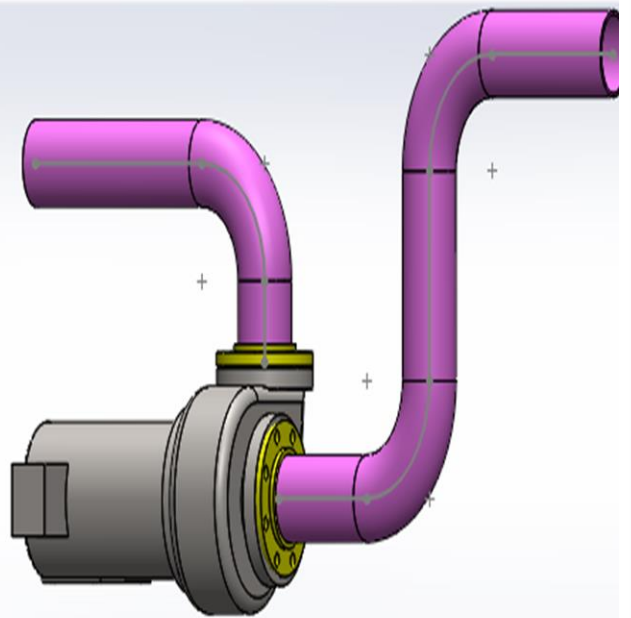


GUIA DE USUARIO Y TUTORIAL DE FLUIDSOFT DL.1



UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
2019



TABLA DE CONTENIDO

TUTORIAL FLUIDSOFT DL.1	2
1. GUIA DE INSTALACIÓN DE FLUIDSOFT DL.1	2
INSTALACIÓN DEL RUNTIME DE MATLAB	2
INSTALACIÓN DE FLUIDSOFT DL.1	3
INTRODUCCIÓN.	6
2. ELEMENTOS DE FLUIDSOFT DL.1	7
USO DEL SOFTWARE FLUIDSOFT DL.1	12
3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.	13
EJEMPLO 1.	13
• MANERA ANALÍTICA.	13
• UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1	16
EJEMPLO 2.	18
• MANERA ANALÍTICA.	18
• UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1	21
EJEMPLO 3.	23
• MANERA ANALÍTICA.	23
• UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1	27
ANALISIS DE DIFERENTES VARIABLES EN FUNCION DE LA POTENCIA O EL FLUJO VOLUMETRICO.	29
• Caso de estudio.	29

TUTORIAL FLUIDSOFT DL.1

1. GUIA DE INSTALACIÓN DE FLUIDSOFT DL.1

INSTALACIÓN DEL RUNTIME DE MATLAB

Fluidsoft DL.1 es un programa ambientado en Matlab, por lo tanto es necesario que el ordenador tenga instalado Matlab que sea compatible con la versión en que fue desarrollado el programa, en caso de no tener instalado Matlab, el usuario deberá dirigirse al siguiente URL: <https://la.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html> en donde se abrirá la página web mostrada en la Figura 1 y Figura 2. En la Figura 2 se encuentran diferentes versiones del Runtime, el usuario deberá escoger la versión R2015a (8.5) correspondiente al sistema operativo que posea su ordenador e instalar el Runtime.

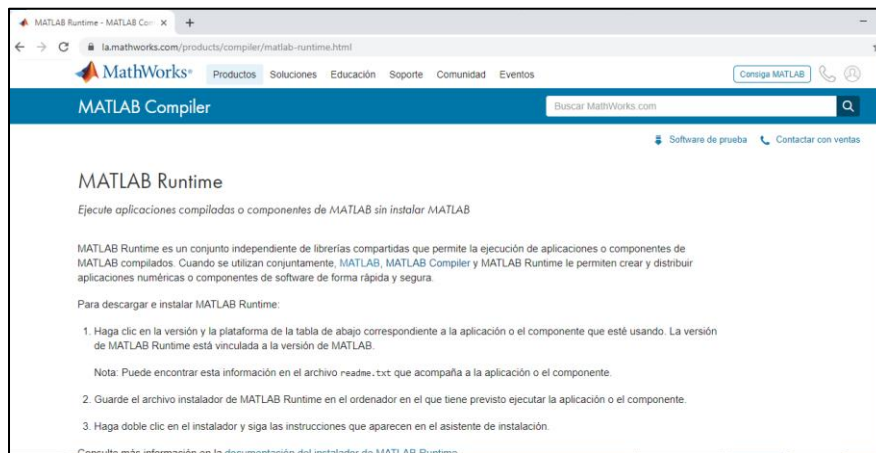


Figura 1 Vista inicial de la página web.

R2015b (9.0) ^{1,2,3}	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2015aSP1 (8.5.1) ¹	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2015a (8.5) ¹	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2014b (8.4) ¹	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2014a (8.3) ¹	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2013b (8.2)	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2013a (8.1)	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2012b (8.0)	32-bit / 64-bit	64-bit	Intel 64-bit
R2012a (7.17)	32-bit / 64-bit	32-bit / 64-bit	Intel 64-bit
R2011b y anteriores ⁴	Abra MATLAB y ejecute el comando <code>mcrinstaller</code> con el fin de ubicar MATLAB Runtime para redistribución con sus componentes compilados.		

Figura 2 Selección del Runtime para su descarga..

INSTALACIÓN DE FLUIDSOFT DL.1

Una vez instalado el Runtime de Matlab usuario deberá abrir como administrador el archivo *MyApplInstaller_web* mostrado en la Figura 3 y se abrirá el siguiente cuadro

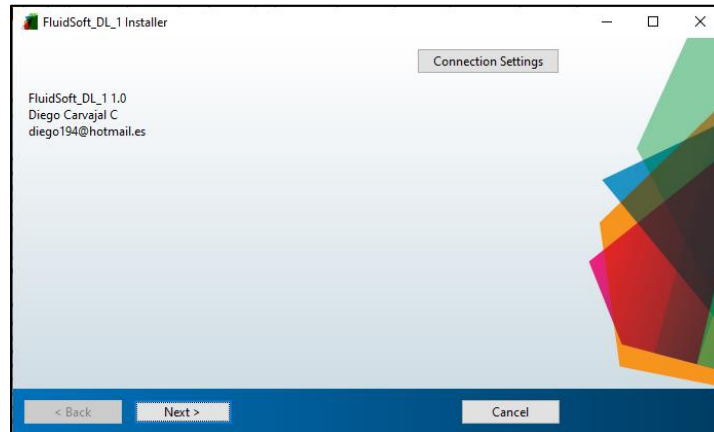


Figura 3. Ventana de bienvenida del instalador de FluidSoft DL.1.

Esperar unos segundos e inmediatamente se abra una ventana de bienvenida para la instalacion del software (ver figura 4).

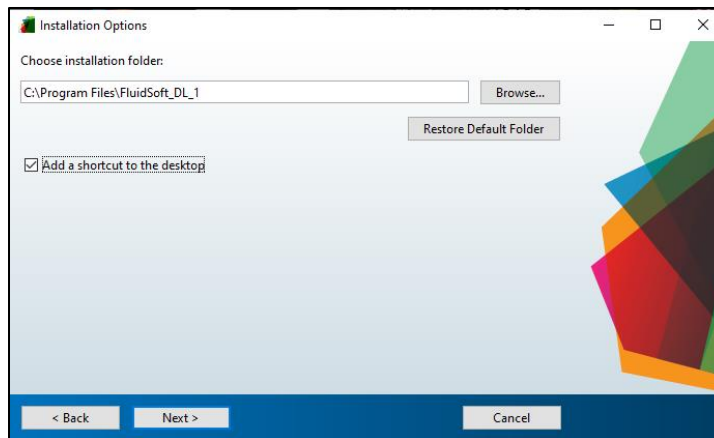


Figura 4. Ventana para seleccionar la carpeta de ubicación.

Al dar click en next, nos direccionaran a otra ventana. En esta ventana el usuario deberá escoger la ubicación en la cual desea guardar el programa, por defecto el instalador guardará el programa en la siguiente ubicación C:\Program Files\FuildSoft_DL_1, también el usuario deberá seleccionar la pestaña *“Add a shortcut to the desktop”* para crear un acceso directo en el escritorio, al presionar *“Next”*, en caso de no existir la ubicación ingresada se abrirá la siguiente pestaña emergente (Ver figura 5)

GUIA DE USUARIO Y TUTORIAL DE FLUIDSOFT DL.1

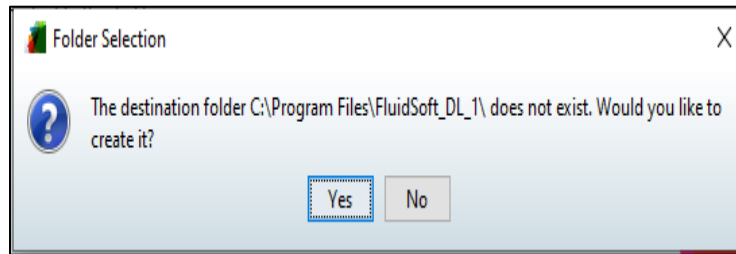


Figura 5. Cuadro de confirmación de la carpeta de destino de FluidSoft DL.1.

Esta pestaña le pregunta al usuario si desea crear la carpeta de la ubicación anteriormente inscrita, al presionar “Yes” se abrirá la siguiente ventana (ver figura 6), la cual indica que el programa ha creado una nueva carpeta de ubicación.

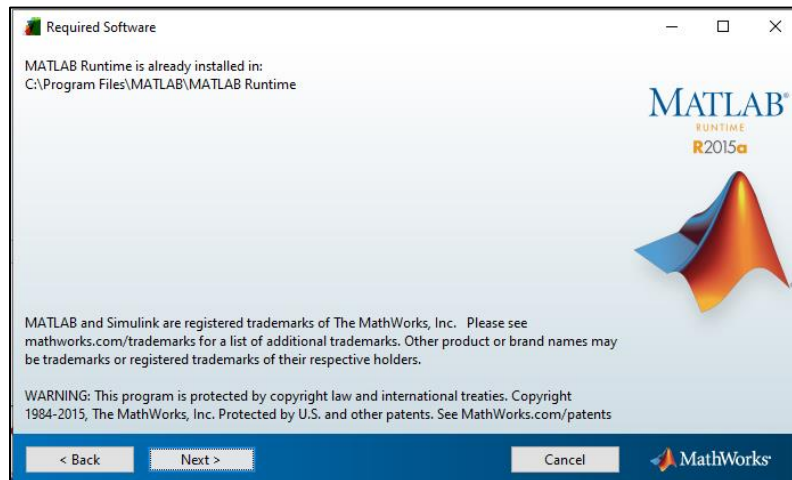


Figura 6. Cuadro de instalación de FluidSoft DL.1.

Aldar click en next, nos aparecera una nueva ventana en la cual daremosa install e inmediatamente el programa comenzara su instalacion (ver figura 7).

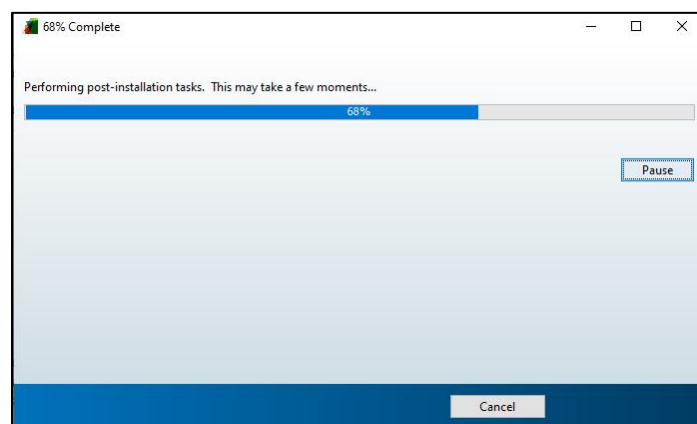


Figura 7. Cuadro de espera de la instalación de FluidSoft DL.1.

Al presionar el botón ***“Finish”*** la instalación de *FluidSoft DL.1* estará completada (Ver figura 8)

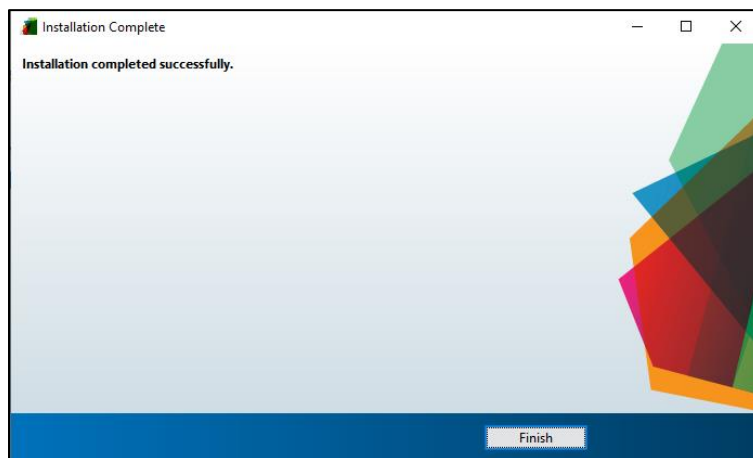


Figura 8. Cuadro de finalización de la instalación.

INTRODUCCIÓN.

Fluidsoft DL.1 es una aplicación desarrollada en el lenguaje de programación de MATLAB® que permite realizar cálculos y operaciones matemáticas, para darle solución a diversos casos de estudio de la mecánica de fluidos.

El programa presenta de manera numérica diferentes parámetros de diseño y condiciones que se dan al momento de realizar un ejercicio de mecánica de fluidos, los cuales generalmente contienen diversos tipos de acoplamientos, elevaciones y demás características propias de los problemas que se estudian en el curso; por ejemplo podrá realizar cálculos para determinar la caída de presión, el valor del flujo en función de la energía que presenta una bomba o viceversa, variando su cabeza estática, su eficiencia, manipulando el tipo y diámetro de tubería con la que se desea trabajar, adicionalmente permite analizar gráficamente como se ve afectado ya sea el flujo o la potencia de la bomba cuando se utilizan distintos diámetros o longitudes de tuberías.

La utilización de **Fluidsoft DL.1** permite a los usuarios especialmente a aquellos que se encuentran cursando la materia de mecánica de fluidos I, tener una mayor comprensión y fácil resolución de los diferentes ejercicios propuestos para la enseñanza de la asignatura, dicho de otro modo, facilita la solución de problemas en los cuales se exponga la temática de elevaciones ya que este tipo de ejercicios requieren de soluciones manuales tediosas y con un grado de error elevado, además de poder observar gráfica y simultáneamente la manera en que se afecta el flujo o la potencia de la bomba, manipulando variables como el diámetro y longitud de la tubería.

2. ELEMENTOS DE FLUIDSOFT DL.1

Una vez instalado el software **Fluidsoft DL.1** y abrirlo aparecerá una interfaz (ver Figura 9), esta corresponde a la interfaz principal del software **Fluidsoft DL.1**, esta interfaz se encuentra conformada por varios menús desplegables, además se seleccionara el tipo de fluido con el cual se desea trabajar, para esto se da clic en el botón *type of fluid* y se abrirá una nueva interfaz con tipos de fluidos donde este será seleccionado (ver figura 10).

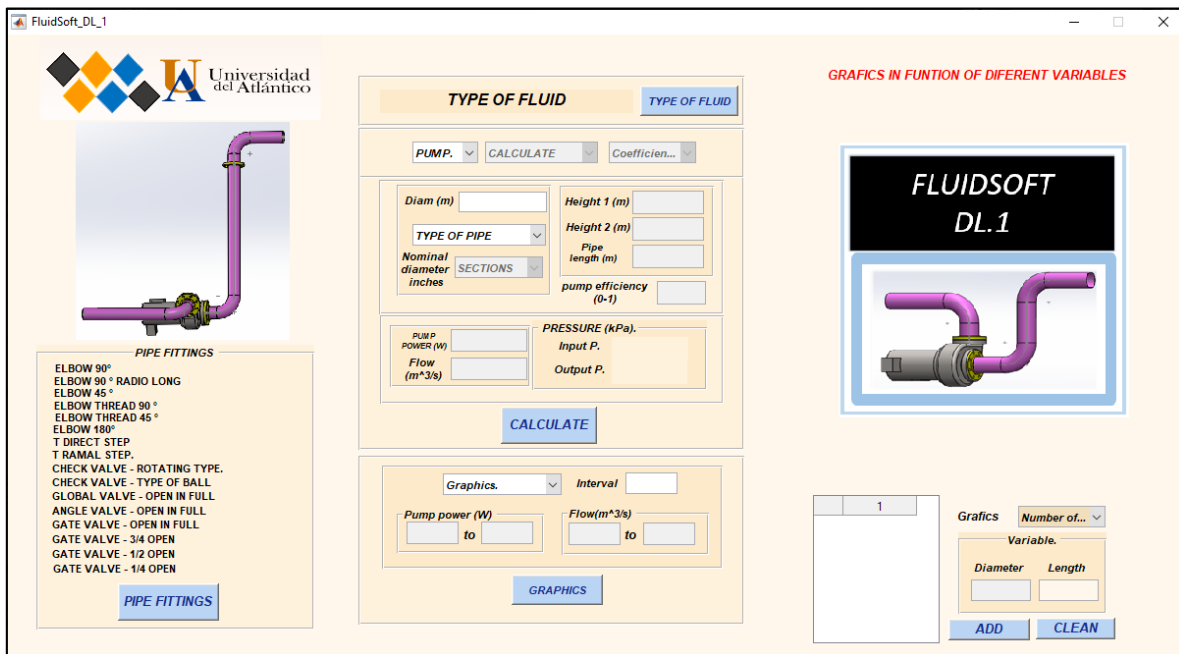


Figura 9. Ventana principal interfaz gráfica del software Fluidsoft DL.1

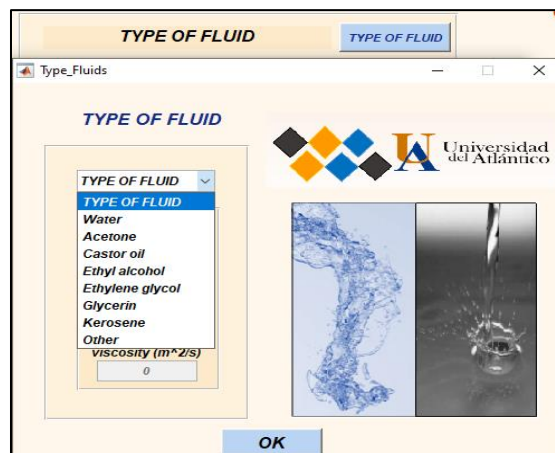


Figura 10. Selección del tipo de fluido.

Al abrir la interfaz se observan varios menús desplegables, en el primer menú (ver Figura 11), se selecciona el sistema con el cual desea trabajar, en este caso pueden escogerse dos: si el transporte será por medio de una bomba o si por el contrario será por acción de la gravedad, a continuación en el siguiente menú (ver Figura 12), se selecciona la variable en función de la cual se van a realizar los cálculos pudiendo ser el flujo o la potencia de la bomba. Dependiendo de la variable que se seleccione el software **Fluidsoft DL.1** establecerá un valor predeterminado el cual puede ser modificado por el usuario de acuerdo a las condiciones del ejercicio, finalmente se escoge el coeficiente de resistencia (ver Figura 13) entre la tubería y el deposito que contiene el líquido a transportar, el cual puede ser tubería que se proyecta hacia adentro, entrada con bordes afilados y entrada achaflanada.

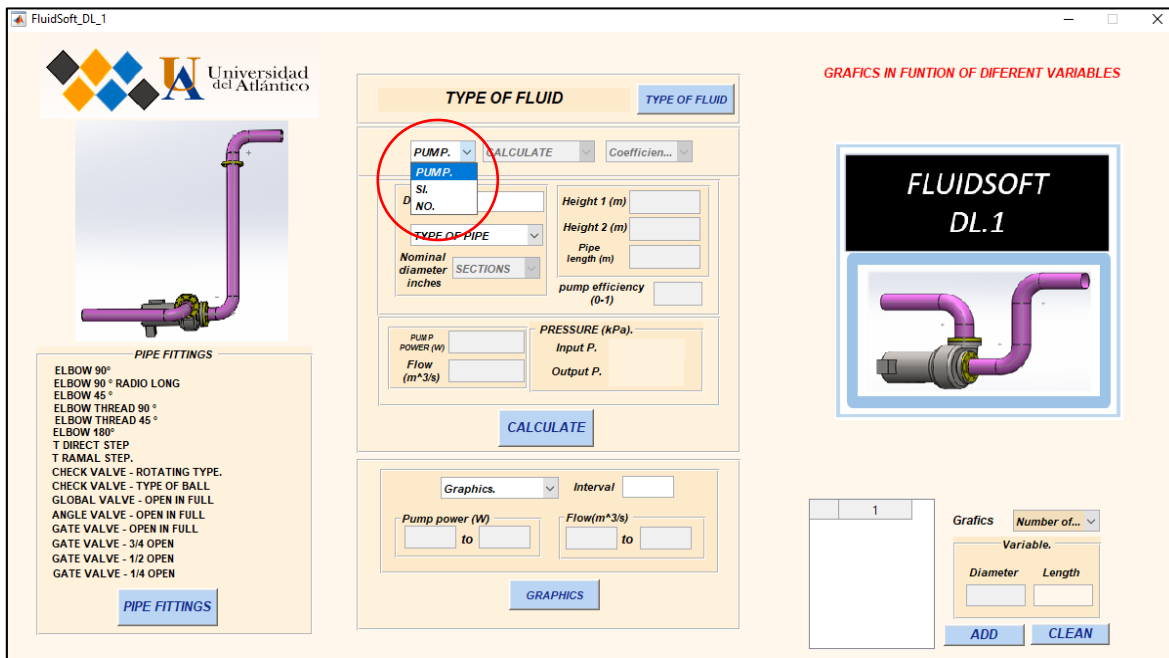


Figura 11. Menú de selección uso de la bomba o no

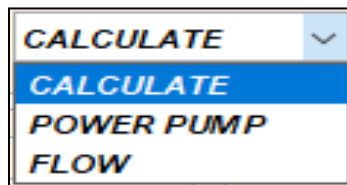


Figura 12. Menú de selección en función de que variable se realizaran los calculos

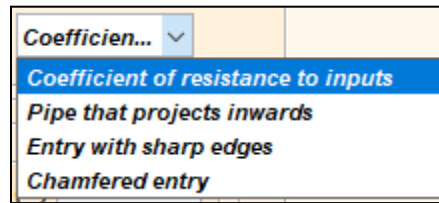


Figura 13. Menú de selección del coeficiente de resistencia a la entrada

Después de haber seleccionado los respectivos datos, de acuerdo al ejercicio que se está realizando, se procede a seleccionar el material de la tubería (ver Figura 14) para este caso el software **Fluidsoft DL.1** ofrece una diversidad de estas, entre los cuales se encuentran tuberías de acero, cobre y PVC, posteriormente se selecciona el diámetro nominal de la tubería (ver Figura 15), el cual esta expresado en pulgadas.

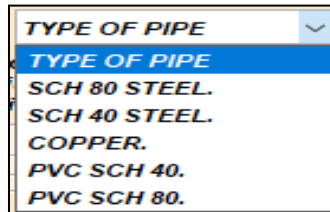


Figura 14. Menú de selección del material de la tubería

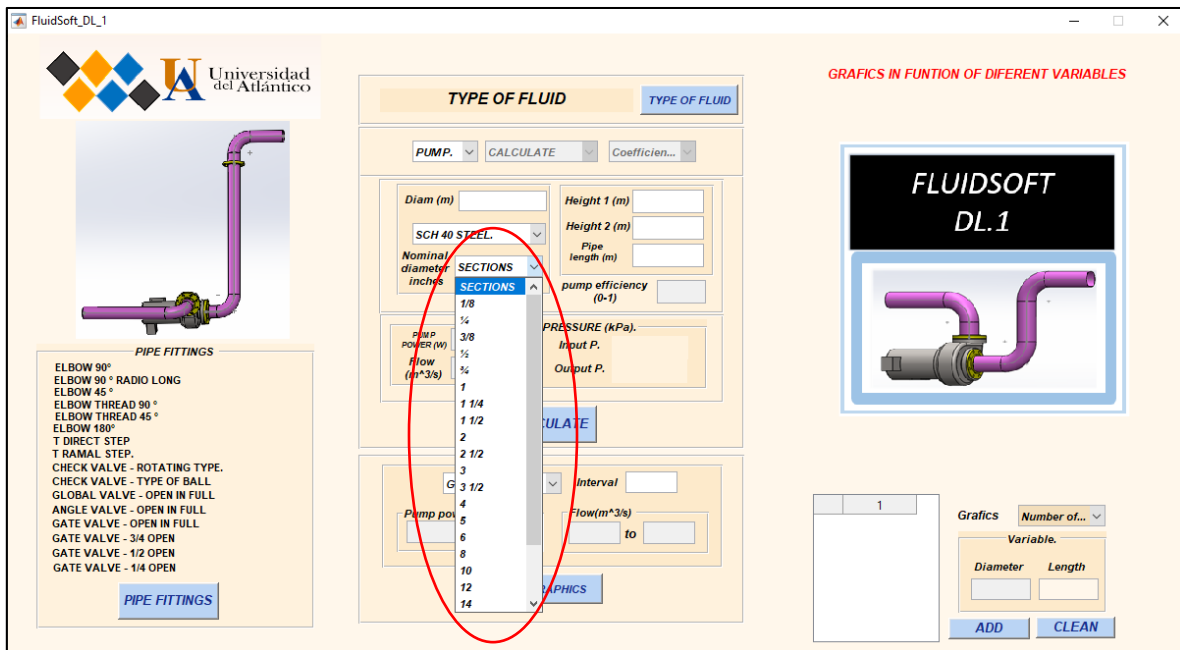


Figura 15. Menú de selección del diámetro de la tubería con la cual se va a trabajar.

Habiendo concretado los pasos anteriores se procede a completar los campos faltantes (ver Figura 16), entre los cuales se encuentran la longitud de la tubería, la altura de esta y la eficiencia de la bomba en caso que el ejercicio la requiera. Este último valor se encuentra preestablecido en 0.76, pero el usuario podrá realizar modificaciones sobre este valor.

Figura 16. Campos faltantes que deben ser llenados por el usuario

pipe fittings

Finalmente hacemos clic sobre el botón **pipe fittings** y se abrirá una nueva interfaz (ver Figura 17), en esta, debe ingresar los tipos y la cantidad de acoplamientos que presenta la configuración o el problema de estudio; después de agregar los tipos y cantidad de accesorios con los que va a trabajar, de clic en el botón OK.

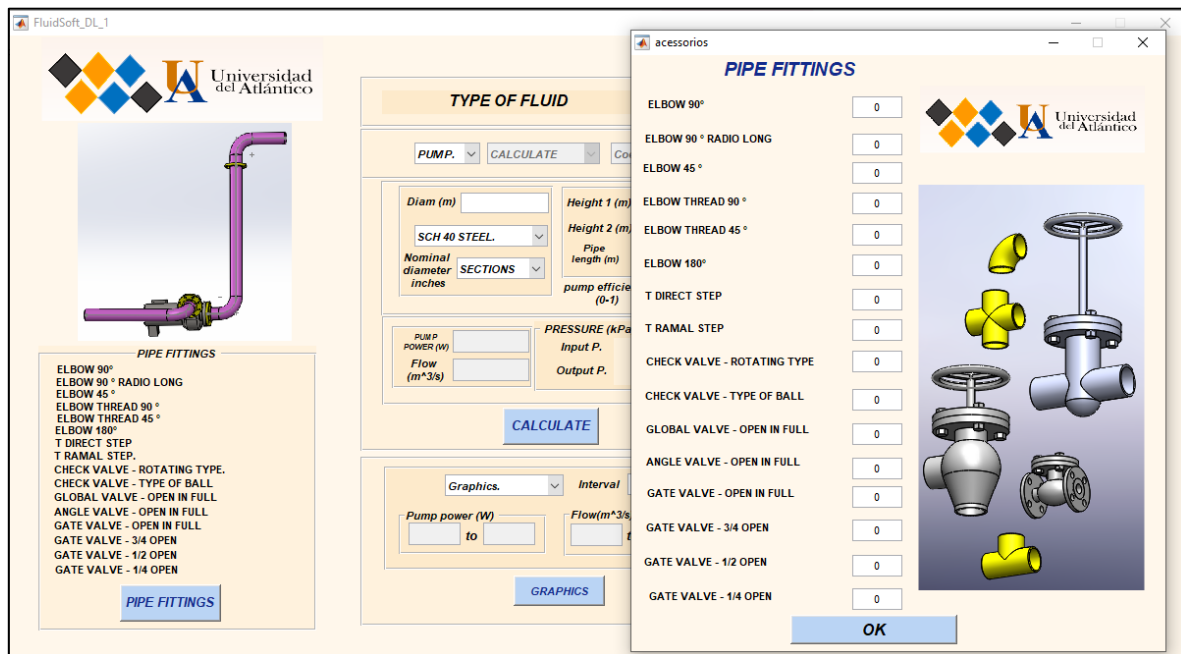


Figura 17. Ventana donde se selecciona el tipo y cantidad de acoplamientos que presenta la configuración.

ANALISIS DE DIFERENTES VARIABLES EN FUNCION DE LA POTENCIA O EL FLUJO VOLUMETRICO.

Una vez completado cada campo, seleccione en el menú graphics (ver figura 18) la variable que se desea analizar, ya sea en función del flujo volumétrico o la potencia de la bomba, se habilitara la variable sobre la cual se realizara el análisis (ver Figura 19), en este se ingresaran los intervalos de valores para el caso estudiado, adicionalmente podrá ingresar el número de puntos que se desean tener en la gráfica.

Nota: esta función solo está habilitada para el análisis del flujo ya sea en función del diámetro o la longitud de la tubería.

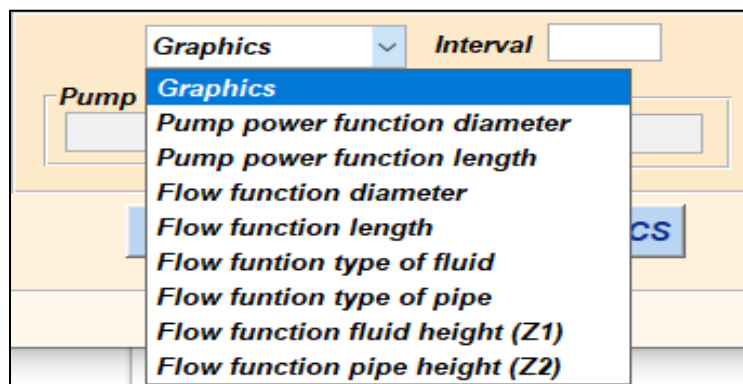


Figura 18. Selección de las variables que se desean analizar.

The screenshot shows a software interface with a dropdown menu labeled 'Pump power fun...' and a text field labeled 'Interval' containing the value '12'. Below these, there are two sections: 'Pump power (W)' and 'Flow(m^3/s)'. Each section contains two input fields separated by the word 'to', indicating a range selection. The 'Pump power (W)' section is circled in red.

Figura 19. Intervalo de valores en los cuales se realizara el análisis

Para realizar las gráficas una vez seleccionado la variable a analizar agregar los diferentes datos mediante el botón **ADD**, el cual ingresara los valores a una tabla (ver Figura 20), una vez ingresados estos valores seleccione el número de graficas que desea realizar y finalmente de clic en el botón GRAFICAR.

The screenshot shows a software interface with a table on the left containing the number '1'. To the right, there is a 'Graphics' section with a dropdown menu labeled 'Number of...'. Below this is a 'Variable' section with two input fields labeled 'Diameter' and 'Length'. The 'Diameter' and 'Length' fields are circled in red. At the bottom, there are two buttons labeled 'ADD' and 'CLEAN'.

Figura 20. Ingreso y adición de los valores de diámetro o longitud que se analizaran.

USO DEL SOFTWARE FLUIDSOFT DL.1

Para la utilización del software se deben seguir los siguientes pasos de manera general.

1. seleccionar si el ejercicio utiliza bomba.
2. De ser así seleccionar en función de que variable se van a realizar los cálculos (potencia o flujo).
3. Seleccionar el tipo de entrada (Coeficiente de resistencia a la entrada).
4. Seleccionar el tipo y diámetro de tubería.
5. Ingresar los valores de la longitud y las alturas de la tubería.
6. Ingresar el valor de la variable en función de la cual se realizaran los cálculos.
7. Ingresar el tipo y número de acoplamientos.
8. Realizar los cálculos.

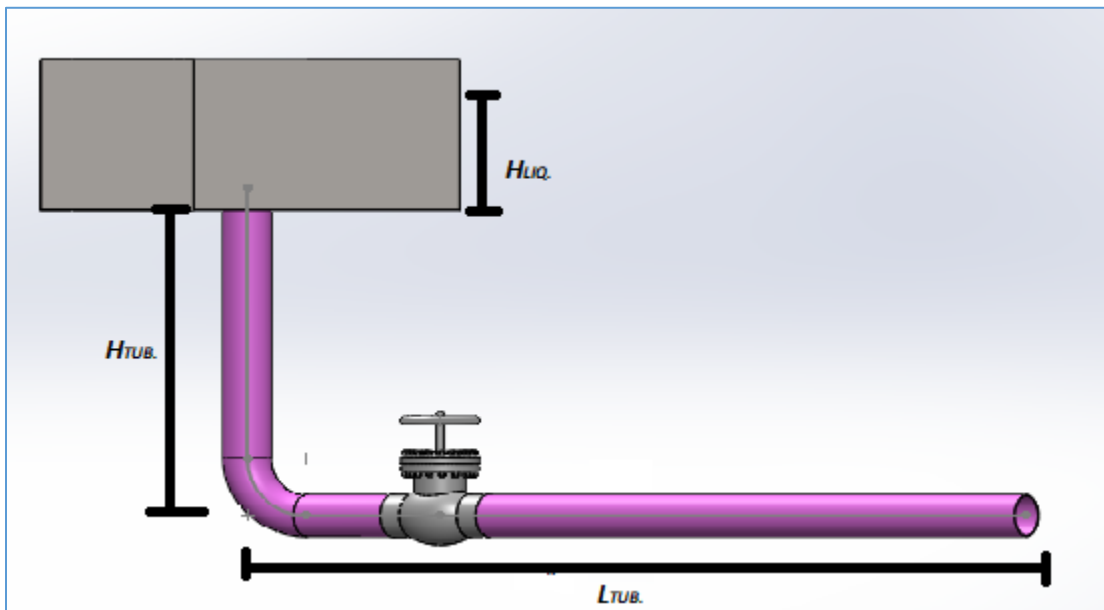
3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

A continuación se mostrara un ejemplo, el cual inicialmente se desarrollará de manera analítica y posteriormente en el software **Fluidsoft DL.1**

EJEMPLO 1.

- MANERA ANALÍTICA.

EJERCICIO SIN BOMBA CÁLCULO DEL FLUJO.



Calcular el flujo de agua a la salida de la tubería, si esta es de acero de 4" SCH 40 y tiene una longitud ($L_{tub.}$) de 91.44 m, la altura del líquido en el tanque ($H_{LIQ.}$) es de 3.048 m además se encuentra abierto a la atmosfera y la tubería presenta una altura de ($H_{TUB.}$) de 9.144 m, la entrada es de bordes cuadrados, además está equipada con una válvula de compuerta abierta a la mitad, los codos son de 90° radio largo.

Suposiciones.

- ✓ Tanque abierto a la atmosfera, descarga a la atmosfera $P_a = P_b = 0$
- ✓ Diámetro del tanque mayor con respecto a la tubería $v_a = 0$
- ✓ Tubería del mismo diámetro $v_b = v$

Perdidas

- ✓ Por fricción en la tubería

- ✓ Perdidas en la entrada
- ✓ Perdidas por los codos
- ✓ Perdidas válvulas.

Para una tubería de 4" de acero SCH 40 se tiene:

$$D = 0.1023 \text{ m}$$

$$A = 8.213 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\gamma = 9.78 * 10^3 \text{ N/m}^3$$

$$\nu = 8.94 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\epsilon = 4.6 * 10^{-5} \text{ m}$$

Para una tubería de acero de 4" SCH 40 se tiene para la zona de turbulencia total que $f_a = 0.017$

BALANCES

$$\frac{P_a}{\gamma} + z_a + \frac{v_a^2}{2g} - h_l = \frac{P_b}{\gamma} + z_b + \frac{v_b^2}{2g} \quad (1)$$

$$(z_a - z_b) = h_l + \frac{v_b^2}{2g} \quad (2)$$

Siendo

$$h_l = K \frac{v^2}{2g} + f_a \left(\frac{l_{val}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + f_a \left(\frac{l_{cod}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + f_{tu} \left(\frac{l_{tub}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

Donde

$$K = 1$$

$$\left(\frac{l_{val}}{D} \right) = 160$$

$$\left(\frac{l_{cod}}{D} \right) = 20$$

$$h_l = \left[1.0 + 160(0.017) + 20(0.017) + \left(\frac{100.584}{0.1023} \right) f_{tu} \right] \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

$$h_l = [4.06 + 983.22580f_{tu}] \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

REEMPLAZANDO 5 EN 2

$$(z_1 - z_2) = 4.06 \frac{v^2}{2g} + 983.22580f_{tu} \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$

$$12.192 = \frac{5.06}{2(9.81)} v^2 + \frac{983.22580}{2(9.81)} f_{tu} v^2 \quad (7)$$

$$12.192 = 0.2579v^2 + 50.113445f_{tu}v^2 \quad (8)$$

$$\frac{12.192}{0.2579 + 50.113445f_{tu}} = v^2 \quad (9)$$

$$\sqrt{\frac{12.192}{0.2579 + 50.113445f_{tu}}} = v \quad (10)$$

CÁLCULO DEL NUMERO DE REYNOLDS.

$$Nre = \frac{D(v)}{\vartheta} \quad (11)$$

$$Nre = \frac{0.1023}{8.94 * 10^{-7}} v \quad (12)$$

$$Nre = 114429.5302 * v \quad (13)$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN

$$f_{tu} = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{(Nre)^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (14)$$

CALCULO DEL FLUJO

$$Q = v * A \quad (15)$$

SOLUCION.

Existen dos caminos posibles para dar solución al sistema de ecuaciones.

1. Reemplazar la ecuación de fricción (Ecuación 14), en la ecuación (10) y dejarla en función de la velocidad de flujo, posteriormente aplicar un solver y obtener el valor de la velocidad. Finalmente con la ecuación (15), calcular el flujo volumétrico a la salida de la tubería.
2. suponer valores.
 - ✓ Suponer un factor de fricción.
 - ✓ Calcular el número de Reynolds ecuación (13).
 - ✓ Calcular el factor de fricción con la ecuación (14).
 - ✓ Comparar los resultados entre la $f_{sup} \approx f_{cal}$ hasta que el valor sea lo más próximo posible.
 - ✓ Si los valores no se aproximan repetir el procedimiento hasta que se cumpla que $f_{sup} \approx f_{cal}$
 - ✓ Cuando esa condición se cumpla se obtendrá el valor de la velocidad de flujo y mediante la ecuación (15), calcular el flujo volumétrico a la salida de la tubería.

RESPUESTA

$$f_{tu} = 0.01775971 \quad Q = 0.02676 \text{ m}^3/\text{s}$$

- *UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1*

Para la solución del ejercicio utilizando el software simplemente se ingresan los datos y valores que no suministra el ejercicio y se procede a realizar los cálculos (ver Figura 21)

The screenshot shows the FluidSoft DL.1 software interface. On the left, a schematic diagram of a hydraulic system is displayed, featuring a reservoir at height H_{LUG} , a vertical pipe of height H_{TUB} , a 90-degree elbow, and a horizontal pipe of length L_{TUB} ending in a valve. The top left corner includes the logo of Universidad del Atlántico. The main interface is divided into several sections:

- Fluid Type:** A dropdown menu set to "WATER" with a "TYPE OF FLUID" button.
- Calculation Parameters:** Includes fields for "NO.", "CALCULATE", and "Pipe that ...". Below these are input fields for "Diam (m)" (0.1023), "SCH 40 STEEL.", "Nominal diameter inches" (4), "Height 1 (m)" (12.192), "Height 2 (m)" (0), and "Pipe length (m)" (100.584). A "pump efficiency (0-1)" field is also present.
- Pump and Pressure:** Fields for "PUMP POWER (W)", "Flow (m^3/s)" (0.0267663), "PRESSURE (kPa).", "Input P.", and "Output P.". A "CALCULATE" button is located below these fields.
- Pipe Fittings:** A list of fittings with their respective counts:

PIPE FITTINGS	Count
ELBOW 90°	0
ELBOW 90° RADIO LONG	1
ELBOW 45°	0
ELBOW THREAD 90°	0
ELBOW THREAD 45°	0
ELBOW 180°	0
T DIRECT STEP	0
T RAMAL STEP.	0
CHECK VALVE - ROTATING TYPE.	0
CHECK VALVE - TYPE OF BALL	0
GLOBAL VALVE - OPEN IN FULL	0
ANGLE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - 3/4 OPEN	0
GATE VALVE - 1/2 OPEN	1
GATE VALVE - 1/4 OPEN	0

 A "PIPE FITTINGS" button is located at the bottom of this section.
- Graphics:** A section with a "Graphics." dropdown, an "Interval" field, and two ranges for "Pump power (W)" and "Flow(m^3/s)". A "GRAPHICS" button is at the bottom.

Figura 21. Ventana del software con la solución del problema.

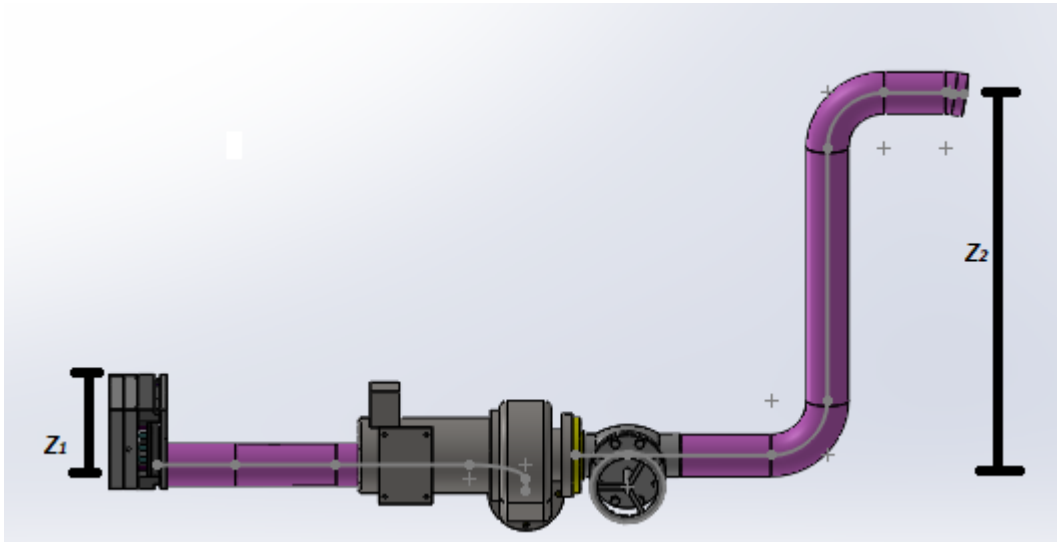
Utilizando el software **Fluidsoft DL.1** se obtuvo un flujo a la salida de $0.0267663 \text{ m}^3/\text{s}$, comparado con el ejercicio resuelto analíticamente nos da un valor bastante semejante.

Valor obtenido analíticamente. m^3/s	Valor obtenido por el software m^3/s
0.02676	0.0267663

EJEMPLO 2.

- MANERA ANALÍTICA.

EJERCICIO CON BOMBA CÁLCULO DE LA POTENCIA.



Calcular la potencia que se le debe suministrar a una bomba para transportar $54 \text{ m}^3/\text{h}$ de agua si esta posee una eficiencia del 76%, la tubería es de acero de 2" SCH 40 y tiene una longitud total de 15 m y la entrada es de bordes cuadrados, además está equipada con una válvula de globo abierta por completo, la altura del tanque (Z_1) es de 2 m este se encuentra abierto a la atmósfera y la Z_2 es de 7 m, los codos son de 90° estándar.

Se tiene que para la zona de turbulencia total $f_a = 0.0019$

Para una tubería de acero SCH 40 de 2" se tiene.

$$D = 0.0525 \text{ m}$$

$$A = 2.168 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\gamma = 9.78 * 10^3 \text{ N/m}^3$$

$$\vartheta = 8.94 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\epsilon = 4.6 * 10^{-5} \text{ m}$$

$$Q = 54 \text{ m}^3/\text{h} = 0.015 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = vA$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.015 \frac{m^3}{s}}{2.168 * 10^{-3} m^2} = 6.91882 m/s$$

SUPOSICIONES.

- ✓ La salida está expuesta a la atmosfera $P_2 \approx 0$
- ✓ Tanque abierto a la atmosfera $P_1 \approx 0$
- ✓ El tamaño del tanque es superior al de la tubería $v_1 \approx 0$

PERDIDAS

- ✓ Perdidas por salida del fluido
- ✓ Perdidas por la válvula
- ✓ Perdida por los codos
- ✓ Perdidas por fricción de la tubería.

BALANCE

$$\frac{P_a}{\gamma} + z_a + \frac{v_a^2}{2g} - h_l + h_a = \frac{P_b}{\gamma} + z_b + \frac{v_b^2}{2g} \quad (1)$$

$$z_1 - h_l + h_a = z_2 + \frac{v_b^2}{2g} \quad (2)$$

$$h_a = (z_2 - z_1) + h_l + \frac{v_b^2}{2g} \quad (3)$$

Siendo

$$h_l = K \frac{v^2}{2g} + f_a \left(\frac{l_{val}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + 2f_a \left(\frac{l_{cod}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + f_{tu} \left(\frac{l_{tub}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

Donde

$$K = 1$$

$$\left(\frac{l_{val}}{D} \right) = 340$$

$$\left(\frac{l_{cod}}{D} \right) = 30$$

$$h_l = \left[1.0 + 340(0.019) + 60(0.019) + \left(\frac{15}{0.0525} \right) f_{tu} \right] * \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

$$h_l = [1.0 + 6.46 + 1.14 + 285.7143 f_{tu}] \frac{(6.91882)^2}{2(9.81)} \quad (6)$$

$$h_l = [20.9828 + 697.103139 f_{tu}] \quad (7)$$

REEMPLAZANDO 7 EN 3

$$h_a = 5 + 20.9828 + 697.103139f_{tu} + \frac{v^2}{2g} \quad (8)$$

CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS.

$$Nre = \frac{D(v)}{\vartheta} \quad (9)$$

$$Nre = \frac{0.0525 * (6.91882) \text{ m}^2/\text{s}}{8.94 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Nre = 406306.5436$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN

$$f_{tu} = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{(Nre)^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (10)$$

$$f_{tu} = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{0.0525}{4.6 * 10^{-5}} \right)} + \frac{5.74}{(406306.5436)^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.019946622$$

REEMPLAZANDO EL VALOR DE f EN LA ECUACION 8, TENEMOS:

$$h_a = 5 + 20.983 + 697.103(0.019946622) + \frac{(6.91882)^2}{2(9.81)}$$

$$h_a = 42.32771\text{m}$$

DEFINIENDO LA POTENCIA DE UNA BOMBA MEDIANTE LA ECUACIÓN 11

$$p_a = \frac{h_a Q \gamma}{\eta} \quad (11)$$

$$p_a = \frac{42.32771 * 0.015 * 9.78 * 10^3}{0.76}$$

RESPUESTA $p_a = 8170.36 \text{ W} \approx 10.956 \text{ hp}$

Así pues, como resultado se obtiene que para transportar $54 \text{ m}^3/\text{h}$ del fluido es necesario suministrar a la bomba una potencia de **8170.36 W**

- *UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1*

Para la solución del ejercicio utilizando el software simplemente se ingresan los datos y valores que no suministra el enunciado del problema y se procede a realizar los cálculos (ver Figura 22).

The screenshot shows the FluidSoft DL.1 software interface. At the top left is the logo of Universidad del Atlántico. The main window displays a 3D model of a pipe system with a pump and two vertical sections labeled Z_1 and Z_2 . The interface is divided into several panels:

- PIPE FITTINGS:** A list of fittings with their counts:

PIPE FITTINGS	Count
ELBOW 90°	2
ELBOW 90° RADIO LONG	0
ELBOW 45°	0
ELBOW THREAD 90°	0
ELBOW THREAD 45°	0
ELBOW 180°	0
T DIRECT STEP	0
T RAMAL STEP.	0
CHECK VALVE - ROTATING TYPE.	0
CHECK VALVE - TYPE OF BALL	0
GLOBAL VALVE - OPEN IN FULL	1
ANGLE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - 3/4 OPEN	0
GATE VALVE - 1/2 OPEN	0
GATE VALVE - 1/4 OPEN	0
- WATER TYPE OF FLUID:** A dropdown menu set to 'WATER'.
- Flow Parameters:**
 - Sl. (m/s): 0.0525
 - Height 1 (m): 2
 - Height 2 (m): 7
 - Pipe length (m): 15
 - Nominal diameter inches: 2
 - pump efficiency (0-1): 0.76
- PUMP POWER (W):** 8170.27
- Flow (m³/s):** 0.015
- PRESSURE (kPa):**
 - Input P.: -55.361
 - Output P.: 343.769
- CALCULATE:** A button to perform the calculation.
- Graphics:** A section with a dropdown menu and an interval input field.
- Pump power (W) and Flow (m³/s):** Two input fields with 'to' labels, likely for a range or comparison.
- GRAPHICS:** A button to view the graphical results.

Figura 22. Ventana del software con la solución del problema.

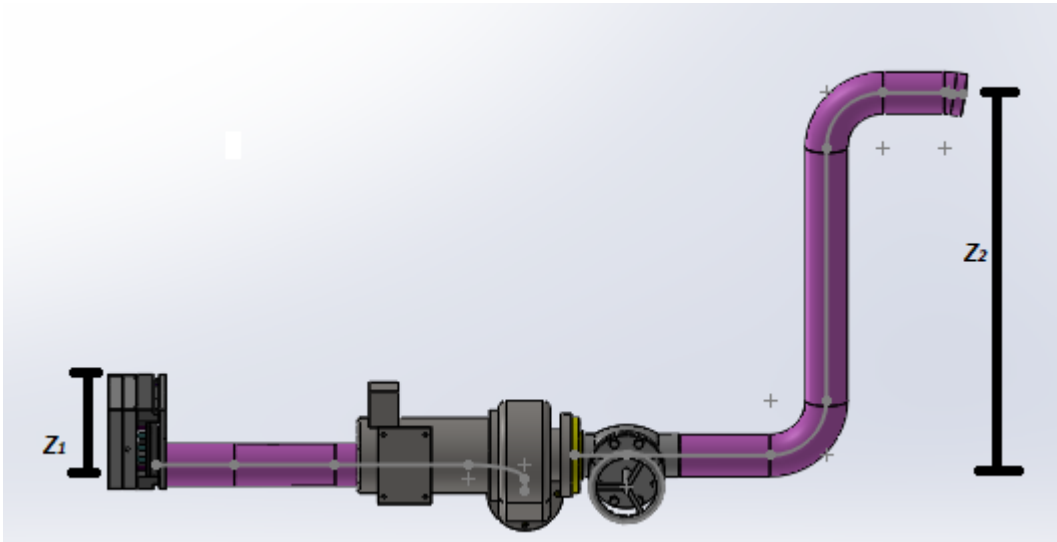
Utilizando el software **Fluidsoft DL.1** se obtuvo que para transportar un flujo de $54 \text{ m}^3/\text{s}$ (0.015 l/s), se necesita suministrar a la bomba una potencia de **8170.27 W**, comparado con la solución analítica se observa un valor bastante parecido.

Valor obtenido analíticamente. (W)	Valor obtenido por el software (W)
8170.36	8170.27

EJEMPLO 3.

- MANERA ANALÍTICA.

EJERCICIO CON BOMBA CÁLCULO DEL FUJO.



Calcular el flujo de agua que puede suministrar una bomba que posee una potencia de 1864.25 W (2.5 hp), si esta posee una eficiencia del 76%, la tubería es de acero de 2" SCH 40 y tiene una longitud total de 15 m y la entrada es de bordes cuadrados, además está equipada con una válvula de globo abierta por completo, la altura del tanque (Z_1) es de 2 m este se encuentra abierto a la atmosfera y la Z_2 es de 7 m, los codos son de 90° estándar.

Se tiene que para la zona de turbulencia total $f_a = 0.0019$

Para una tubería de acero SCH 40 de 2" se tiene.

$$D = 0.0525 \text{ m}$$

$$A = 2.168 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\gamma = 9.78 * 10^3 \text{ N/m}^3$$

$$\vartheta = 8.94 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\epsilon = 4.6 * 10^{-5} \text{ m}$$

SUPOSICIONES.

- ✓ La salida está expuesta a la atmosfera $P_2 \approx 0$
- ✓ Tanque abierto a la atmosfera $P_1 \approx 0$
- ✓ El tamaño del tanque es superior al de la tubería $v_1 \approx 0$

PERDIDAS

- ✓ Perdidas por salida del fluido
- ✓ Perdidas por la válvula
- ✓ Perdida por los codos
- ✓ Perdidas por fricción de la tubería.

BALANCE

$$\frac{P_a}{\gamma} + z_a + \frac{v_a^2}{2g} - h_l + h_a = \frac{P_b}{\gamma} + z_b + \frac{v_b^2}{2g} \quad (1)$$

$$z_1 - h_l + h_a = z_2 + \frac{v_b^2}{2g} \quad (2)$$

$$h_a = (z_2 - z_1) + h_l + \frac{v_b^2}{2g} \quad (3)$$

$$h_a = 5 + h_l + \frac{v_b^2}{2g} \quad (4)$$

Siendo

$$h_l = K \frac{v^2}{2g} + f_a \left(\frac{l_{val}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + 2f_a \left(\frac{l_{cod}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} + f_{tu} \left(\frac{l_{tub}}{D} \right) \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

Definiendo

$$v = \frac{Q}{A} \quad (6)$$

REEMPLAZANDO 6 EN 5, TENEMOS:

$$h_l = K \frac{Q^2}{2gA^2} + f_a \left(\frac{l_{val}}{D} \right) \frac{Q^2}{2gA^2} + 2f_a \left(\frac{l_{cod}}{D} \right) \frac{Q^2}{2gA^2} + f_{tu} \left(\frac{l_{tub}}{D} \right) \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (7)$$

$$h_l = \left[K + f_a \left(\frac{l_{val}}{D} \right) + 2f_a \left(\frac{l_{cod}}{D} \right) + f_{tu} \left(\frac{l_{tub}}{D} \right) \right] * \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (8)$$

Donde

$$K = 1$$

$$\left(\frac{l_{val}}{D} \right) = 340$$

$$\left(\frac{l_{cod}}{D} \right) = 30$$

$$h_l = \left[1.0 + 340(0.019) + 2(30)(0.019) + f_{tu} \left(\frac{15}{0.0525} \right) \right] * \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (9)$$

$$h_l = [8.6 + 285.7143f_{tu}] * \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (9)$$

REEMPLAZANDO 9 EN 4

$$h_a = 5 + [8.6 + 285.7143f_{tu}] * \frac{Q^2}{2gA^2} + \frac{Q^2}{2gA^2} \quad (10)$$

$$h_a = 5 + \frac{8.6}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} * Q^2 + \frac{285.7143}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} * f_{tu} Q^2 + \frac{1}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} * Q^2 \quad (11)$$

PARTIENDO DE:

$$p_a = \frac{h_a Q \gamma}{\eta} \quad (12)$$

REEORDENANDO 11

$$h_a = \frac{p_b \eta}{Q \gamma} \quad (13)$$

REEMPLAZANDO 12 EN 13

$$\frac{p_b \eta}{Q \gamma} = 5 + \frac{9.6}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} * Q^2 + \frac{285.7143}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} * f_{tu} Q^2 \quad (14)$$

$$\frac{1864.25(0.76)}{9.78 * 10^3} = 5Q + \frac{9.6}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} Q^3 + \frac{285.7143}{2(9.81)(2.168 * 10^{-3})^2} f_{tu} Q^3$$

$$0.14487 = 5Q + 104100.7059Q^3 + 3098235.448f_{tu}Q^3 \quad (15)$$

CÁLCULO DEL REYNOLDS

$$Nre = \frac{DQ}{\vartheta A} \quad (16)$$

$$Nre = \frac{0.0524}{8.94 * 10^{-7} (2.168 * 10^{-3})} * Q \quad (17)$$

$$Nre = 27035505.25 * Q \quad (18)$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN.

$$f_{tu} = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{(Nre)^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (19)$$

SOLUCION.

Existen dos posibles soluciones para el sistema de ecuaciones.

1. Reemplazar la ecuación de fricción (ecuación 18), en la del balance (ecuación 14) y dejarla en función del caudal, finalmente aplicar solver y obtener el valor deseado.
2. suponer valores.
 - ✓ Suponer un factor de fricción.
 - ✓ Calcular el número de Reynolds ecuación (17).
 - ✓ Calcular el factor de fricción con la ecuación (18).
 - ✓ Comparar los resultados entre la $f_{sup} \approx f_{cal}$ hasta q e valor sea lo más próximo posible.
 - ✓ Si los valores no se aproximan repetir el procedimiento hasta q se cumpla que $f_{sup} \approx f_{cal}$
 - ✓ Cuando se cumpla esta condición se obtendrá el valor del flujo volumétrico.

RESPUESTA

$$f_{tu} = 0.02051241 \quad Q = 0.00848571 \text{ m}^3/\text{s}$$

- *UTILIZANDO EL SOFTWARE Fluidsoft DL.1*

Para la solución del ejercicio utilizando el software simplemente se ingresan los datos y valores que enuncia el problema y se procede a realizar los cálculos (ver Figura 23)

The screenshot shows the FluidSoft_DL.1 software interface. On the left, there is a 3D diagram of a pipe system with a pump and two vertical sections labeled Z_1 and Z_2 . Below the diagram is a list of pipe fittings and their quantities:

PIPE FITTINGS	
ELBOW 90°	2
ELBOW 90° RADIO LONG	0
ELBOW 45°	0
ELBOW THREAD 90°	0
ELBOW THREAD 45°	0
ELBOW 180°	0
T DIRECT STEP	0
T RAMAL STEP.	0
CHECK VALVE - ROTATING TYPE.	0
CHECK VALVE - TYPE OF BALL	0
GLOBAL VALVE - OPEN IN FULL	1
ANGLE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - OPEN IN FULL	0
GATE VALVE - 3/4 OPEN	0
GATE VALVE - 1/2 OPEN	0
GATE VALVE - 1/4 OPEN	0

Below the list is a button labeled "PIPE FITTINGS".

On the right, there is a "WATER" section with a "TYPE OF FLUID" dropdown. Below this are several input fields:

- SL: [dropdown]
- POWER PUMP: [dropdown]
- Pipe that ...: [dropdown]
- Diam (m): 0.0525
- SCH 40 STEEL: [dropdown]
- Nominal diameter inches: 2
- Height 1 (m): 2
- Height 2 (m): 7
- Pipe length (m): 15
- pump efficiency (0-1): 0.76
- PUMP POWER (W): 1864.25
- Flow (m³/s): 0.00848584
- PRESSURE (kPa):
- Input P.: -4.66393
- Output P.: 159.277

Below these fields is a "CALCULATE" button. At the bottom right, there is a "GRAPHICS" section with a "Graphics" dropdown, an "Interval" input, and two ranges for "Pump power (W)" and "Flow(m³/s)" with "to" labels. A "GRAPHICS" button is at the bottom.

Figura 23. Ventana del software con la solución del problema.

Por medio del software **Fluidsoft DL.1** se obtuvo que una bomba que posee una potencia de **1864.25 W**, puede suministrar un flujo de **0.00848584 m³/s**, comparado con el ejercicio resuelto analíticamente nos da un valor bastante semejante.

Valor obtenido analíticamente. m³/s	Valor obtenido por el software m³/s
0.00848571	0.00848584

NOTA: El número de iteraciones que se realicen de manera analítica y el grado de error que se tome será fundamental al momento de realizar las iteraciones en los ejercicios, debido a que el software **Fluidsoft DL.1**, toma el menor grado de error posible al iterar.

ANALISIS DE DIFERENTES VARIABLES EN FUNCION DE LA POTENCIA O EL FLUJO VOLUMETRICO.

El software permite un estudio grafico de la manera como se ve afectado la potencia y el flujo cuando se trabajan con diferentes variables como la longitud, el diámetro, el tipo de fluidos, etc.

A continuación se muestra un análisis para un grupo de tuberías de diferentes diámetros y longitudes evaluando su comportamiento en función del flujo.

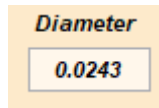
- *Caso de estudio.*

Se desea saber de un grupo de cinco tuberías (ver Tabla 1), con cuál de ellas se dará un menos gasto energético de potencia para transportar un flujo de $288 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0.08 \text{ m}^3/\text{s}$), las tuberías son de Acero SCH 80, tiene una longitud total de 18m, una $Z_1 = 2\text{m}$ y una $Z_2 = 9\text{m}$, además contara con 3 codos de 90° estándar, 1 válvula globo abierto por completo y 1 te de paso directo, la entrada es de bordes cuadrados.

Diámetro nominal de tubería (In)	Diámetro en metros
1"	0.0243
1 ¼"	0.0325
1 ½"	0.0381
2"	0.0493
2 ½"	0.059

➤ Solución por medio del software FluidSoft DL.1 (ver figura 24-25)

1. una vez abierto el software, ingrese los datos suministrados por el ejercicio.
2. Seleccione cada uno de los diámetros del caso y a medida que aparecen en el cuatro



de clic en  y agregue a la tabla cada uno de los diámetros.

3. Seleccione el número de gráficas.
4. Agregue el número de puntos o de valores que desee tener en el intervalo de valores, este valor viene preestablecido en 12, pero puede ser modificado.
5. Agregue el intervalo de valores entre los cuales desea hacer el análisis, esto se hace de manera que el valor suministrado se encuentre en este intervalo, para este caso el valor es de $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$.



6. Hacer clic en el botón en Graphics

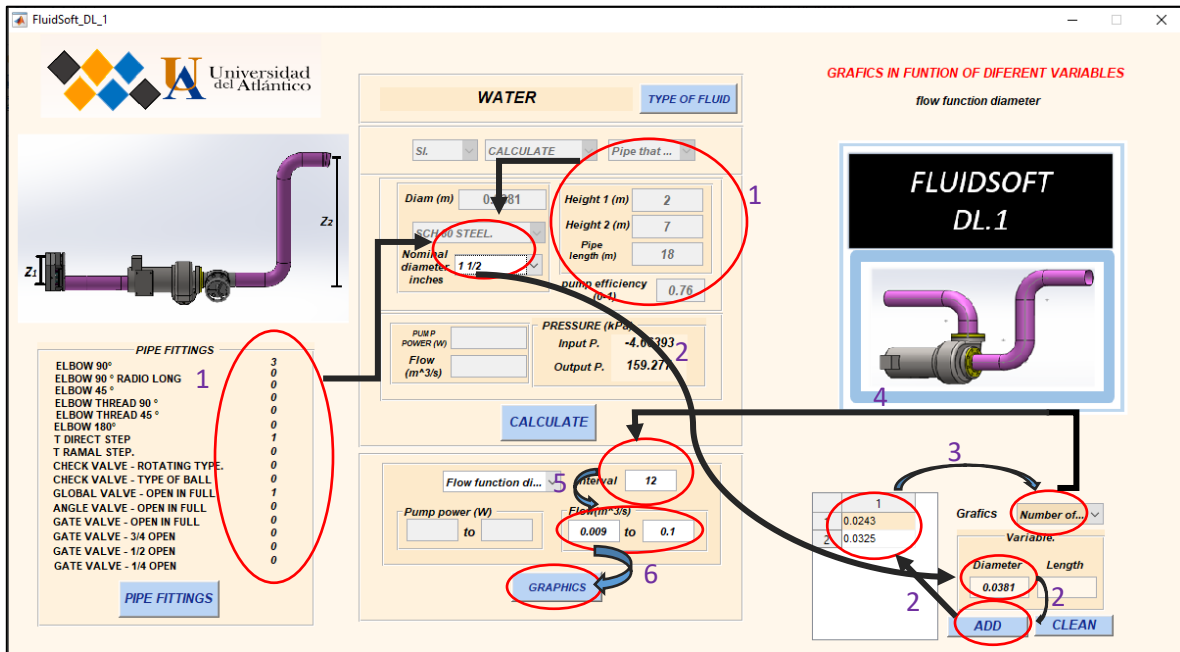


Figura 24. Pasos para el análisis gráfico.

Una vez completados los pasos se obtiene el siguiente resultado.

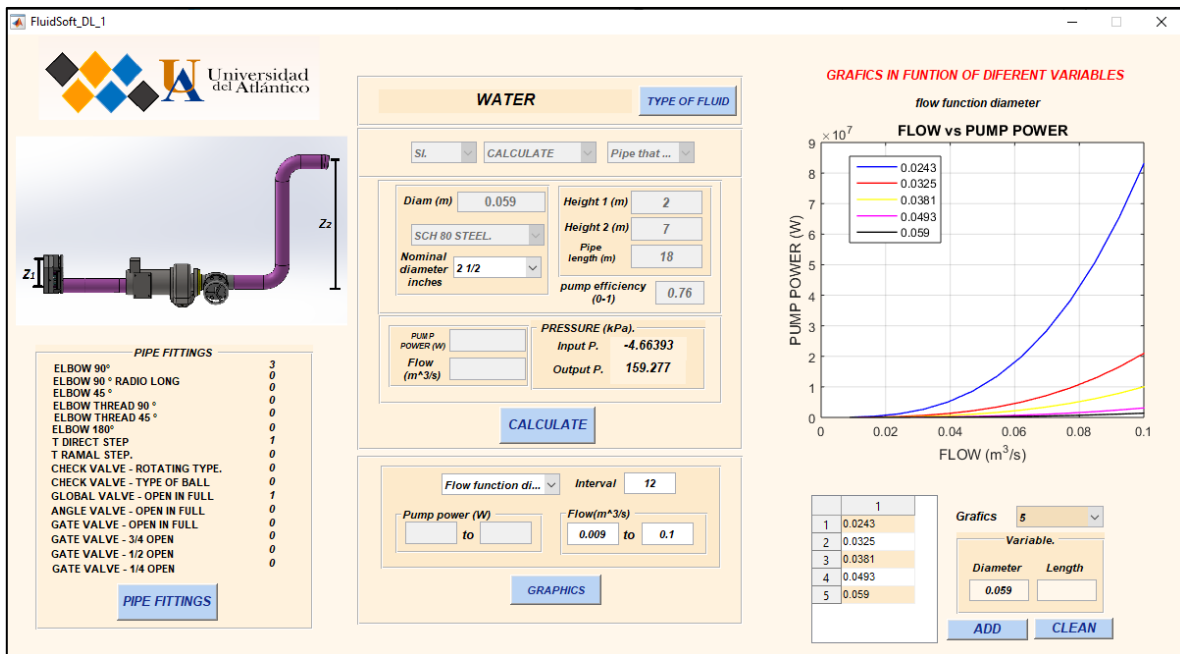


Figura 25. Análisis gráfico de la potencia para diferentes diámetros de trabajo.

En la gráfica se observa el comportamiento del flujo y la potencia en relación a diferentes diámetros establecidos, esto se puede realizar de igual manera variando la longitud, el material de la tubería, el tipo de fluido, etc., ya sea en función del flujo como el caso anterior o en función de la potencia de la bomba.