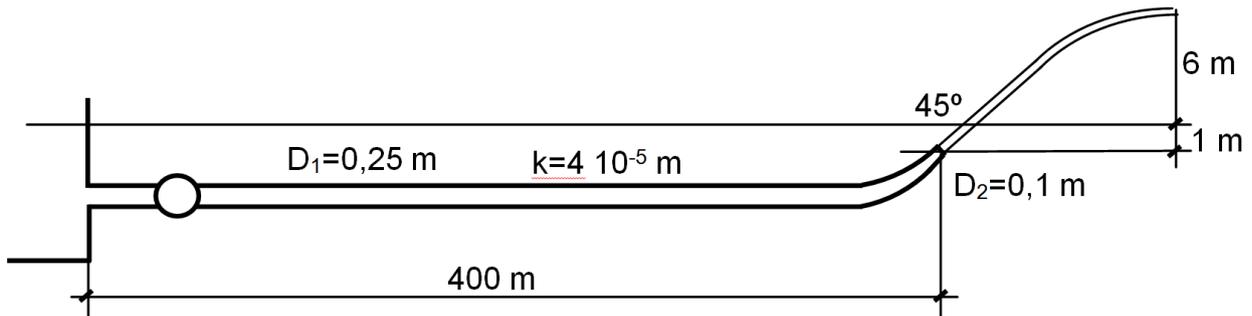




Bombas y turbinas

- 5.1 Calcule la potencia a suministrar por la bomba del esquema de la figura, suponiendo despreciable la resistencia del aire y que el fluido bombeado es agua.



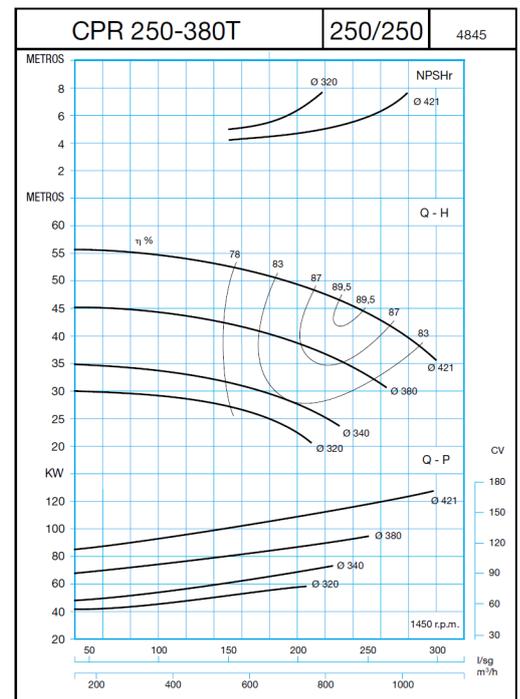
- 5.2 Una bomba que funciona sumergida tiene la boca de aspiración, de 0,40 m de diámetro, a 0,7 m de profundidad. La boca de salida, de 0,05 m de diámetro, está enrasada con la superficie del agua. La bomba lanza un chorro que llega a 30 m de altura. Se pide que calcule la potencia de la bomba y la reacción de la misma sobre su soporte.
- 5.3 Para extraer el fuel del petrolero Prestige, hundido a 3800 m de profundidad, se piensa bombearlo a un ritmo de 12 l/s, través de una tubería de caucho reforzada con cables de acero, de 0,18 m de diámetro interior y 0,1 mm de rugosidad. Se puede suponer que la presión en la parte inferior del fuel que se encuentra en el tanque es la del agua a dicha profundidad, tomando una densidad media del agua de $\rho_a = 1045 \text{ kg/m}^3$. La densidad del fuel es $\rho_f = 985 \text{ kg/m}^3$, y su viscosidad cinemática, $\nu = 5,10 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$. Calcule la potencia de la bomba suponiendo un rendimiento de $\eta = 0,86$.
- 5.4 La tubería forzada de un salto hidroeléctrico está compuesta de un primer tramo de 350 m de longitud y 2,5 m de diámetro y un segundo tramo de 30 m de longitud y 2,2 m de diámetro, que finaliza en una pieza especial que alimenta a los dos grupos idénticos de la central. La rugosidad de las tuberías es $\varepsilon = 0,05 \text{ mm}$, y el coeficiente de pérdidas en la pieza especial es $\varphi = 0,86$. La cota del nivel de agua en la cámara de carga es la 350, y la del desagüe, la 142. Para su correcto funcionamiento, el rodete de la turbina está situado 2 m por debajo del nivel de agua en el desagüe. El caudal máximo que puede turbinarse con los dos grupos simultáneamente es de $40 \text{ m}^3/\text{s}$.
1. Calcule para el caudal máximo el salto neto y la potencia, si el rendimiento de la turbina es de $\eta = 0,92$.
 2. Calcule las presiones en distintos puntos de la tubería y dibuje la línea piezométrica.
 3. Calcule la producción que dará la central en un mes, si funciona 150 horas con los dos grupos ($q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$) y otras 100 horas con un solo grupo ($q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$).
- 5.5 Para trasvasar aceite entre dos grandes depósitos con superficie libre al mismo nivel y separados 16 km se dispone de una bomba de 125 CV. Calcule el diámetro de la tubería lisa necesaria si se quiere que



circulen $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo la viscosidad cinemática $\nu = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ y la densidad $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$.

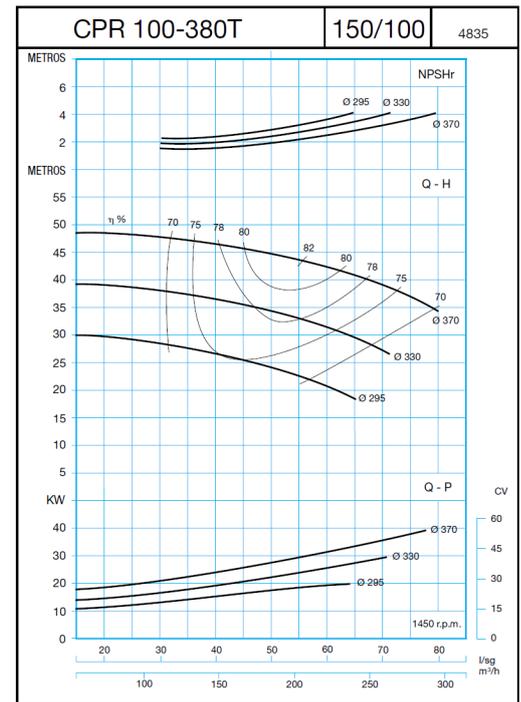
5.6 En una piscina olímpica de 2880 m^3 de volumen se quieren hacer tres renovaciones diarias de agua para su depuración. Para ello se dispone una instalación de bombeo y filtrado, dotada de las correspondientes válvulas de compuerta y retención. El agua se devuelve a la piscina en cuatro boquillas, que se han ajustado para que el caudal sea el mismo en cada una de ellas. Las pérdidas en el filtro se pueden expresar como $\Delta H = 0,25Q^2$ (Q en m^3/s). Las tuberías son de acero de rugosidad $k = 0,5 \text{ mm}$. La conducción de impulsión tiene $0,15 \text{ m}$ de diámetro y 65 m de longitud, con 2 codos a 90° y una válvula de retención, con una longitud equivalente de 135 diámetros. La conducción de retorno tiene $0,20 \text{ m}$ de diámetro y 50 m de longitud, y tiene 4 codos a 90° y una válvula de compuerta con una longitud equivalente 13 diámetros. El coeficiente de pérdidas localizadas en los codos es de $\varphi = 0,165$. Se pide que calcule la potencia necesaria en la bomba.

5.7 Se considera un bombeo entre dos depósitos con niveles de agua constantes a cotas 55 m y 90 m respectivamente, situados a 1000 m de distancia. La tubería es de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con diámetro interior de $0,4 \text{ m}$ y rugosidad absoluta de $0,1 \text{ mm}$. La bomba está situada al comienzo de la tubería y su curva característica es la representada en el gráfico. Calcule el caudal bombeado en la instalación

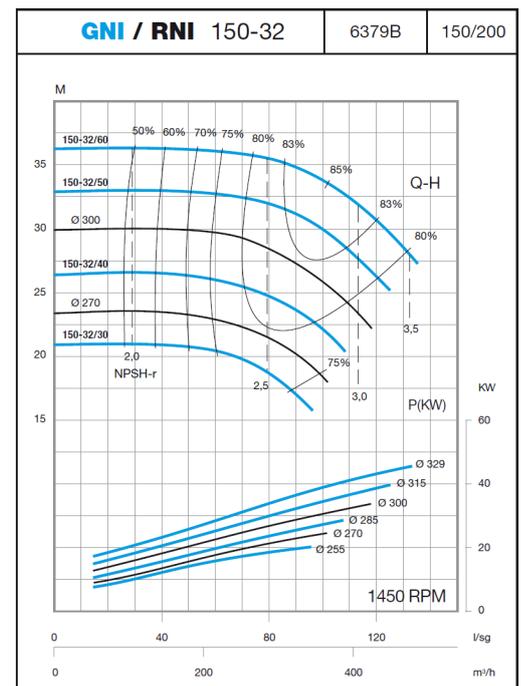




5.8 El abastecimiento de agua de una población se realiza desde un embalse, cuya cotas máxima y mínima de explotación son la 410 m y la 310 m, respectivamente. La conducción es una tubería de 0,3 m de diámetro, rugosidad absoluta $k = 0,2$ mm y 3800 m de longitud, que termina en el depósito de la estación de tratamiento, cuya lámina de agua permanece constante, a cota 290 m. Existe una obra de emergencia que se utiliza en situación de sequía. La obra consiste en una impulsión desde un canal de riego, situado a la cota 265 m, que pasa por las inmediaciones de la conducción. La tubería de impulsión tiene el mismo diámetro y rugosidad que la conducción, 800 m de longitud, y enlaza con la conducción en el punto P, situado a 900 m del depósito. La curva característica de la bomba se presenta en el gráfico. El acuerdo con la comunidad de regantes autoriza un caudal máximo de bombeo de 60 l/s. Con la conducción funcionando, calcule a partir de qué cota de agua en el embalse se puede empezar a bombear caudal desde el canal de riego y a partir de qué cota de agua en el embalse debe limitarse el caudal bombeado mediante una válvula para no superar 60 l/s



5.9 Una bomba de rodete de 329 mm cuya curva característica está representada en el gráfico adjunto alimenta dos depósitos mediante una tubería ramificada. La tubería tiene 0,2 m de diámetro y una rugosidad $k = 0,0035$ mm. El tramo común tiene una longitud de 100 m. De la bifurcación parten dos tuberías idénticas a la anterior. La primera de ellas tiene 100 m de longitud y alimenta un depósito cuya cota de lámina de agua está 18 m por encima del nivel de agua del pozo de alimentación. La segunda de ellas tiene 50 m de longitud y alimenta un depósito cuya lámina está 10 m por encima de la aspiración. En esta segunda tubería hay una válvula de regulación. Maniobrando esta válvula se consigue que los caudales que lleguen a ambos depósitos sean iguales. Se pide que calcule los caudales circulantes y el coeficiente de pérdidas de la válvula.



5.10 En una instalación de bombeo de agua caliente se quiere impulsar un caudal de 35 l/s de agua a 80° . Se pide que calcule el NPSH disponible, si el eje del rodete está situado a 2,5 m por encima del nivel de agua en la aspiración. La conducción de aspiración es una tubería de 0,3 m de diámetro y 21 m de longitud, con rugosidad $k = 0,046$ mm. Las pérdidas localizadas en la aspiración equivalen a una longitud equivalente de 13 diámetros y el coeficiente de pérdidas en el filtro de entrada es $\varphi = 0,5$.

5.11 En las pruebas de un sistema de abastecimiento de gasoil se ha olvidado abrir el venteo, con lo cual el tanque queda herméticamente cerrado. Inicialmente la altura de gasoil sobre la bomba es de 8 m. Sabiendo que el tanque está preparado para aguantar una presión diferencial negativa de 78480 N/m², determine si llegará a romperse. Suponga que cuando la bomba comience a cavitarse su dispositivo de seguridad la



detendrá automáticamente. Suponga los siguientes datos:

Gasoil: Densidad relativa: $\rho' = 0,8$. Tensión de vapor: 14715 N/m^2 . Viscosidad cinemática: $\nu = 3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$.

Bomba: Curva característica: aproximada por $H = 15 - Q^2$ (H en m y Q en m^3/s). Número de cavitación $N_c = 1$

- 5.12 La turbina de una central de pie de presa está alimentada desde un embalse de cota máxima 470, a través de una tubería de 2,55 m de diámetro, $n = 0,011$ y 70 m de longitud equivalente, teniendo en cuenta las pérdidas localizadas. La turbina desagua a un canal de descarga, con agua a la cota 400, a través de un conducto de aspiración troncocónico de eje vertical, con bases de 2,0 m y 2,5 m de diámetro, situadas a las cotas 402 y 397 respectivamente. Las pérdidas de carga en este conducto pueden suponerse despreciables. El coeficiente de cavitación de la turbina, referido a la brida de salida (coincidente con la sección superior del tubo de aspiración) es de 0,40.

En estas condiciones, se pide que calcule la máxima potencia que puede proporcionar la turbina, suponiendo un rendimiento constante del 88,5%, sin que se produzca cavitación. La mínima presión atmosférica esperada es de 9,85 m.c.a.. Tómesese una presión de vapor de 0,24 m.c.a.

- 5.13 Una bomba centrífuga de eje horizontal bombea agua desde un pozo a un depósito cilíndrico de 10 m de altura. La curva característica de la bomba está representada en la figura (rodete de 245 mm). La tubería de aspiración está formada por un tramo horizontal a cota 104 m, de 0,15 m de diámetro, un codo a 90° de 0,15 m de diámetro y un tramo vertical troncocónico de diámetro final de aspiración de 0,30 m. La cota de lámina de agua del pozo de toma es la 99 m, y puede suponerse constante. La tubería de impulsión es horizontal, tiene 0,15 m de diámetro y desemboca en el depósito a cota 104 m. Las pérdidas de carga (continuas y localizadas) pueden calcularse mediante la expresión $\Delta H = 5,2 \frac{v^2}{2g}$ en el conducto de aspiración, y $\Delta H = 1,9 \frac{v^2}{2g}$ en el conducto de impulsión, donde v es la velocidad en las bridas de aspiración e impulsión de la bomba, de 0,15 m de diámetro. Las pérdidas de carga en el conducto de impulsión no incluyen el término de energía cinética a la entrada del depósito.

Se pide:

1. Calcule el caudal bombeado cuando la cota de lámina de agua en el depósito de impulsión es $Z_{imp} = 114 \text{ m}$
2. Calcule el NPSH disponible de la bomba para el caudal anterior (altura de presión de vapor 0,024 mca, altura de presión atmosférica 10,33 mca).
3. Calcule la cota mínima de la lámina de agua en el depósito de impulsión (Z_{imp} mínima) para que no se produzca cavitación, utilizando los datos de NPSH requerido proporcionados por el fabricante en la curva característica.

