



## Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería

Cátedra: Mecánica de Fluidos

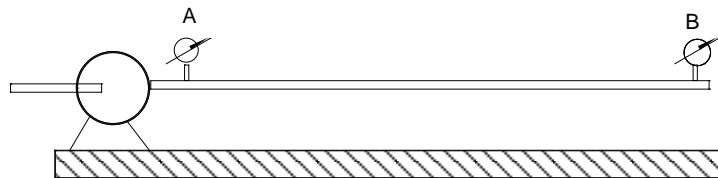
Práctica N° 10 – Pérdidas de carga – Flujos turbulentos

Docentes: Dra. Miralles / Ing. Jorge Rosasco / Ing. Eduardo Contento

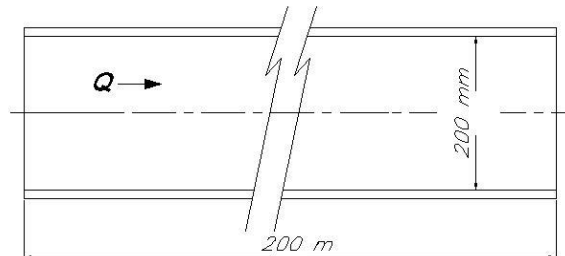
Revisión: 00

1. Calcular la caída de presión, entre los puntos A y B y la potencia requerida por la bomba. La misma debe impulsar agua por una cañería sobre el suelo

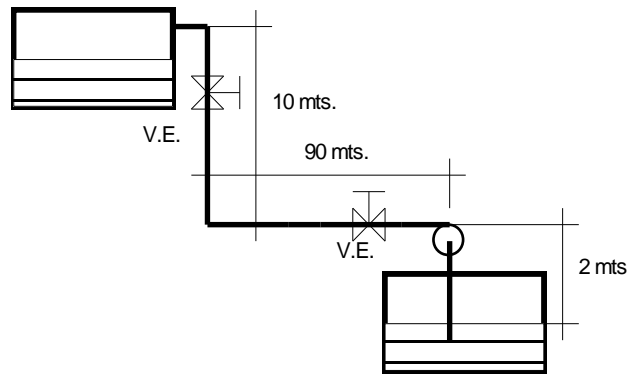
Los datos son los siguientes: Diámetro  $\varnothing = 500$  mm. Caudal: 1200 m<sup>3</sup>/hora. Largo de la tubería: 800 m. Temperatura del agua: 20°. Viscosidad:  $1,007 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/seg.  $P_{\text{salida}}$  en A: 4 Kg/cm<sup>2</sup>. Material: Caño oxidado c/ incrustaciones.



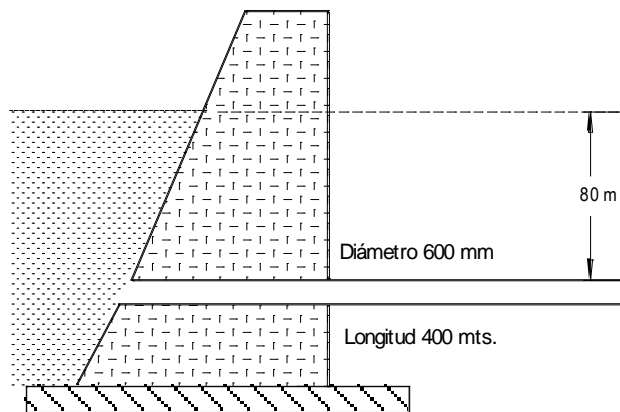
2. Determinar la pérdida de carga mediante la utilización de los diagramas de Moody, para un flujo de 8000 l /min de aceite industrial cuya viscosidad cinemática  $\nu = 10 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/seg que circula a través de una tubería de fundición de hierro, horizontal cuya longitud es de 200 m y cuyo diámetro interior es  $D = 200$  mm.



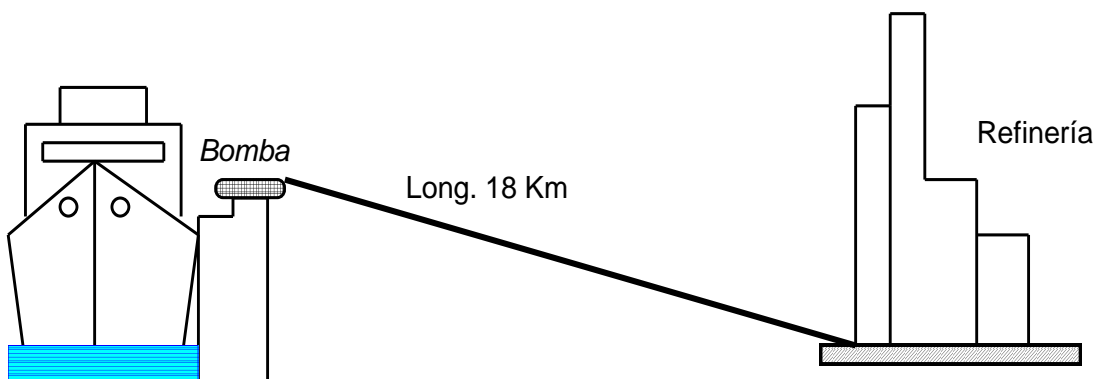
3. En la siguiente instalación, calcule el diámetro necesario de la cañería, las pérdidas de carga generales y de los accesorios, la potencia hidráulica necesaria para mover el líquido (¿Cómo influye en la instalación la altura geométrica  $(Z_2 - Z_1)$ ?). Datos: Temperatura del agua 20°C - Caudal: 250 m<sup>3</sup>/h - Cañería: Nueva - Se dispone de una bomba centrífuga usada de: 20 CV / 15 Kw ¿Podrá usarse en la instalación? - Velocidad recomendada = 1,4m/s, Fluido agua.



4. Una cañería de Hormigón de 600 mm. de diámetro y 400 mts. de longitud, conduce agua desde un embalse a una central hidráulica. ¿Qué potencia tendrá el chorro de agua; si el salto es de 80 mts. y la velocidad de salida es de 4 m/s?



5.- Determine la presión de bombeo para una diferencia de altura de 40 mts. Longitud: 18 Km. - Diámetro: 10" - Material: Acero comercial. Caudal:  $60 \text{ m}^3/\text{h}$   $\delta = 850 \text{ Kg/m}^3$   $\nu = 15,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$ .

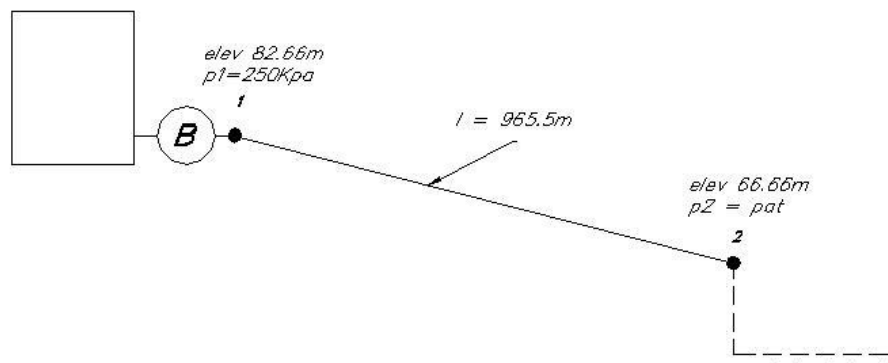


6.- Desde una planta química se ha de impulsar a otra un caudal de  $130 \text{ m}^3/\text{h}$  de aceite de lignito, a través de una cañería de acero de 4 Km de longitud. La temperatura media de la conducción es de  $15^\circ\text{C}$  ( $\gamma: 1100 \text{ Kg/m}^3$ ),  $\mu: 0,00346$

Kg /m.s. Calcule el diámetro de la cañería, con una velocidad admisible de 1 a 2 m/s y una presión máxima de bombeo en la cañería de 7 bar.

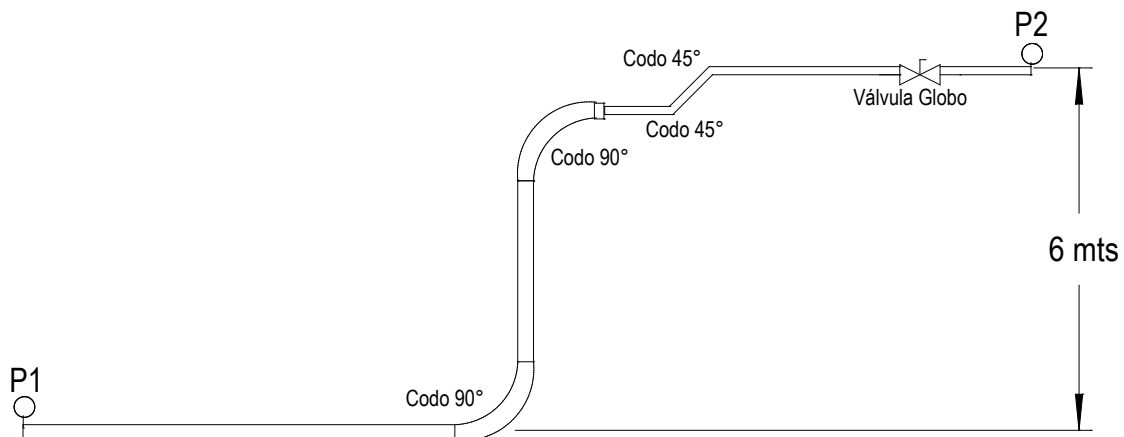
7.- Desde una casamata se bombea gasolina a un embarcadero para ser descargada con un caudal de  $0.1 \text{ m}^3/\text{seg}$  a través de una tubería según se indica en la figura. Se utilizará un conducto de pvc recubierto interiormente con neopreno de una rugosidad media absoluta  $e = 0.5 \text{ mm}$ , la presión de bombeo en el punto 1 prevista es de  $250 \text{ KPa (Man)}$ . Se pide determinar el diámetro que deberá tener el conducto.

$\rho (\text{gasolina}) = 718 \text{ Kg/m}^3$ ,  $\mu (\text{gasolina}) = 2,92 \text{ E-4 Kg / m seg}$

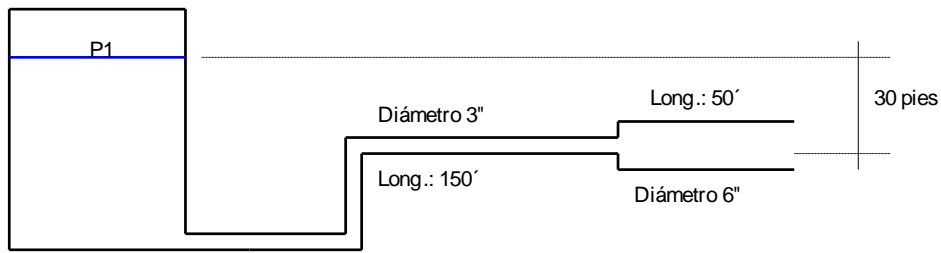


8. Determine la presión en el punto 2 para el sistema de tuberías, de 500 pies de 6" de  $\varnothing$ , y de 100 pies del mismo material pero de 3" de Diámetro interno, material hierro común. Caudal:  $0.42 \text{ m}^3/\text{min}$  -  $P1: 3.5 \text{ kg/cm}^2$ .

La distancia entre el punto 1 y el 2 es de 6 metros

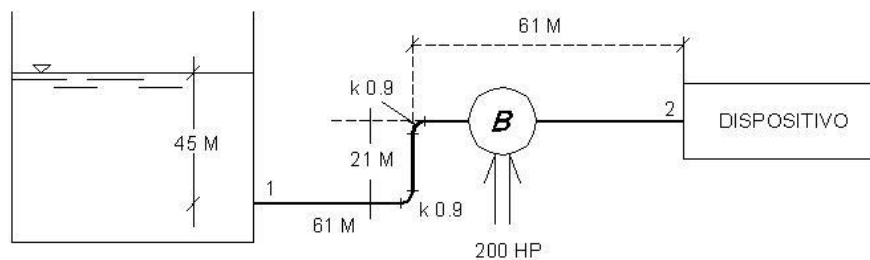


9.-Calcule la presión  $P_1$ , para que el caudal sea de  $56,6 \text{ lts/seg}$ . La tubería es de Hierro Fundido y asfaltado. Fluido agua a  $20^\circ\text{C}$ .



10.- En el esquema mostrado en la figura, se bombea agua hacia un dispositivo de intercambio de calor, desde un gran depósito, la bomba desarrolla una potencia de 200 HP efectivos que son aplicados al flujo. La tubería es de acero inoxidable de 20,3 cm de diámetro interior, en todo su recorrido, y posee dos codos a 90° (factor  $k=0.9$ ) y la boca de salida del depósito es abocinada y tiene un (factor de accesorio  $k = 0.05$ ), se pregunta:

- De que presión se dispondrá a la entrada del dispositivo si se mantiene un caudal de 283 l /seg
- ¿Qué potencia se pierde por fricción y accesorios?
- ¿Cuál será el rendimiento del sistema, tal como está planteado?



$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

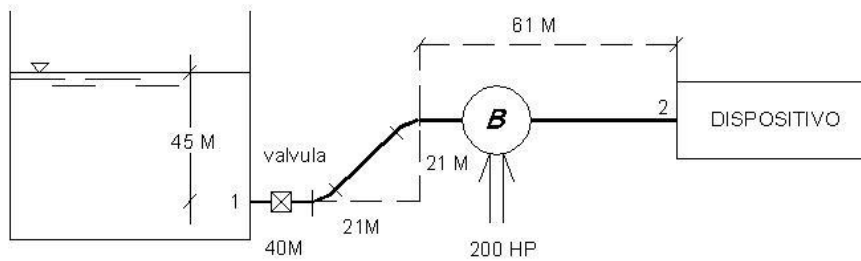
$$u = 0,0113 \text{ E } -4 \text{ m}^2/\text{seg}$$

*Nota: para la resolución busque en las tablas y gráficas proporcionadas por la cátedra o en los textos de consulta.*

11.- Replantee el problema anterior, modificando la geometría de la tubería según se indica en la figura siguiente, los codos a 90° se han cambiado por codos angulados a 45° , y se ha colocado una válvula de retención de acople axial, adicional a la salida del depósito que normalmente está totalmente abierta. Responder nuevamente:

- De que presión se dispondrá a la entrada del dispositivo si se mantiene un caudal de 283 l /seg
- ¿Qué potencia se pierde por fricción y accesorios?
- ¿Cuál será el rendimiento del sistema, tal como está planteado en su nueva condición?

*Nota: para la resolución busque en las tablas y gráficas proporcionadas por la cátedra o en los textos de consulta.*



12. Cuando circulan 40 l/seg de un Fuel-Oil medio a 15°C entre un depósito y otro, a través de 1000 metros de tubería nueva de fundición de 15 cm de diámetro, la pérdida de carga es de 40 cm. Las secciones A y B tienen cotas de 0,0 y 18 mts respectivamente, siendo la presión en B de 3,50 Kg/cm<sup>2</sup> ¿Qué presión debe mantenerse en el primer depósito para que circule el caudal establecido?  $\rho_{\text{fuel oil}} : 906 \text{ Kg/m}^3 - \mu_{\text{fuel oil}} = 3,56 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/ m seg}$

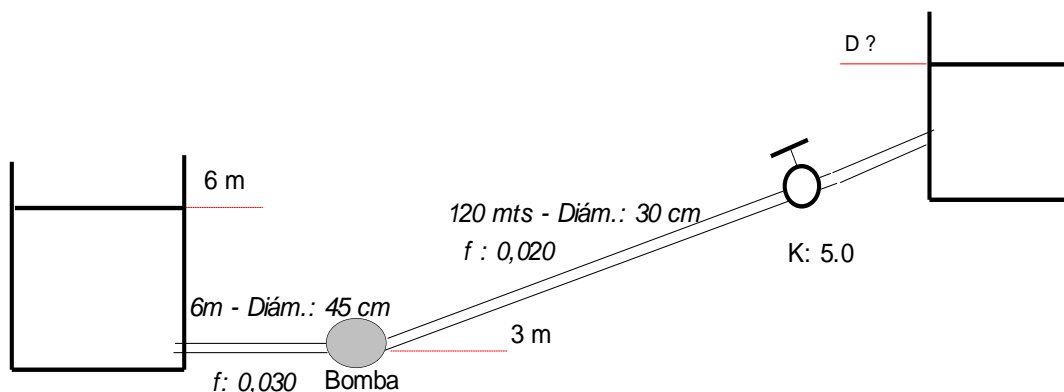
13. Para hallar la pérdida de carga en tuberías, el método Hazen - Williams es válido solamente para agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C<sub>H</sub>" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero, y se expresa como:

$$h[m] = 10,674 \times \left[ \frac{Q^{1,852}}{C_H^{1,852}} D^{4,871} \right] \times L$$

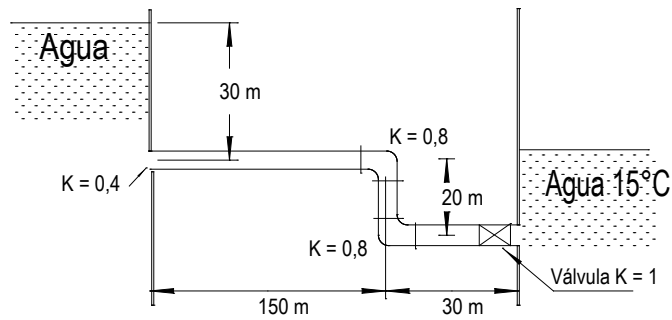
Donde h es la pérdida de carga en metros, Q en m<sup>3</sup>/seg, D en metros, L en metros y C<sub>H</sub> es adimensional (Ver tabla al final del apunte)

- Si tenemos 100 metros de tubería de 3" de diámetro, de hierro galvanizado, por la que circulan 100 litros por segundo de agua ¿Cuál será la pérdida de carga en metros entre los extremos de la tubería?
- Si se tiene una tubería de cemento de 4" de diámetro con una longitud de 100 metros y se admite para la misma una pérdida de carga máxima de 2 metros ¿Cuál es el máximo caudal que puede circular por la misma?

14. Si la bomba B transfiere al fluido 70 CV, cuando el caudal de agua es de 220 lts/seg, ¿A qué elevación puede situarse el depósito D?



15. ¿Cuál es el caudal que circula a través del sistema de la figura? La tubería es de acero comercial de 15 cm. El fluido es agua, la rugosidad absoluta es  $4,6 \cdot 10^{-5}$  m.



16. Para una instalación de aire acondicionado se va a transportar aire a presión atmosférica normal y temperatura  $15^{\circ}\text{C}$  (condiciones ISA estándar) a través de un conducto rectangular de  $30 \times 20$  cm y de tendido horizontal. El caudal volumétrico que se desea transportar es de  $0,24 \text{ m}^3/\text{seg}$ , las salidas van a estar a presión atmosférica. Se pide calcular la presión de impulsión necesaria

Datos adicionales:

$\nu$  (aire @  $15^{\circ}\text{C}$ ) =  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{seg}$

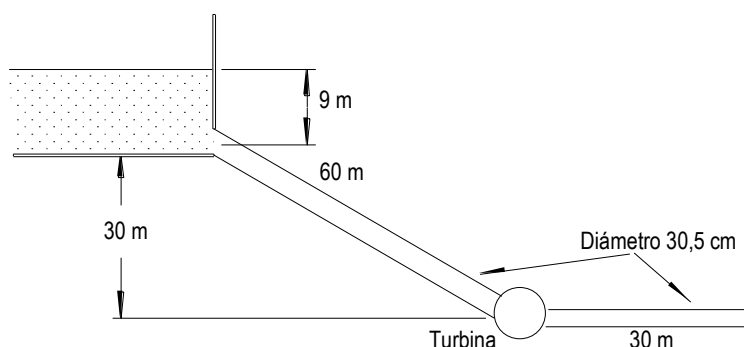
17. Las ecuaciones de Manning se suelen utilizar en canales, para el caso de las tuberías son válidas cuando el canal es circular y está parcial o totalmente lleno, o cuando el diámetro de la tubería es muy grande. Uno de los inconvenientes de la fórmula es que sólo tiene en cuenta un coeficiente de rugosidad  $n$  obtenido empíricamente, y no las variaciones de viscosidad con la temperatura, la expresión es la siguiente:

$$h[m] = 10,3 n^2 \left( \frac{Q^2}{D^{5,33}} \right) L$$

En donde:  $h$ : pérdida de carga o de energía (m);  $n$ : coeficiente de rugosidad (adimensional, ver al final del apunte) ;  $D$ : diámetro interno de la tubería (m);  $Q$ : caudal ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $L$ : longitud de la tubería (m)

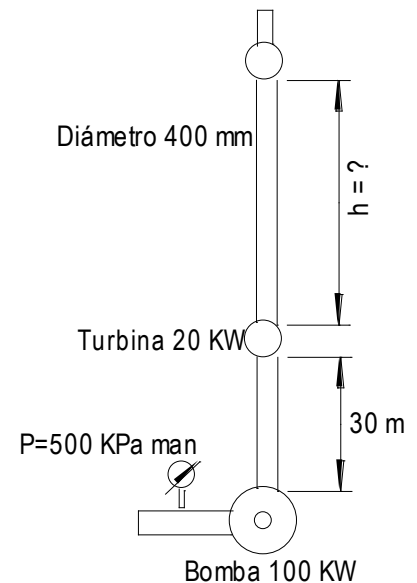
a) Si tenemos 100 metros de tubería de 3" de diámetro, de hierro galvanizado, por la que circulan 150 litros por segundo de agua ¿Cuál será la pérdida de carga en metros, entre los extremos de la tubería?

18. ¿Qué cantidad de agua fluye desde el embalse a través del sistema de tuberías? El agua mueve una turbina que desarrolla 100 CV? Suponer que  $\mu = 10,27 \cdot 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{s} / \text{m}$ , densidad relativa 1. La tubería es de acero comercial.



19. Una bomba suministra 100 KW de potencia a un flujo vertical en un rascacielos, como se muestra en la figura. A 30 m una turbina le extrae 20 KW de potencia. ¿Qué tan alto puede ir el tubo hasta la siguiente bomba si ésta requiere una presión manométrica de entrada de 10.000 Pa? El caudal es  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

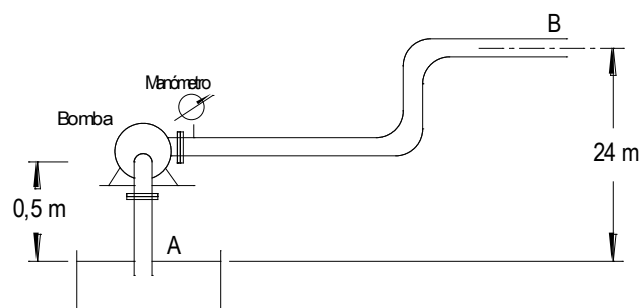
Suponga que  $\nu = 0,0114 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$



20.- La figura representa una instalación de una bomba centrífuga de agua, que tiene en la impulsión dos codos de 90 roscados, con un radio interior de 37,5 mm (diámetro exterior 75 mm). El manómetro situado a la salida de la bomba indica una presión de 6 bar. Las pérdidas en la tubería de aspiración por ser corta pueden despreciarse, la tubería de impulsión tiene 400 m de tramos rectos de hierro galvanizado. El rendimiento de la bomba es 75% gira a 1490 RPM e impulsa agua a  $20^\circ\text{C}$  con un caudal de 250 litros / minuto.

Calcular:

- La potencia comunicada al fluido por la bomba
- La potencia del motor que será necesario colocar
- El par de accionamiento
- La presión en el punto B justo antes de la salida



21.- Mediante una bomba se transporta Fuel- Oil Pesado, a través de una tubería de 1000 mts de 4" de diámetro, hasta un depósito 10 metros más elevado. Despreciando las pérdidas menores, determinar la potencia de la bomba cuando se bombea producto a 15, 30 y 50°C. Material acero comercial  $e = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$

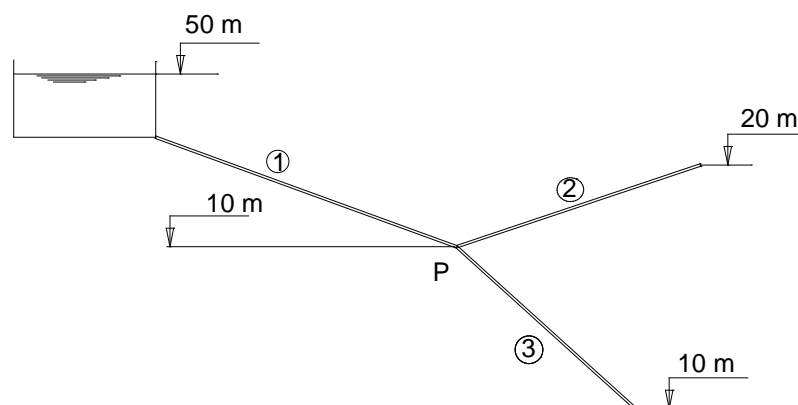
Temperatura	Viscosidad ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
15	$201 \cdot 10^{-6}$	912
30	$89 \cdot 10^{-6}$	904
50	$47 \cdot 10^{-6}$	892

22.- Utilizando la ecuación de Hazen – Williams, determinar el caudal de agua que circula por cada uno de los ramales del sistema de abastecimiento que se muestra en la figura, la elevación del punto P es de 10 metros, la descarga se hará a la atmósfera y las características de los tramos son los siguientes:

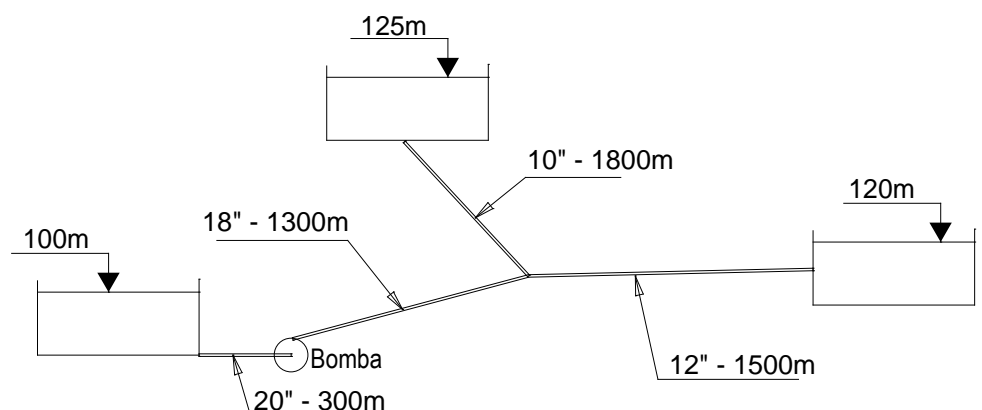
Tramo 1:  $L_1 = 5,20 \text{ Km}$ ;  $D_1 = 16''$ ;  $CH = 100$  (Acero usado)

Tramo 2:  $L_2 = 1,25 \text{ Km}$ ;  $D_2 = 10''$ ;  $CH = 120$  (Cemento pulido) y una válvula de compuerta abierta

Tramo 3:  $L_3 = 1,50 \text{ Km}$ ;  $D_3 = 10''$ ;  $CH = 120$  (Cemento pulido)











23.- En el sistema de la figura una bomba suministra 40 HP a la instalación para suministro de agua. Considere a los fines de cálculo que el coeficiente  $f$  de fricción es de 0,020 y que la bomba tiene un rendimiento del 100%, obtener el caudal que circula por cada rama. Utilizar para la resolución la fórmula de Darcy – Weisbach.



Valores de rugosidad absoluta para distintos materiales:

Material	$\epsilon$ (mm)	Material	$\epsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

### Tabla de factores K de accesorios

Pieza	Descripción	Diámetro de los accesorios en mm											
		13	19	25	32	38	50	62 - 75	100	150	200	300-400	450-600
	Válvula de pie de tapa de brida	11,3	10,5	9,7	9,3	8,8	8,0	7,6	7,1	6,3	5,9	5,5	5,0
	Válvula de pie con tapa vertical	2,0	1,9	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9
	Codo de 90° Radio = 2 diámetros	0,32	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14
	Codo de 45° Radio = 2 diámetros	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
	Contracción	$K = 0,5 \left( 1 - \frac{d_1^2}{d_2^2} \right) \sqrt{\text{Sen} \frac{\theta}{2}}$											
	Válvula de cubierta	0,22	0,20	0,18	0,18	0,15	0,15	0,14	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10
	Válvula de bola	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
	Válvula de mariposa						0,86	0,81	0,77	0,68	0,63	0,35	0,30

**Valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams  $C_H$  para diferentes materiales:**

Material	$C_H$	Material	$C_H$
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

**Coefficiente n de Manning**

El cálculo del coeficiente de rugosidad "n" es complejo, ya que no existe un método exacto. Para el caso de tuberías se pueden consultar los valores de "n" en las diversas tablas publicadas. Algunos de esos valores se resumen en la siguiente tabla:

Material	n	Material	n
Plástico (PE, PVC)	0,006-0,010	Fundición	0,012-0,015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009	Hormigón	0,012-0,017
Acero	0,010-0,011	Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Hierro galvanizado	0,015-0,017	Revestimiento bituminoso	0,013-0,016