



El equipo FL09.2 se trata de un equipo con el que se pretende demostrar y estudiar el fenómeno conocido como *golpe de ariete*, dicho fenómeno es el que se produce debido al cierre rápido del paso del agua a través de una tubería. El diseño del equipo se realiza con especial hincapié en el ámbito didáctico, por ello se suministra con elementos variables, para conseguir realizar una mayor cantidad de ensayos para una mejor comprensión por parte del alumno.

El conjunto cuenta con tres depósitos diferentes los cuales se encuentran situados a diferentes alturas. Uno de ellos se empleará para que el suministro de agua sea constante, para ello utilizamos un depósito con aire a presión que homogeniza el suministro de agua al depósito elevado. Con la finalidad de que el fluido no retorna a este depósito este se suministra con una válvula anti retorno. En el caso de los otros dos depósitos uno cuenta con un rebosadero de nivel fijo, y el otro un rebosadero de nivel ajustable que es el depósito que se sitúa a una altura superior.

El equipo cuenta con una válvula de cierre rápido lo que permite que se corte el caudal generando la sobrepresión en la tubería que da lugar al fenómeno del golpe ariete.

Adicionalmente, el equipo cuenta con dos tramos de tuberías de diferentes longitudes (un tramo será de una longitud de 1m y el otro tramo tendrá una longitud de 3m) lo que permite realizar diferentes ensayos pudiendo intercambiar las mangueras y realizando una mayor cantidad de ensayos.

También el equipo se suministra con un recipiente volumétrico de 500ml de capacidad máxima para poder realizar las mediciones apropiadas para la realización de los ensayos.

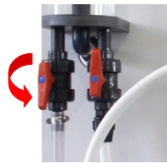
Finalmente, el equipo es suministrado con una manguera para su posible conexión tanto al banco hidráulico como al grupo hidráulico con medidor de caudal.

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO**

→ Conectamos la toma de salida de agua del depósito de entrada del ariete hidráulico al depósito de almacenamiento de agua del banco.



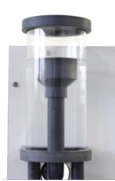
- Con la válvula de regulación del banco hidráulico cerrada y la válvula de recirculación del banco hidráulico abierta, accionamos el interruptor de la bomba del banco.
- Abrimos la válvula de entrada de agua al depósito de entrada del equipo; comenzamos a abrir poco a poco la válvula de regulación del banco hidráulico.



----- Salto de página -----

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO**

→ Cuando el nivel de agua alcance el rebosadero, ajustamos la válvula de regulación del banco hidráulico para que la altura de agua permanezca constante.



→ Abrimos la válvula de salida del depósito de entrada de agua.



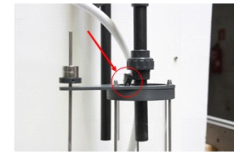
----- Salto de página -----

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO**

→ Abrimos las dos válvulas exteriores que hay en las tuberías de salida del depósito de entrada, tal y como está reflejado en el esquema de la derecha del panel.



→ Comienza a circular el agua. Con la válvula que tenemos en la parte superior del depósito de salida inferior, regulamos relación agua/aire que queremos en dicho depósito.



----- Salto de página -----

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

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO**

→ Para evitar que el agua elevada al depósito superior retroceda, el equipo dispone de una válvula antirretorno.

La longitud de la tubería influye en el tiempo del ciclo, a mayor longitud ciclos más largos.

4.1.1.3 Relación de caudales teórica

Partiendo de un depósito a una altura h_1 , la energía que tenemos en la superficie libre del mismo es energía potencial según la expresión:

$$E_{pot_1} = m_1 \cdot g \cdot h_1$$

La energía del agua elevada al depósito superior, es también energía potencial según la expresión:

$$E_{pot_2} = m_2 \cdot g \cdot H$$

Iguando ambas expresiones tenemos que:

$$m_1 \cdot h_1 = m_2 \cdot H$$

Si empleamos los caudales másicos o volumétricos, ya que consideramos el agua como un fluido incompresible, tenemos:

$$Q_1 \cdot h_1 = Q_2 \cdot H \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{H}{h_1}$$

Es decir, que la relación entre el caudal inicial y el caudal elevado es inversamente proporcional a la relación entre la altura elevada y la altura inicial. A mayor altura de elevación menor proporción de caudal elevado.

4.1.1.4 Rendimiento volumétrico

El rendimiento volumétrico es la relación entre el caudal total que llega al ariete hidráulico y el caudal elevado o útil.

$$\eta_{volumétrico} = \frac{Q_{elevado}}{Q_{total}}$$

DIKOIN → **FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO**

4.1.1.5 Eficiencia del ariete hidráulico

En ingeniería se define la eficiencia como la relación entre la potencia útil y la potencia entregada.

En nuestro caso la potencia entregada es la que tenemos en la entrada del ariete hidráulico que es el depósito inicial, $P_{entregada} = \rho \cdot Q_{total} \cdot g \cdot h_1$ y la potencia útil es la que obtenemos a la salida, en el depósito superior, $P_{util} = \rho \cdot Q_{elevado} \cdot g \cdot H$, es decir:

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{entregada}} = \frac{Q_{elevado} \cdot H}{Q_{total} \cdot h_1}$$

Algunos autores consideran la potencia útil como la potencia proporcionada por encima de la de partida, es decir el $Q_{elevado}$ por el salto proporcionado por el ariete hidráulico, siendo este último la diferencia entre la altura de salida H menos la de entrada h_1 . $P_{util} = \rho \cdot Q_{elevado} \cdot g \cdot (H - h_1)$, donde $H = h_1 + \Delta H$, con lo que $H - h_1 = \Delta H$

$$\eta = \frac{P_{util}}{P_{entregada}} = \frac{Q_{elevado} \cdot \Delta H}{Q_{total} \cdot h_1}$$

----- Salto de página -----

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



FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO

Instalación/tramo/codo

Lectura nº	Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Caudal volumétrico	Caudal medio (l/s)
Caudal elevado	260	22	42,55	42,70
	240	20,16	42,86	
Caudal perdido	360	6,94	186,74	189,46
	450	8,43	192,17	

Caudal elevado	Caudal perdido	ΔH	Relación caudales teórica	Rendimiento volumétrico	Eficiencia
42,70	189,46	143	82%	19%	4%

Salto de página

19



FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO

Instalación/tramo/lance

Lectura nº	Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Caudal volumétrico (l/h)	Caudal medio (l/h)
Caudal elevado	210	20,7	36,52	37,12
	220	21	37,73	
Caudal perdido	375	5,81	232,36	232,31
	460	7,13	232,26	

Caudal elevado	Caudal perdido	ΔH	Relación caudales teórica	Rendimiento volumétrico	Eficiencia
37,12	232,31	284	70%	14%	6%

Salto de página

20



FL-09.2-ARIETE-HIDRÁULICO

Instalación/tramo/codo

Lectura nº	Tiempo (segundos)	Volumen (litros)	Caudal volumétrico	Caudal medio (l/s)
Caudal elevado	260	23,69	39,51	38,90
	235	22,09	38,30	
Caudal perdido	370	7,09	187,87	189,19
	480	9,07	190,52	

Caudal elevado	Caudal perdido	ΔH	Relación caudales teórica	Rendimiento volumétrico	Eficiencia
38,90	189,19	288	69%	17%	8%

Salto de página

21

PRACTICAS REALIZABLES

- Visualización y análisis del fenómeno de golpe de ariete producido por el cierre de una válvula.
- Funcionamiento del ariete hidráulico.
- Funcionamiento de la cámara de aire.
- Relación de caudales teórica.
- Rendimiento volumétrico.
- Eficiencia del ariete hidráulico.
- Estudio de la diferencia en el funcionamiento del fenómeno en función de:
 - la longitud de tubería de suministro
 - el volumen de aire en la cámara
 - la velocidad del flujo de suministro

DATOS TÉCNICOSDepósitos:

- Depósito de PVC transparente con rebosadero de nivel fijo.
- Depósito de PVC transparente con rebosadero de nivel ajustable.
- Altura del depósito más bajo aprox.: 960 mm.
- Altura del depósito más alto aprox.: 1130 mm.

Tubería:

- Tubería de Ø interior 16 mm.

Tramos:

- Tramo Corto: 1 metros
- Tramo Largo: 3 metros

Ariete Hidráulico:

- Caudal de suministro: 240 l/h
- Caudal elevado: 40 l/h
- Altura máxima de elevación: 250 mm

REQUERIMIENTOS

- Banco Hidráulico FL 01.4.