



entropía humana

TF-DF-024

EQUIPO PARA ESTUDIO DE DINÁMICA DE FLUIDOS Y BOMBAS

CURSO DE CAPACITACIÓN



## Contenido

La duración de cada uno de los temas en el curso puede variar de acuerdo a las preguntas y comentarios de los participantes. El curso de capacitación es flexible en cuanto a tiempos debido a que en su mayoría se realizan dinámicas de experimentación.

0. Instalación del equipo y pruebas en sitio.
1. Introducción y aplicaciones pedagógicas del equipo.
2. Alcance de las prácticas realizables en el equipo.
3. Descripción del equipo y componentes principales.
4. Diagrama de flujo de proceso.
5. Tablero de control.
6. Servicios auxiliares para la operación del equipo.
7. Procedimiento de puesta en marcha del equipo, alineación de tuberías.
8. Equipo en operación.
9. Procedimiento de paro del equipo.
10. Mantenimiento y limpieza.
11. Dinámica con usuarios en operación cualitativa.
12. Contenido y explicación del manual de operaciones y prácticas.
13. Preguntas y comentarios.

## 1. Introducción y aplicaciones pedagógicas del equipo.

- a) Equipo diseñado para el estudio del balance general de energía en un sistema de flujo en tuberías.
- b) Visualización del teorema de Bernoullí.
- c) Determinación del factor de fricción representado como pérdida de carga o presión en un sistema de tuberías.
- d) Funcionamiento en circuito cerrado de agua.
- e) Obtención experimental de la curva de operación y rendimiento de las bombas.
- f) Estudio en flujo laminar o turbulento.
- g) Cálculo del número de Reynolds.
- h) Estudio del flujo de fluidos en tuberías de diferente diámetro.
- i) Estudio de las caídas de presión en accesorios.
- j) Ensayo de las bombas centrífugas en serie.
- k) Ensayo de las bombas centrífugas en paralelo.
- l) Estudio de curvas características y operación de las bombas.
- m) Medición de voltaje y amperaje con la variación de velocidad en el motor de la bomba.

## 2. Alcance de las prácticas realizables en el equipo.

- a) El estudiante se presenta ante una instalación representativa de la realidad industrial, en primera instancia se familiariza con el tablero de control, la instalación de las tuberías, la bomba, el sensor de presión diferencial, las válvulas y los instrumentos de medición de presión y flujo.

- b) El estudiante se enfrenta a la manipulación de las variables que intervienen en un equipo de flujo de fluidos; operación de la válvula de regulación de flujo y el efecto en la presión de descarga de la bomba, toma de las caídas de presión en accesorios, así como el efecto en la velocidad del fluido por las tuberías.
- c) Debido a que el equipo lo permite, se puede realizar otra práctica en la cual los estudiantes determinan experimentalmente la curva de operación de la bomba. Gráfica de presión de operación Vs flujo. Hacer este experimento permite al estudiante establecer criterios de diseño para un sistema de flujo de fluidos al seleccionar el diámetro de descarga para una presión requerida en una planta industrial.

### 3. Descripción del equipo y componentes principales.

- a) Unidad piloto completamente instrumentada escala laboratorio.
- b) Montada sobre estructura en perfil de aluminio reforzado tipo industrial con ruedas.
- c) Compuesta de una unidad de proceso y un gabinete de control, ambas unidades están interconectadas entre sí formando una sola instalación.
- d) Tanque de alimentación a sistema de flujo de fluidos, fabricado en HDPE, reforzado con capacidad de 100 litros.
- e) Tubería, válvulas y accesorios de succión fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial.
- f) Bomba centrífuga uno, para ensayos en serie y paralelo con motor de velocidad variable.
- g) Bomba centrífuga dos para ensayos en serie y paralelo con motor de velocidad variable.

- h) Válvulas para selección de ensayos de bombas en serie – paralelo, fabricadas en PVC cedula 80 tipo industrial.
- i) Válvula de regulación de flujo de sistema de bombeo y tuberías, fabricada en PVC cedula 80 de tipo diafragma de membrana.
- j) Rotámetro de flotador para medición de flujo en sistema de tuberías, con rango de medición de 10 a 70 LPM.
- k) Reducción de diámetro de una pulgada a tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- l) Tubería de experimentación de tres cuartos de pulgada de diámetro, DN 20 x 200 cm de longitud, fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial, con tres válvulas fabricadas en acero inoxidable y conector rápido para toma de presión diferencial en diferentes longitudes; inicial, 50 cm y 100 cm.
- m) Arreglo de codos en 180 ° de tres cuartos de pulgada fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- n) Divisor en Y de tres cuartos de pulgada fabricado en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- o) Divisor en T de tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- p) Válvula de bola V1 de tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- q) Válvula de compuerta tipo regulación de flujo V2 de tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- r) Codo 45 ° de tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- s) Codo 90 ° de tres cuartos de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial

para estudio y cálculo del factor de fricción.

- t) Ensanchamiento de diámetro de tres cuartos de pulgada a una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- u) Tubería de experimentación de una pulgada de diámetro, DN 25 x 200 cm de longitud, fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial, con tres válvulas fabricadas en acero inoxidable y conector rápido para toma de presión diferencial en diferentes longitudes; inicial, 50 cm y 100 cm.
- v) Arreglo de codos en 180 ° de una pulgada fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- w) Divisor en Y de una pulgada fabricado en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- x) Divisor en T de una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- y) Válvula de bola V3 de una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- z) Válvula transparente de asiento inclinado tipo regulación de flujo V4 de una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- aa) Codo 45 ° de una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- bb) Codo 90 ° de una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- cc) Placa de orificio para cálculo de flujo, de bordes afilados con válvulas para medición de presión diferencial.
- dd) Tubo de Venturi para cálculo de flujo, convergente – divergente, con válvulas

para medición de presión diferencial.

- ee) Reducción de diámetro de una pulgada a media pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- ff) Arreglo de codos en 180 ° de media pulgada fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- gg) Divisor en Y de media pulgada fabricado en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- hh) Divisor en T de media de pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- ii) Válvula de bola V5 de media pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- jj) Válvula de compuerta tipo regulación de flujo V6 de media pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- kk) Codo 45 ° de media pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- ll) Codo 90 ° de media pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial para estudio y cálculo del factor de fricción.
- mm) Tubería de experimentación de media pulgada de diámetro, DN 13 x 200 cm de longitud, fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial, con tres válvulas fabricadas en acero inoxidable y conector rápido para toma de presión diferencial en diferentes longitudes; inicial, 50 cm y 100 cm.
- nn) Ensanchamiento de diámetro de media pulgada a una pulgada fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial.
- oo) Tubería, válvulas y accesorios de descarga de sistema de tuberías de experimentación a tanque de recirculación, fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial.

pp) Válvula de selección para experimento de Reynolds, fabricada en PVC cedula 80 tipo industrial.

qq) Dispositivo de inyección de tinta para experimento de Reynolds.

rr) Tramo de experimentación para ensayo de Numero de Reynolds en tubería de media pulgada de diámetro, DN 13 x 100 cm de longitud, fabricada en PVC transparente cedula 80 tipo industrial, intercambiable / desmontable por sistema de tuerca unión.

ss) Tramo de experimentación para ensayo de Numero de Reynolds en tubería de una pulgada de diámetro, DN 25 x 100 cm de longitud, fabricada en PVC transparente cedula 80 tipo industrial, intercambiable / desmontable por sistema de tuerca unión.

tt) Válvula transparente de asiento inclinado para regulación de flujo laminar en experimento de Reynolds.

uu) Rotámetro de flotador para medición de flujo en sistema de experimento de Reynolds, con rango de medición de 1 a 7 LPM para flujo laminar.

vv) Tanque de recuperación de agua con tinta, fabricado en HDPE con capacidad de 20 litros.

ww) Tubería y accesorios de descarga a tanque de recuperación de agua con tinta, fabricados en PVC cedula 80 tipo industrial.

xx) Manovacuómetro relleno de glicerina, con conexión de acero inoxidable para medición de presión en la succión de la bomba centrifuga uno.

yy) Manovacuómetro relleno de glicerina, con conexión de acero inoxidable para medición de presión en la succión de la bomba centrifuga dos.

zz) Manómetro relleno de glicerina, con conexión de acero inoxidable para medición de presión en la descarga de la bomba centrifuga uno.

aaa) Manómetro relleno de glicerina, con conexión de acero inoxidable para

medición de presión en la descarga de la bomba centrífuga dos.

bbb) Manómetro relleno de glicerina, con conexión de acero inoxidable para medición de presión general en la descarga del sistema de bombas.

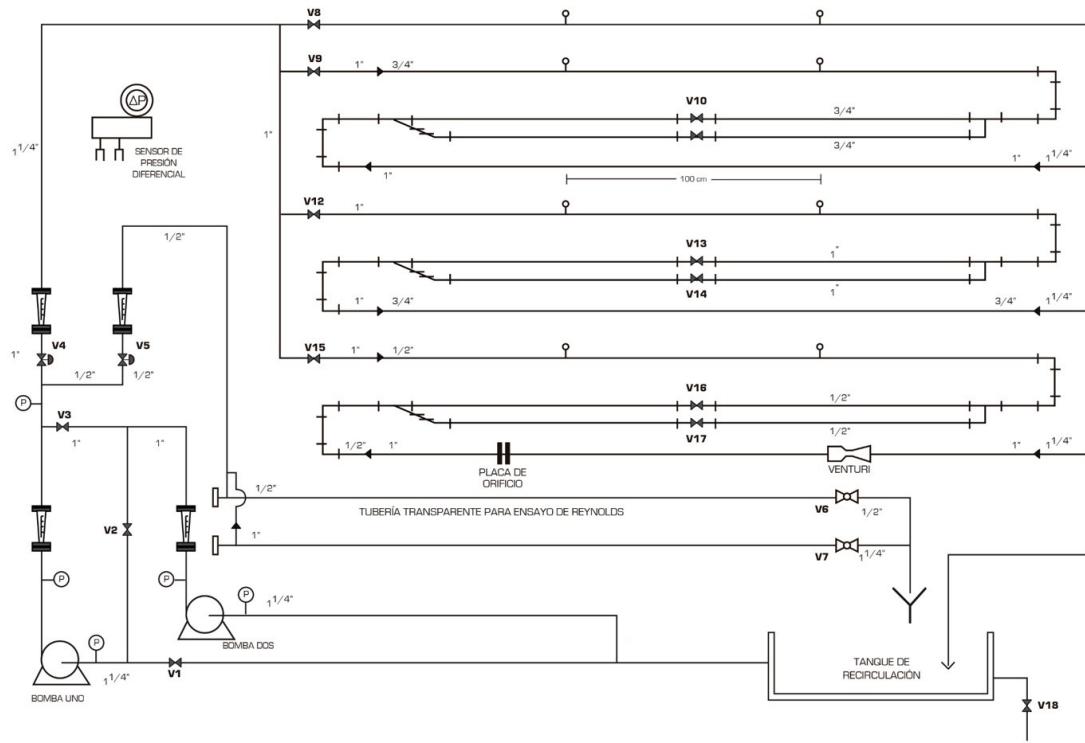
ccc) Sensor electrónico de presión diferencial con señal de salida 4-20 mA., con indicador digital montado sobre tablero de control.

ddd) Medidor de Voltaje y Amperaje para cálculo de la potencia en el sistema de bombeo.

### Vista general del equipo



#### 4. Diagrama de flujo de proceso.



## 5. Tablero de control.

- a) Tipo industrial NEMA 4X
- b) Botones de marcha de bombas con indicador luminoso verde
- c) Botones de paro de bombas con indicador luminoso rojo.
- d) Indicador de presión diferencial
- e) Medidores de voltaje y amperaje
- f) Contactores de protección y arranque para bombas.
- g) Portafusibles de protección
- h) Indicador luminoso amarillo de tablero energizado.
- i) Paro de emergencia tipo hongo de media vuelta.
- j) Cableado por medio de canaleta y con número de identificación.
- k) Componentes eléctricos montados sobre riel.

## 6. Servicios auxiliares para la operación del equipo.

- a) Alimentación eléctrica 110 VAC.
- b) Suministro de agua.
- c) Drenaje.

## 7. Procedimiento de puesta en marcha del equipo.

- a) Verificar servicios auxiliares y energizar el gabinete de control.
- b) Llenado de los tanques hasta un nivel adecuado. ( 70% de su capacidad).

- c) Revisar que todas las válvulas para la toma de presión diferencial se encuentren cerradas antes de arrancar alguna de las bombas.
- d) Seleccionar la ruta que ha de seguir el proceso y realizar la alineación de tuberías.
- e) Verificar que esté cerrada la válvula para drenado de los tanques.

## 8. Equipo en operación.

- a) Poner en marcha alguna de las bombas, o bien las dos centrífugas si se estudian arreglos en serie o paralelo.
- b) Verificar que las mangueras colocadas en las válvulas para toma de presión diferencial estén colocadas correctamente; esto es, en el sentido del flujo.
- c) Debe purgarse la manguera mediante un tornillo colocado atrás del sensor de presión diferencial, para eliminar el aire que quede en la tubería y así tener valores confiables en la medición.
- d) Si durante la experimentación se desea cambiar las mangueras para toma de presión de posición, primero se deben cerrar las válvulas donde inicialmente estaban y retirarlas presionando un poco la boquilla azul de la válvula y halando la manguera hasta extraerla; posteriormente, deben insertarse en el accesorio deseado, verificando la dirección del flujo, y una vez insertada abrir las válvulas y purgar el sensor. El sensor en la parte posterior tiene indicada una H (alta presión), ahí debe colocarse la manguera de entrada al sensor.
- e) Regular el flujo de alimentación por medio de la válvula de regulación tipo diafragma.
- f) Realizar pruebas variando la velocidad de los motores de las bombas.

g) Registrar las mediciones de voltaje y amperaje para distintas velocidades de rotación de los motores de las bombas.

h) Manipular las variables pertinentes a la experimentación y obtener la lectura de las resultados experimentales.

### Datos experimentales

#### Equipo para estudio de dinámica de fluidos y bombas

##### Información general

Fluido				
Temperatura				
Tipo de arreglo	Bomba 1	Bomba 2	Paralelo	Serie
Accesorio de estudio				

##### Nomenclatura

PS 1	Presión de succión de la bomba 1
PS 2	Presión de succión de la bomba 2
PD 1	Presión de descarga de la bomba 1
PD 2	Presión de descarga de la bomba 2
PT	Presión total (descarga de las dos bombas)
V	Voltaje
A 1	Amperaje de la bomba 1
A 2	Amperaje de la bomba 2
$\Delta P$	Diferencia de presiones (caída de presión) en el accesorio

## Información experimental

## Experimento de Reynolds

## 9. Procedimiento de paro del equipo.

- a) Accionar el botón de paro correspondiente a la bomba que se esté usando.
- b) Paro del equipo con el botón de paro de emergencia.

## 10. Mantenimiento y limpieza.

- a) Para limpiar el equipo: hacer circular agua corriente limpia en el equipo por todas las tuberías durante 10 minutos.
- b) Mantenimiento de las bombas. Hacer incapié en asegurarse de que estén cebadas antes de cada operación. Revisión de funcionamiento cada 24 meses.
- c) Mantenimiento general. Revisión preventiva de fugas y empaques cada 18 meses.

## 11. Dinámica con usuarios en operación cualitativa.

- a) Equipo completamente apagado.
- b) El nivel del tanque debe encontrarse con nivel adecuado.
- c) Los profesores ponen en marcha el equipo desde su inicio.
- d) No se realizan cálculos, solamente operación visual y manipulación de variables.  
Solamente manipulan los profesores.
- e) Paro del equipo. Lo realizan los profesores.

**12. Contenido y explicación del manual de operaciones y prácticas.**

- a) Descripción del manual, su contenido y uso.
- b) Entrega del manual.

**13. Preguntas y comentarios.**