efecto de la viscosidad sea mucho menor que en una bomba pequeña funcionando a 3000rpm.

También hay fabricantes que indican en sus manuales una viscosidad máxima, siguiendo un poco el criterio anterior pero también considerando los esfuerzos mecánicos debidos a la viscosidad. Vamos a ver que la corrección por potencia puede resultar el doble de la potencia requerida para agua.

Mi recomendación personal está alineada con el criterio del Costo del Ciclo de Vida, donde el consumo de energía puede ser el factor más importante. Cada vez que la corrección de potencia por viscosidad se supere el 50%, aunque estemos por debajo de los 1000cts y del límite fijado por el fabricante, es conveniente considerar una bomba de desplazamiento positivo y hacer las comparaciones del caso.

## RECOMENDACIONES

Finalmente, hay una serie de situaciones problemáticas que suelen darse con fluidos viscosos sobre las que conviene estar alertas:

- *El arranque en frío con equipos que bombean derivados del petróleo a alta temperatura, puede haber una viscosidad muy superior a la que suponemos si arrancamos en frío. Se han roto impulsores, “descogotado” ejes y destruido sellos mecánicos de este modo.*
- *La potencia de accionamiento se selecciona de acuerdo con la viscosidad a temperatura de operación, pero si ésta disminuye la viscosidad puede aumentar mucho, así como la potencia requerida. Si las protecciones del motor no funcionan, podemos tener motores quemados por sobrecarga.*
- *El sistema de sellado puede ser una complicación. Si la viscosidad es muy elevada hay que buscar diseños con dispositivos de arrastre muy robustos y caras duras. O pasar a un sello doble presurizado con un fluido barrera de baja viscosidad.*
- *Las bombas relativamente pequeñas que tengan mucha altura por etapa, van a tener correcciones por viscosidad considerables. Las bombas más bien grandes funcionando a bajas velocidades se comportarán mejor.*
- *El pulido de las superficies internas de las bombas centrifugas puede contribuir a bajar las pérdidas por fricción.*