



El equipo FL02.1 ha sido diseñado para el estudio, tanto de las pérdidas por fricción en tuberías, como de las pérdidas producidas por elementos característicos de las instalaciones como son; accesorios, válvulas y elementos de medida.

El equipo está diseñado para ser lo más flexible posible, pudiendo incorporarse al mismo nuevos accesorios y tramos rectos de tubería de diferentes materiales y rugosidades. La operación de cambio es sencilla y limpia, únicamente es necesario emplear los enlaces rápidos para desenroscar el tramo primitivo y sustituirlo por el nuevo.

El canal de la parte inferior del panel tiene como misión recoger el agua residual que queda dentro de las tuberías, de manera que no moje los equipos adyacentes y haciendo posible que esta labor la puedan realizar los propios alumnos.

En esta misma línea de evitar la fuga de agua del circuito, la instalación dispone de tomas de presión llamadas "ecológicas", de las cuales no fuga agua al conectar o desconectar las tomas manométricas, ya que se tratan de conexiones auto-obturantes (self-sealing).

ASPECTOS DESTACABLES

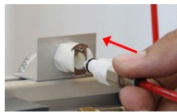
El equipo puede ser conectado tanto al banco hidráulico como al grupo hidráulico con medidor de caudal.

DIKOIN

FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

4.1.1.-CONEXIÓN, ODESCONEXIÓN-DE-LOS-ENCHUFES-RÁPIDOS

Para conectar los enchufes rápidos introducir el enchufe macho en los enchufes hembra.



Para desconectarlos simplemente presionar la pieza metálica que hay en la parte superior del enchufe.



Salto de página

12

DIKOIN

FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

4.1.3.-MONTAJE, ODESCONTAJE- DEL-DIAFRAGMA

Con el circuito abierto y el sistema parado, aflojar las tuercas de unión del sistema del diafragma.



NOTA: Al retirar el diafragma del circuito el agua que quede en él fugará.

Una vez extraído el sistema, aflojar las tuercas que fijan las tapas de PVC del conjunto.



Retirar las varillas roscadas, las piezas del conjunto quedarán sueltas.

Sustituir el diafragma de aluminio de Ø15 por el de Ø13 o viceversa.

NOTA: Tener en cuenta que la parte del diafragma NO avellanada será la parte que ataque al agua.

Salto de página

11

DIKOIN

FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

Una vez escogido el diafragma a utilizar, se encajan las piezas del sistema nuevamente. Se recomienda hacerlo en posición vertical para evitar la caída de las juntas tóricas.



Para fijar el sistema se introducen nuevamente las varillas roscadas en su posición inicial.



A continuación se aprietan las tuercas progresivamente una tras otra hasta que el sistema quede bien fijado.

Salto de página

14

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

DIKOIN

FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

5.-PRÁCTICAS-REALIZABLES

5.1.-PÉRDIDAS-DE-CARGA-PRIMARIAS

5.1.1.-FUNDAMENTO-TEÓRICO

$$H_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = \frac{16}{\pi^2} \frac{f L Q^2}{D^5} \quad (1)$$

$$Re = \frac{V D}{\nu} \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \rightarrow Re = \frac{4Q D}{\pi D^2 \nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu}$$

a) Régimen laminar, $Re < 2.000$

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

$$H_f = \frac{64}{Re} \frac{L}{D} \frac{16Q^2}{\pi^2 D^5} = \frac{5.288}{Re} \frac{L Q^2}{D^5}$$

b) Régimen turbulento, $Re > 2.000$

→ Tubería lisa $2.000 < Re < 100.000$

$$f = \frac{0.316}{Re^{1/4}}$$

→ Resto de los casos utilización del Diagrama de Moody

$$f = \Phi\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

Salto de página

19

DIKOIN

FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

→ 0 la expresión

$$\frac{1}{f} = -2.10 \ln \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

→ 0 la ecuación de Churchill

$$f = 8 \left[\left(\frac{k}{3.7D} \right)^{12} + \left(X + Y \right)^{-1.5} \right]^{-1/12}$$

$$X = \left[2.457 \ln \left[\frac{1}{\left(\frac{k}{3.7D} \right) + 0.27 \frac{k}{D}} \right] \right]^{14}$$

$$Y = \left(\frac{37.530}{Re} \right)^{14}$$

Salto de página

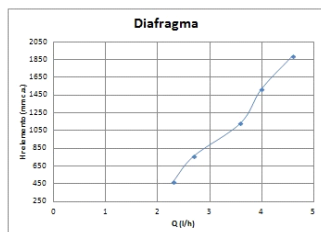
20

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.

DIKOIN
FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

→ DIAFRAGMA

Caudal Q (m ³ /h)	Nº. Reynolds Re	Carga entre tomas h (m)	P-primarias $H_{rprimarias}$ (m)	P-carga- elemento H_{rcarga} (mm)	Constante- del- elemento k
4,6	66684	2	1,92	1924,82	3,62
4	57986	1,6	1,54	1543,15	3,83
3,6	52187	1,2	1,15	1153,95	3,54
2,7	39141	0,8	0,77	774,10	4,22
2,3	33342	0,5	0,48	481,20	3,62



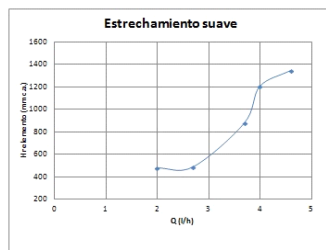
Salto de página

30

DIKOIN
FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

→ ESTRECHAMIENTO-SUAVE

Caudal Q (m ³ /h)	Nº. Reynolds Re	Carga entre tomas h (m)	P-primarias $H_{rprimarias}$ (m)	P-carga- elemento H_{rcarga} (mm)	Constante- del- elemento k
4,6	66684	4	0,1425	1349,60	2,54
4	57986	3,1	0,0505	1203,70	2,99
3,7	53637	2,5	0,0432	877,48	2,55
2,7	39141	1,35	0,0230	486,00	2,65
2	28993	0,95	0,0126	475,92	4,73



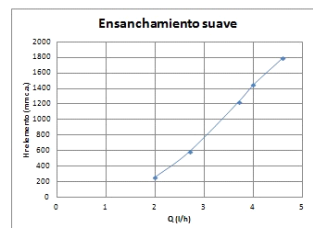
Salto de página

31

DIKOIN
FL-02.1-PÉRDIDAS-DE-CARGA

→ ENSANCHAMIENTO-SUAVE

Caudal Q (m ³ /h)	Nº. Reynolds Re	Carga entre tomas h (m)	P-primarias $H_{rprimarias}$ (m)	P-carga- elemento H_{rcarga} (mm)	Constante- del- elemento k
4,6	66684	-0,65	0,0668	1791,03	3,37
4	57986	-0,4	0,0505	1445,77	3,59
3,7	53637	-0,35	0,0432	1229,29	3,57
2,7	39141	-0,25	0,0230	590,98	3,22
2	28993	-0,2	0,0126	261,44	2,60



Salto de página

32

Junto con el manual de uso, se entrega un manual completamente resuelto con los datos que se deben obtener durante las prácticas con el equipo. De este modo, el profesor puede revisar fácilmente si los alumnos están realizando el trabajo correctamente.



Todos los accesorios del equipo tienen una descripción detallada a pie de equipo, consiguiendo así una fácil identificación de los mismos y facilitando información a la hora del cálculo de las pérdidas de carga en todos y cada uno de los accesorios.



Accesorio Opcional: FLZ.LP.DAQ - ADQUISICIÓN DE DATOS Y SOFTWARE PARA PÉRDIDAS DE CARGA

El accesorio FLZ.LP.DAQ es un módulo que incluye los componentes necesarios para informatizar el equipo de pérdidas de carga FL 02.1, de modo que las tomas de caudal y diferencias de presión sean leídas desde el ordenador.

Este sistema ayuda a agilizar las prácticas realizadas por los alumnos con el equipo de pérdidas de carga.

El sistema se entrega con un software instalable en PC, que se conecta al módulo mediante una conexión USB.

Mediante el software, se pueden realizar lecturas que quedarán automáticamente guardadas en tablas, que se puede trabajar o exportar posteriormente. Los datos también se pueden mostrar en gráficas.

El software dispone además de una pantalla de configuración/calibración.

PRÁCTICAS REALIZABLES

- Medida y comprobación de las pérdidas de carga primarias, analizando la influencia de la viscosidad del fluido, del diámetro y de la rugosidad, que se producen en tramos rectos de diversos tipos de tuberías, teniendo la posibilidad de medir pérdidas de carga en tuberías de:
 - Diferentes diámetros interiores, 21,2 y 13,6 mm.
 - Diferentes materiales.
- Comprobación de la relación existente entre las pérdidas de carga y la velocidad del fluido en la tubería.
- Obtención de la rugosidad de tuberías de:
 - Acero galvanizado
 - Cobre
 - etc...
- Medida y comprobación de las pérdidas de carga secundarias que se producen en elementos de instalaciones, tales como:
 - Codos a 90° de radio corto.
 - Codos a 90° de radio largo.
 - Codos de 45°.
 - Te recta.
 - Te inclinada.
 - Ensanchamiento brusco.
 - Estrechamiento brusco.
 - Ensanchamiento gradual.
 - Estrechamiento gradual.
 - Válvula de compuerta.
 - Válvula antiretorno.
 - Válvula de asiento.
 - Válvula de bola.
 - Válvula de membrana.
 - Diafragma.
 - Tubo de Venturi.
 - Rotámetro.
 - Filtro.
 - etc...
- Cálculo de los coeficientes de pérdida "K" correspondientes a cada uno de los elementos mencionados anteriormente.
- Utilización, cálculo y tarado de diversos elementos medidores, tales como:
 - Rotámetro.
 - Tubo de Venturi.
 - Diafragmas; de diámetro interior 15 mm. y 13 mm.
 - Válvula medidora de caudal.
 - etc...
- Comprobación de la presión de trabajo a lo largo de la instalación.
- Utilización de diferentes tipos de manómetros:
 - Columna de agua.
 - Manómetro de presión diferencial electrónico.
 - Tipo Bourdon.
- Dibujar y calcular la curva característica de la bomba de la instalación.

DATOS TÉCNICOS**Diámetros interiores:**

- Tubería principal $\varnothing$ interior = 21,2 mm. ; exterior = 25 mm.
- Estrechamiento/ensanchamiento suave.
 - * $\varnothing$ interior = 13,8 mm. ; $\varnothing$ exterior = 16 mm.
- Estrechamiento/ensanchamiento brusco.
 - * $\varnothing$ interior = 45,2 mm. ; $\varnothing$ exterior = 50 mm.

Manómetros:

- Manómetro de columna de agua, rango de medida 1 m c.a.
- Manómetro de presión diferencial electrónico (± 7000 mbar)
- Manómetro tipo Bourdon, rango de lectura 0 / 25 m c.a.
- Mano-vacuómetro tipo Bourdon, rango de lectura -76 cm Hg / 25 m c.a.

Longitudes entre tomas manométricas:

- En los tramos rectos de tubería nº 7 y nº 14 es de 1 metro.
- En el tramo nº 12 es de 0,5 metros.
- Entre las tomas manométricas y el comienzo o final del accesorio siempre hay 40 mm, exceptuando los siguientes casos:
 - * Tomas manométricas aguas arriba y abajo del diafragma (3) a 135 mm.
 - * Tomas manométricas aguas arriba ensanchamiento (9) y abajo estrechamiento brusco (11) a 125 mm.
 - * Toma manométrica en el ensanchamiento/estrechamiento suave (4/7) a 270 mm.

Venturi

- Diámetro interior de la garganta 12 mm.
- Diámetro interior de la tubería 21,2 mm.
- Cono de salida 7°
- Cono de entrada 21°

Diafragma 15

- Diámetro interior estrechamiento 15 mm.
- Diámetro interior tubería 21,2 mm.

Diafragma 13

- Diámetro interior estrechamiento 13 mm.
- Diámetro interior tubería 21,2 mm.

REQUERIMIENTOS

- Banco o Grupo Hidráulico DIKOIN.