

Tarea 7 & 8

ME3301 Mecánica de Fluidos

Semestre Otoño 2011

June 10, 2011

Problema 1 (35%)

Un fluido viscoso esta contenido entre dos paredes rígidas, $z = 0$ y $z = h$. El plano inferior esta en reposo, el plano superior rota con respecto a un eje vertical con una velocidad angular constante Ω . El número de Reynolds $Re = \Omega h^2 / \nu$ es pequeño, de manera que las ecuaciones de flujo lento proporcionan una buena aproximación del flujo resultante. Use estas ecuaciones en coordenadas cilíndricas.

- Muestre que a partir de un flujo puramente rotatorio $\vec{u} = u_\theta(r, z)\hat{\theta}$ se obtiene que

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) u_\theta = 0.$$

- Escriba las condiciones de borde que u_θ debe satisfacer en $z = 0$ y $z = h$. Busque una solución de la forma $u_\theta = r f(z)$ y concluya argumentadamente que $f(z) = \Omega z / h$.
- Suponga que las paredes superior e inferior son discos horizontales de radio a . Si efectos en los bordes de los discos son despreciables, muestre que el torque externo en el disco superior necesario para mantener el flujo es

$$\tau = \frac{1}{2} \pi \mu \Omega \frac{a^4}{h}.$$

Hint: La componente $\hat{\theta}$ del esfuerzo de corte en la pared superior es $t_\theta = -\mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \theta} + \frac{\partial u_\theta}{\partial z} \right]$.

Problema 2 (30%)

a) (50%) Modelos de ríos son usados para estudiar muchas situaciones diferentes de flujo. Considere un río pequeño que tiene un ancho y profundidad promedios de 60 ft y 4 ft, respectivamente. Asuma que el río transporta agua a una tasa de flujo de 700 ft³/s. Un modelo es diseñado en base a similitud en el número de Froude de manera que la escala de descarga

es 1/250. Determine la profundidad y tasa de flujo a las cuales el modelo operaría.

b) (50%) La velocidad, V , de una partícula con forma de esfera que cae lentamente en un fluido viscoso puede ser expresada as

$$V = f(d, \mu, \gamma, \gamma_s),$$

donde d es el diámetro de la partícula, μ la viscosidad del fluido, y γ y γ_s son los pesos específicos del fluido y la partícula respectivamente. Desarrolle un conjunto de parámetros adimensionales que puedan ser usados para investigar este problema.

Problema 3 (35%)

Considere la viña Cartonnet ubicada en los alrededores de la cuarta región, la cual se dedica a la producción de vinos blancos y tintos. La producción de vinos, como usted debería saber, incluye la fermentación del mismo, proceso que debe ser realizado durante varias horas a una temperatura promedio que varía con cada vino, pero para efectos del problema se supondrá a 18 grados Celcius. A pesar de que la cuarta región posee un clima bastante templado, se deben considerar los efectos climáticos y asumir que los estanques de vino estarán sujetos a cambios de temperatura. Para evitar esto, los estanques se rodean de algo llamado chaquetas térmicas, que son serpentines de tubos por los cuales se hace pasar agua fría o caliente para variar la temperatura del estanque. Se le pide a usted, como futuro ingeniero, dimensionar el Piping desde la sala de máquinas hasta los estanques de vino, dando los diámetros de cañería apropiados. El trazado de las cañerías viene dado por los lugares donde se pueden instalar (un tema de soportes estructurales), y se puede apreciar en la figura. Los parámetros de diseño son:

- El flujo de diseño debe ser de 120 metros cúbicos por hora.
- El diseño de cañerías es uno solo, pero debe poder transportar agua caliente a 80 grados Celcius o agua fría a 5 grados Celcius, dependiendo de lo que se necesite.
- Las cañerías deben ser de Acero A53 Grado B.
- Habrán tres grupos de estanques a alimentar. Cada grupo consume 40 m³/hr. Después de pasar por un grupo de consumos, su caudal de diseño disminuirá, y por lo tanto podrán reducirse las cañerías.
- Los consumos y los tramos de acometida a ellos generan una pérdida de carga de 0,5 bar.
- Después de pasar por los consumos, el flujo de agua vuelve a la sala de máquinas por una línea de retorno paralela a la de ida. Considere que en el caso del agua caliente el retorno será a 60C, y en el caso de agua fría será a 15C.

Se debe dimensionar, entonces:

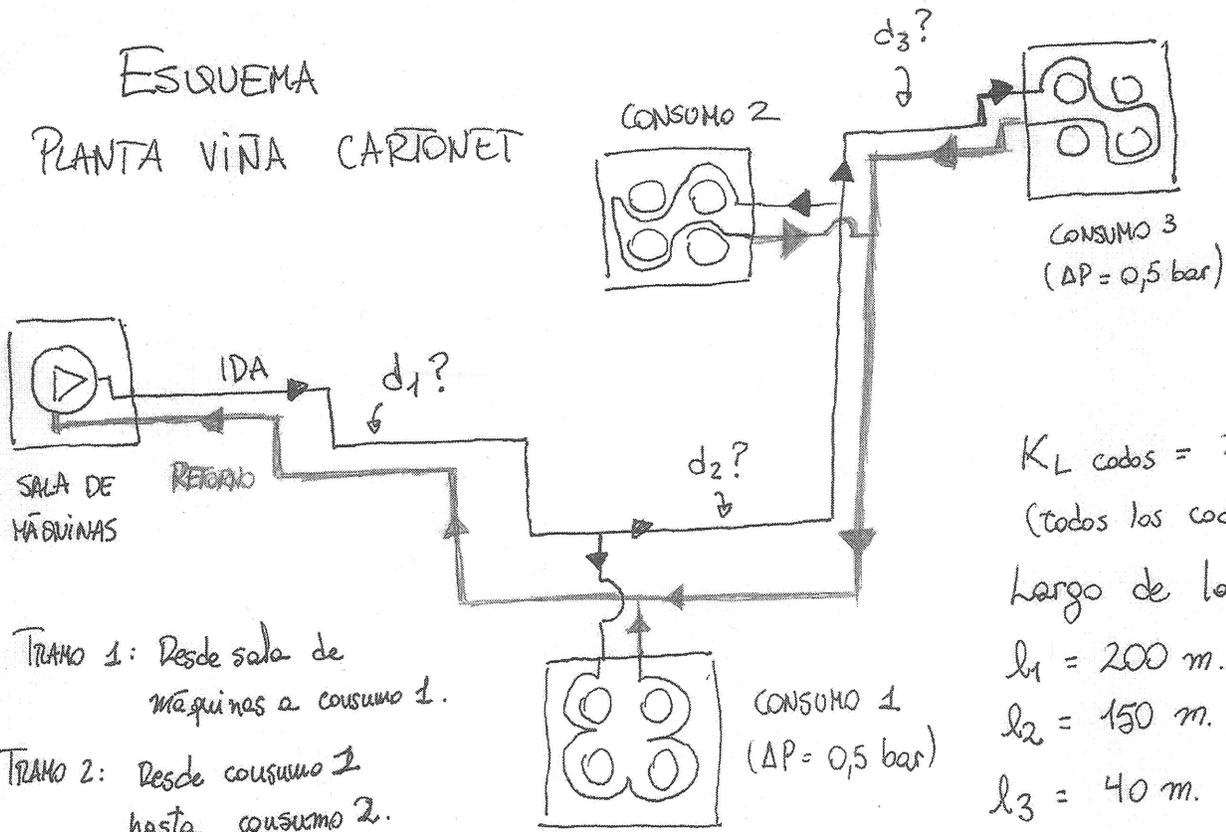
a. Determinar los diámetros de cañería tal que la velocidad del agua nunca supere los 2 m/s.

b. Calcular la pérdida de carga total del sistema (ida, consumos, retorno), para el caso de agua caliente y el caso de agua fría. Para esto, determine los factores de fricción con la correlación de Colebrook-White (NO utilice el diagrama de Moody).

c. Determine la presión mínima que debe entregar la bomba para alimentar todos los consumos apropiadamente.

Fecha de Entrega: Miercoles 22 de Junio en Clases

ESQUEMA PLANTA VIÑA CARIJONET



- TRAMO 1: Desde sala de máquinas a consumo 1.
- TRAMO 2: Desde consumo 1 hasta consumo 2.
- TRAMO 3: Desde consumo 2 hasta consumo 3.

$K_L \text{ codos} = 2,5$
(todos los codos iguales)

Largo de los tramos:
 $l_1 = 200 \text{ m.}$
 $l_2 = 150 \text{ m.}$
 $l_3 = 40 \text{ m.}$

Indicaciones:

- Evalúe las propiedades de los fluidos a las temperaturas señaladas y presión de saturación.
- La línea de retorno es idéntica a la de ida, en diámetros y largos.
- Recuerde que las cañerías no pueden ser de cualquier diámetro. Refiérase al catálogo que será subido a u-cursos.