



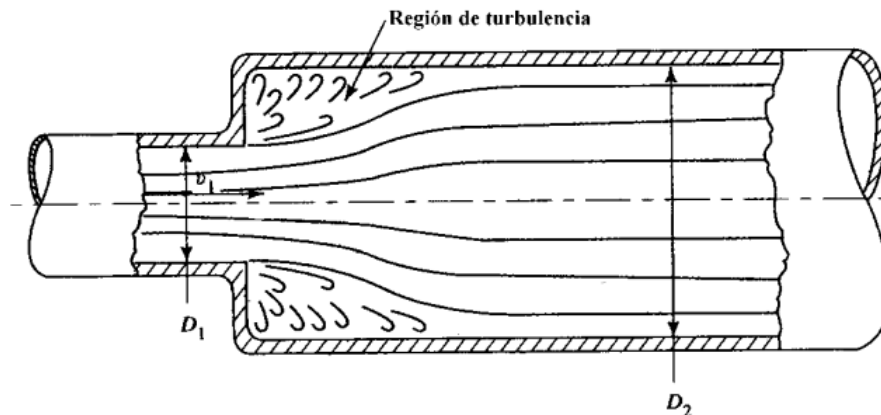
CASO 1: PRESIÓN A LA SALIDA DE UNA TUBERÍA

Programa HP 50G
Written in User-RPL
by RubensaiD



¿Para qué sirve este programa?

En el curso de Mecánica de Fluidos II dictado en la Universidad Nacional de Ingeniería (Perú) aprendemos a trabajar los flujos de una forma más real. Y esto, evidentemente, nos obliga a considerar las pérdidas que se producen tanto en los accesorios usados en la línea, como las pérdidas producidas en las tuberías mismas.



Tomado de: Tabla de Mecánica de Fluidos. Depto. Física Aplicada I. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. Pág. 12.

Lo primero que aprendemos es a calcular las pérdidas de presión producida en las tuberías debido a la rugosidad de los materiales de los que están constituidos. Esto se expresa mediante el factor de fricción. Para calcular este valor podemos hacer uso del Diagrama de Moody o de las ecuaciones semi-empíricas.

Para el cálculo del factor de fricción este programa utiliza el comando DARCY, el cual cumple perfectamente las ecuaciones conocidas para cada régimen.

Ecuación de Hagen – Poiseulle

Para Régimen Laminar $Re < 2000$

$$f = \frac{64}{Re}$$

Interpolación Cúbica de Dunlop

Para Flujo en la Zona Crítica $2000 < R < 4000$

Ecuación de Colebrook

Para Flujo Turbulento $Re > 4000$

$$f^{-0.5} = -2 \log \left[\frac{2.51}{Re\sqrt{f}} + \frac{\epsilon}{3.71} \right]$$

Donde Re es el Número de Reynolds y se calcula así:



$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu}$$

Podemos cuantificar las pérdidas utilizando las siguientes ecuaciones:

Ecuación de Darcy – Weisbach

Es usada para calcular la pérdida de presión producida por la rugosidad de la tubería.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Para Pérdidas Secundarias

Coeficientes λ

Caracteriza la caída de presión producida en el accesorio.

$$h_s = \lambda \frac{v^2}{2g}$$

Longitudes Equivalentes l

Es la pérdida producida por un accesorio específico por unidad de diámetro.

$$h_s = f \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g}$$

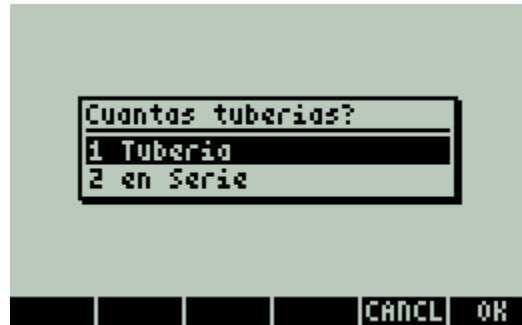
Recomiendo descargar las *Tablas de Mecánica de Fluidos* de la *Universidad de Sevilla* [Descargar](#) para obtener estos coeficientes y muchos otros apuntes interesantes sobre este tema.

CASO 1: Presión a la salida de la Tubería

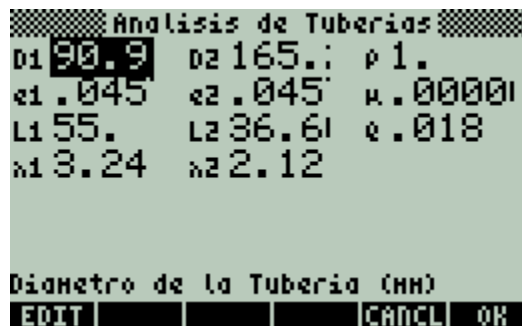
El estudio de los problemas que se presentan en este tema se ha dividido en cinco casos. El primero, abordado por este programa, es aquel en donde tenemos como datos o valores obtenibles (medibles) la geometría de las tuberías y las condiciones de flujo en una sección. Nuestra misión será hallar las condiciones de flujo en otra sección.

¿Cómo uso el programa?

Al ejecutar el programa, éste nos preguntará si el problema consiste en solo una tubería o es la unión de dos tuberías en serie.



Una vez escogido el correspondiente, por ejemplo *2 en serie*, aparecerá una tabla donde debemos llenar todos los espacios con los datos sobre el problema.

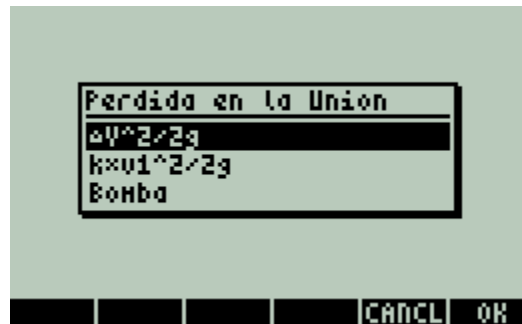


Como vemos, pide el diámetro en mm, rugosidad absoluta en mm, longitud en m y la sumatoria de coeficientes λ . Si existiera algún accesorio del cual no se conoce este coeficiente pero si su longitud equivalente, debemos multiplicarlo por el diámetro de la línea y sumarlo a la longitud total.

Asimismo, también debemos ingresar los datos relacionados al fluido. Si tenemos solo como dato la viscosidad cinemática debemos poner este valor en el espacio de la viscosidad dinámica y el valor de 1 en la densidad pues sabemos que:

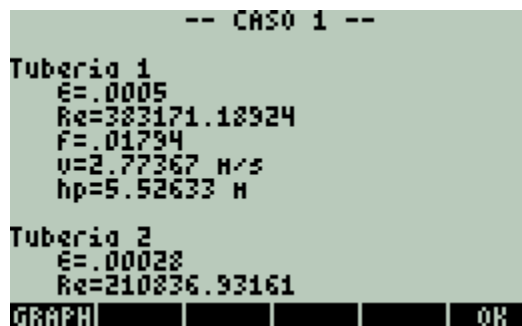
$$\frac{\rho}{\rho} = 1 \quad y \quad \frac{\mu}{\rho} = \nu$$

Si hubiésemos escogido *1 Tubería* ya tendríamos el resultado en la pantalla, pero como lo escogido son tuberías en serie, es necesario que exista una unión. Digamos que el problema nos dice que esta caída de presión está dada por la ecuación seleccionada en la imagen.

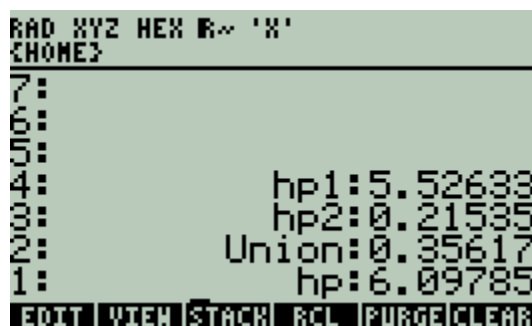


Si elegimos la segunda opción, nos pedirá el valor de k. El caso de la última opción se verá en el ejemplo aplicativo.

Obtendremos los resultados en forma de SCROLL para poder tomar apuntes si es que fuera necesario.



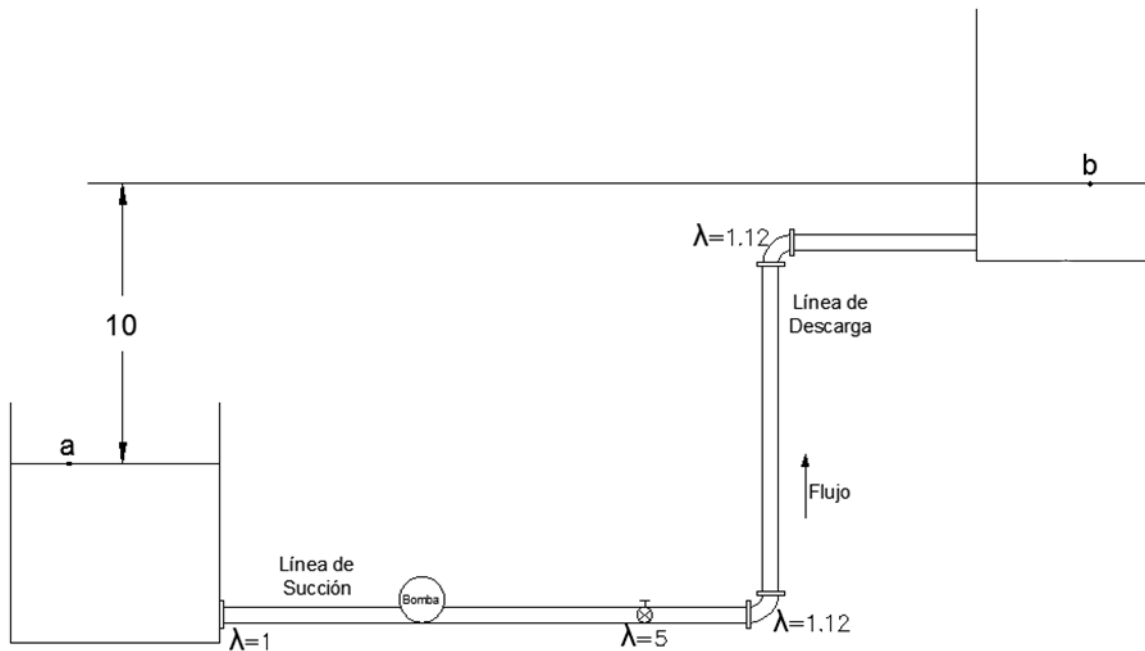
Si presionamos OK, obtendremos la pérdida tanto en cada tubería, la unión y en el total.



Ejemplo de Aplicación

Se encuentra fluyendo $0.015 \frac{m^3}{s}$ de alcohol metílico a $25^\circ C$ ($\mu = 5.60 \times 10^{-4} Pa \cdot s$, $\rho = 789 \frac{Kg}{m^3}$).

La línea de succión es una tubería de acero estándar Calibre 40 de 4 pulgadas de diámetro nominal y de 15 metros de largo. La longitud total de la tubería de acero estándar Calibre 40 de 2 pulgadas de diámetro nominal en la línea de descarga es de 200 metros. Se sabe que la válvula de globo está completamente abierta. Calcule la potencia de la bomba si su eficiencia es de 76%.



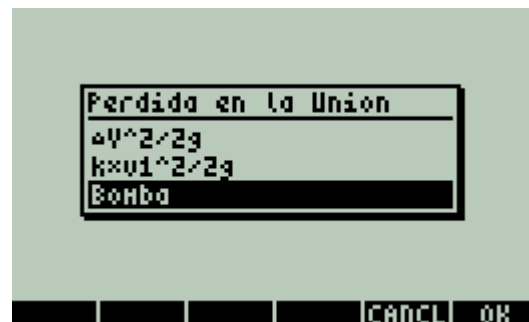
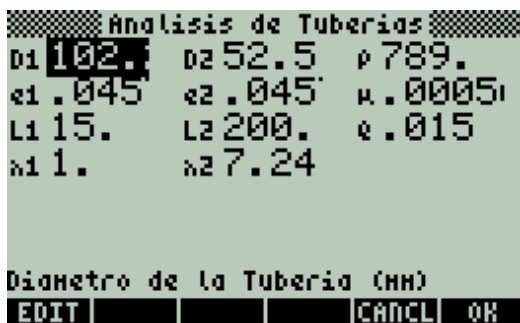
Solución

Este programa es capaz de resolver muchos de los problemas tipo presentados en este caso de estudio. Este es uno de ellos.

Necesitamos hallar el H_b de la bomba para luego poder calcular su Potencia de acuerdo a la ecuación:

$$Pot_{bomba} = \frac{\gamma H_b \dot{V}}{\eta}$$

Ejecutamos el problema y seleccionamos 2 *en Serie* y llenamos los datos. Consideramos como la rugosidad absoluta 0.04572 mm para estas tuberías de acero estándar. Para conocer los diámetros internos de las tuberías recomiendo Especificaciones *Tuberías de Acero al Carbón de Tecnituberías*. [Descargar](#).





Presionamos OK y luego le decimos al programa que los tramos de la línea están unidos mediante una bomba (según el gráfico del problema).

En este caso, se nos pedirá datos adicionales que son principalmente para componer la ecuación de la energía. Tener presente el gráfico del problema para recordar que el punto de referencia a se encuentra en el deposito más bajo, antes de la bomba; y que b es el deposito destino, el más alto y después de la bomba. Tenemos también un espacio para indicar la eficiencia de la bomba.

```
Datos adicionales
za 0. zb 10.
Pa 0. Pb 0.
va 0. vb 0.
η .76

Altura a. Antes de Bomba.
EDIT CANCEL OK
```



```
hp=200.7785 M
Perdidas Totales
hp=201.39971 M
H de Bomba
H=211.39971 M
Potencia de Bomba
Pot=32.29446 kW
by RubensaiD
GRAPH OK
```

El programa al final muestra todos los resultados que podamos requerir para dar respuesta al problema. Dentro de los más importantes, en este caso, tenemos las pérdidas totales, el H de la bomba y la potencia de la misma.

Si por equivocación presionamos OK, no hay problema. El programa ha almacenado en la pila las respuestas más importantes.

```
RAD XYZ HEX R~ 'X'
{HOME}
7:
6:
5: hp1:0.62120
4: hp2:200.77850
3: hp:201.39971
2: Hb:211.39971
1: PotkW:32.29446
EDIT VIEW STACK RCL PURGE CLEAR
```



Notas de Versión

Versión 1.0

- Programa HP ver. 1.0 publicado en Enero 2011.
- Manual de Uso publicado en Enero 2011.

Versión 1.1

- Programa HP ver. 1.1 publicado en Diciembre 2011.
- Corrige problema para caso de una sola tubería: Error en el orden de cálculo de pérdidas.
- Agrega Cuadro de Mensaje al inicio del programa indicando la versión.
- Manual de Uso actualizado en Diciembre 2011.
- Actualiza URL de la página web del autor.



Contacto

Para cualquier duda, sugerencia o pedido contáctese con el autor (*RubensaiD*)

Mail: rubensaid12@gmail.com

Twitter: [@Code09FIM](https://twitter.com/Code09FIM)

Página Web: <http://www.code09fim.com>



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DICIEMBRE 2011
LIMA - PERÚ