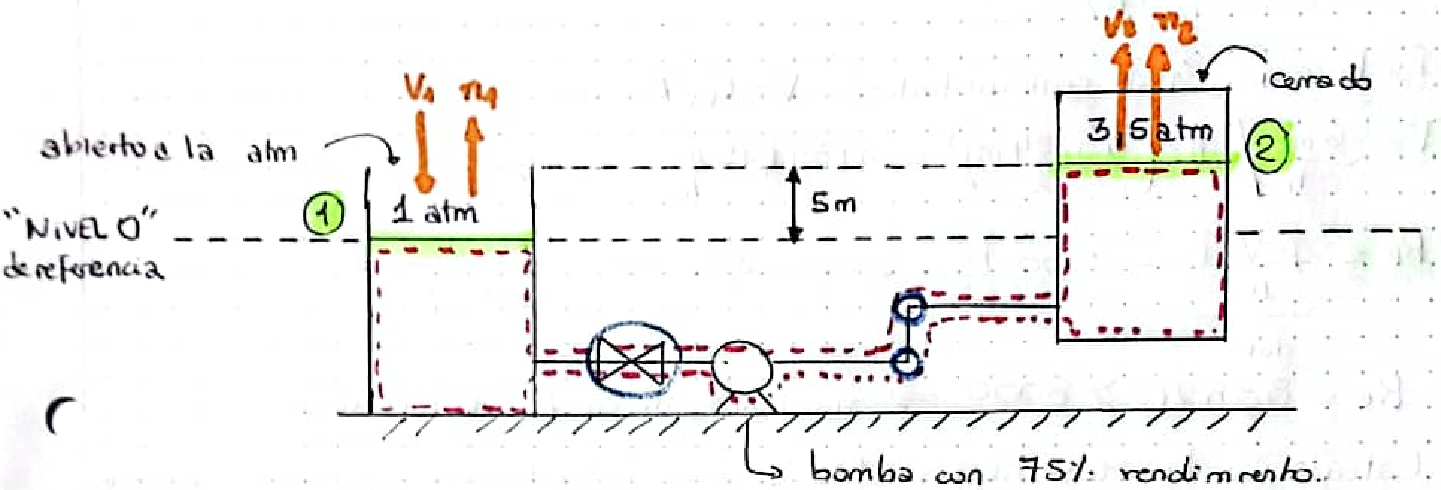
3. El siguiente sistema permite el trasvase de agua entre dos depósitos de gran diámetro, el primero de ellos abierto y el segundo cerrado con una presión de 3.5 atm. La tubería que conecta ambos depósitos posee un diámetro interno de 1in con una longitud de 120 m. En la conducción existen además diferentes accidentes: 1 válvula de globo convencional con asiento plano abierta, 2 codos de 90° convencional. Determinar la potencia de impulsión necesaria para transvasar un caudal de 6 m^3/h.

Propiedades físicas del agua: ρ= 1000 kg/m^3, μ=0.001 kg/m.s.

Rugosidad absoluta de la conducción ε= 1.5 10^{-5}m.

Rendimiento de la bomba: 75%



DATOS

1: entrada
- P_1 = 1 atm = 101325 Pa
- $e_1 = 0$

2: salida
- P_2 = 3,5 atm = 354637,5 Pa
- $e_2 = e_{p2}$

- fluido: H_2O
- ρ = cte = 1000 kg/m^3
- μ = 0,001 K/m.s
- $\varepsilon_{abs} = 1,5 \times 10^{-5}$ m
- $Q = cte = 6 \frac{m^3}{h} = 1,67 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$

- Longitud de la tubería = 120m
- Dim de la tubería = 1in = 0,0254 m
- Accesorios → 1 válvula de globo convencional con asiento plano abierta
  ↳ 2 codos de 90° convencional.

Balance de Energía

$$\cancel{\frac{\partial Q}{\partial t}} - \frac{\partial W_s}{\partial t} = \iint_{SC} \left(e + \frac{P}{\rho}\right) \rho \left(\vec{V} \cdot \vec{n}\right) . dA + \underbrace{\cancel{\frac{\partial}{\partial t} \iiint_{VC} e \rho \, dV}}_{\text{"0" → E.E.}} + \frac{\partial W_\mu}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial W_s}{\partial t} = \Big(\underbrace{e_1}_{=0} + \frac{P_1}{\rho}\Big) \rho . Q . \cos 180° + \Big(\underbrace{e_2}_{=e_{p2}} + \frac{P_2}{\rho}\Big) \rho . Q . \cos 0° + \frac{\partial W_\mu}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial W_s}{\partial t} = \underbrace{-P_1 . Q}_{a} + \underbrace{\left(e_{p2} + \frac{P_2}{\rho}\right) \rho . Q}_{b} + \underbrace{2 \, ff . V^2 . \Sigma\left(\frac{L}{D}\right) . Q . \rho}_{c}$$

* Consideramos que hay ec en 1 y 2 pero al ser superficies muy grandes despreciamos la velocidad del fluido en ambos puntos por ser muy pequeñas

ⓐ $-P_1 . Q = -101325\ Pa \cdot 1{,}67\times10^{-3}\,\frac{m^3}{s} = -169{,}21\ \frac{J}{s}$

ⓑ $\left(ep_2 + \frac{P_2}{\rho}\right)\rho . Q = 9{,}8\,\frac{m}{s^2}\cdot 5m + \frac{354637{,}5\ Pa}{1000\ \ Kg/m^3}\Big)\cdot 1000\,\frac{Kg}{m^3}\cdot 1{,}67\times10^{-3}\,\frac{m^3}{s}$

$\left(ep_2 + \frac{P_2}{\rho}\right)\rho . Q = 674{,}07\ \frac{J}{s}$

ⓒ $2 f_f\, v^2\, \Sigma\left(\frac{L}{D}\right) . Q . \rho$

Por la ecuación de continuidad ⇒ $V = Q / A_{conducto}$

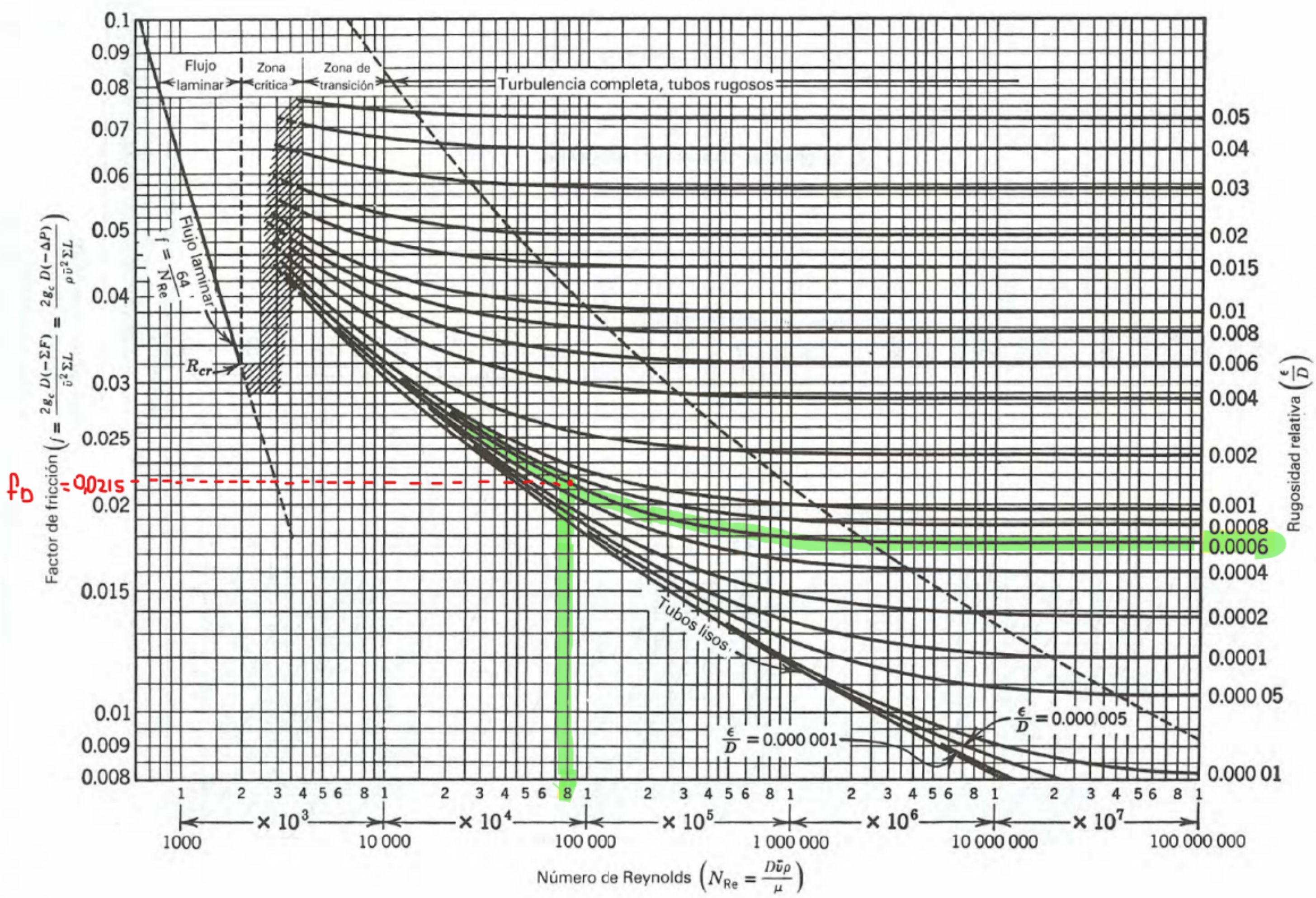
$V = 6\,\frac{m^3}{h} \Big/ \pi . \left(\frac{0{,}0254\ m}{2}\right)^2 = 11841{,}15\,\frac{m}{h} = 3{,}3\ \frac{m}{s}$

$Re = \underbrace{\frac{\rho . V . D}{\mu}}_{\text{dato}} = 1000\ \frac{kg}{m^3} \cdot 3{,}3\,\frac{m}{s} \cdot 0{,}0254\ m \cdot \frac{1}{0{,}001}\ \frac{m.s}{kg}$

$Re = 83820 > 8000$ ⇒ hablamos de un fluido Turbulento

Calculamos la rugosidad relativa ⇒ $\frac{\varepsilon}{D} = \frac{1{,}5\times10^{-5}\,m}{0{,}0254\ m} = 0{,}00059 \cong 0{,}0006$

Con el nº de Reynolds y la rugosidad relativa, buscamos en el grafico de Moody = Factor de Fricción de Darcy - Nº de Re - Rugosidad relativa. Interceptando en la curva obtenemos el valor de f_D.



* Buscamos estos valores tabulados en la tabla de Long. equivalentes

$f_D = 0{,}0215$

$\frac{f_D}{4} = f_f = \frac{0{,}0215}{4} = 5{,}4 \times 10^{-3}$

$\sum\left(\frac{L}{D}\right) = \left.\frac{L}{D}\right)_{\text{Tubería}} + \left.\frac{L}{D}\right)_{\text{Accesorios}}$ → 1 Valvula de globlo c/ asiento plano + 2 (codo convensional de 90°)

$\sum\left(\frac{L}{D}\right) = \frac{120\,m}{0{,}0254\,m} + 340 + 2 \cdot 30 = 5124{,}41$ } adimensional

Apéndice C-2a Longitud equivalente representativa en diámetros de tubo (L/D) de varias válvulas y accesorios (Crome Co.)

Descripción	Longitud equivalente en diámetros de tubo (L/D)
Válvulas de globo	
Convencional	
Sin obstrucción con asiento plano, biselado o de obturador —totalmente abierta	340
Con disco accionado con vástagos o mariposa —totalmente abierta	450

Descripción	Longitud equivalente en diámetros de tubo (L/D)
Accesorios	
Codo convencional de 90°	30
Codo convencional de 45°	16
Codo de radio largo de 90°	20
Codo recto de 90°	50
Codo recto de 45°	26
Codo de esquina cuadrada	57
T Convencional	
Para el flujo transversal recto	20
Para el flujo transversal ramificado	60
Curva de retorno de patrón cerrado	50

(c) $2 f_f \cdot v^2 \cdot \sum\left(\frac{L}{D}\right) \cdot Q \cdot \rho$

$= 2 \cdot 5{,}4 \times 10^{-3} \cdot \left(3{,}3\,\frac{m}{s}\right)^2 \cdot 5124{,}41 \cdot 1{,}67 \times 10^{-3}\,\frac{\cancel{m^3}}{s} \cdot 1000\,\frac{kg}{\cancel{m^3}}$

$= 1006{,}50\ \frac{J}{s}$

$-\frac{\partial W_s}{\partial t} = -169{,}21\,\frac{J}{s} + 674{,}07\,\frac{J}{s} + 1006{,}50\,\frac{J}{s} = 1511{,}36\,\frac{J}{s}$

$\frac{\partial W_s}{\partial t} = -1511{,}36$ Watt } como $\frac{\partial W_s}{\partial t} < 0$; es la potencia que debe recibir la bomba

El problema me pide determinar la potencia de impulsión necesaria que se necesita p/ mantener un Qcte de $6\,m^3/h$. La potencia calculada del balance de energía es el ideal, p/ obtener el real con una eficiencia del 75% es:

$P_{real} = \frac{P_{ideal}}{0{,}75} = \frac{1511{,}36\,J/s}{0{,}75} = 2015{,}15\,\frac{J}{s}$ } $P_{real} > P_{ideal}$ → la necesaria.

Escaneado con CamScanner