



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE UNIDAD DE APRENDIZAJE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
ING. MECÁNICO	2009-2	12198	MECÁNICA DE FLUIDOS

PRÁCTICA No.	LABORATORIO DE	MECÁNICA DE FLUIDOS	DURACIÓN (HORAS)
MF -01	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS DE CARGA HIDRÁULICA A FLUJO VARIABLE PARA TRES DIFERENTES DIÁMETROS DE TUBERÍAS	1.5

### 1. INTRODUCCIÓN

La Hidrostática es la parte del estudio de los fluidos en reposo ó en movimiento constante con grandes aplicaciones en el estudio del balance de fuerzas en el seno de un fluido, de las fuerzas que actúan sobre cuerpos sumergidos, fenómenos de flotación, instrumentación, aerostática, entre otros. En estos fenómenos en los cuales los fluidos son estáticos, ó se mueven a velocidad constante, (como si fueran sólidos), no están sometidos a esfuerzos cortantes por lo que las fuerzas externas aplicadas a un elemento del fluido suelen ser de dos tipos: las fuerzas normales a la superficie del fluido, y las fuerzas gravitatorias.

### 2. OBJETIVO (COMPETENCIA)

Una área de aplicación muy importante de la Hidrostática es el diseño, construcción y calibración de manómetros, en esta área los manómetros diferenciales son instrumentos de construcción muy sencilla que miden la presión entre dos puntos y señalan la diferencia relativa de presiones en forma de columnas de fluido de trabajo o de un fluido manométrico más denso que el fluido a medir. Estos instrumentos se utilizan como sensores simples de presión entre dos o más o puntos de tuberías o equipos, o bien como instrumentos auxiliares en medidores de flujo instalados en línea tales como Venturis, Tubos de Pitot, y Placas de Orificio.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**

El objetivo de esta práctica es que el estudiante de Ingeniería aplique los principios básicos de la Hidrostática y aprenda el manejo de los manómetros diferenciales como una herramienta a utilizar en la determinación de pérdidas de presión en tuberías, válvulas y accesorios de tubería, así como en la determinación de flujos en conducciones para las próximas prácticas que se desarrollan en este curso.

**3. FUNDAMENTO**

El principio fundamental es el análisis de las fuerzas en equilibrio de un fluido en reposo que conduce a la ecuación básica de la Hidrostática aplicable a fluidos compresibles e incompresibles

$$\int dp/\rho = - \int g dz$$

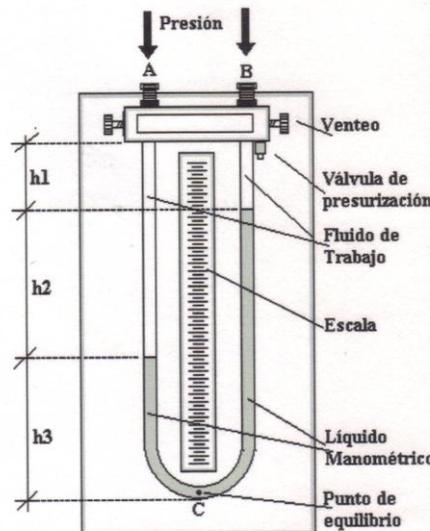
En el caso de fluidos incompresibles, la densidad ( $\rho$ ) es constante y la ecuación es fácilmente integrable quedando como:

$$\Delta P = -\rho g \Delta z$$

o bien

$$p_2 - p_1 = \rho g (z_1 - z_2)$$

Es decir que cualquier presión puede expresarse en unidades de columna de fluido. Aplicando este concepto el de equilibrio estático al caso de Manómetros diferenciales se tiene:



Código GC-N4-017

Formuló	F	MANOMETRO DIFERENCIAL	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017  
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

El punto (C) es donde se equilibran los pesos de las columnas (ramales) de los diversos fluidos que están a la izquierda y a la derecha de este punto, de esta manera para un fluido de trabajo de densidad ( $\rho$ ) y un fluido manométrico de densidad ( $\rho_m$ )

En el ramal izquierdo la presión en (C) es:  $P_C = P_A + \rho gh_1 + \rho gh_2 + \rho_m gh_3$  (1)

y en el ramal derecho es:  $P_C = P_B + \rho gh_1 + \rho_m gh_2 + \rho_m gh_3$  (2)

restando la ecuación (1) de la (2):

$$0 = (P_A + \rho gh_1 + \rho gh_2 + \rho_m gh_3) - (P_B + \rho gh_1 + \rho_m gh_2 + \rho_m gh_3)$$

$$0 = P_A + \rho gh_2 - P_B - \rho_m gh_2$$

$$P_A - P_B = \rho_m gh_2 - \rho gh_2 = gh_2 (\rho_m - \rho) \quad (3)$$

**o en función de los pesos específicos:**

$$P_A - P_B = \gamma_m h_2 - \gamma h_2 = h_2 (\gamma_m - \gamma)$$

4. PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)	
A) EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
A).- BANCO HIDRÁULICO, CLAVE C-10-B. B).- MANÓMETROS DIFERENCIALES TIPO "U, DE AGUA, Y DE MERCURIO. C).- TUBERÍAS DE 13, 17.5, Y 22 CON VÁLVULAS SEGÚN DIAGRAMA	1.- CRONOMETRO ELECTRÓNICO. 2.- TERMÓMETRO DE MERCURIO DE 0 A 100°C

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



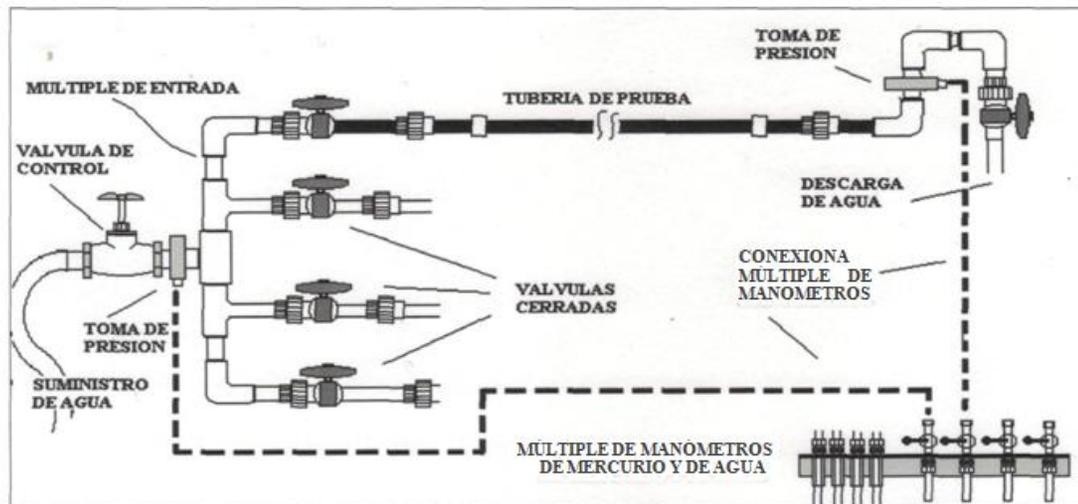
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

### 4. PROCEDIMIENTO

4.1.- Solicitar al instructor de la práctica una probeta graduada de 1000 mililitros, y un cronómetro para la medición de flujos.

4.2.- El equipo a utilizar es el Banco Hidráulico de la Red de Tuberías. Las tuberías a evaluar son la de 13 mm, la de 17.5 mm. y la de 22 mm. Se selecciona la primera tubería de prueba de 13 mm. y se conecta el equipo según se ve en la siguiente figura



4.3.- Se conectan las mangueras del banco de válvulas de medición a las tomas de presión de las válvulas de entrada y de salida del sistema de red. Estas válvulas deberán estar cerradas. Se conectan las mangueras del manómetro de agua al múltiple para trabajar inicialmente a bajos flujos. Nota.- Estas tomas son de plástico y se sujetan a presión a las mangueras, por lo que se deberá conectarse suavemente y tener precaución en su uso.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

Código: GC-N4-017  
Revisión: 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

4.4.- Se comprueba que el sistema de protección a tierra del banco se encuentra activado, operando el interruptor de restablecimiento localizado en la parte lateral del banco hidráulico. Se procede al arranque del equipo de la siguiente manera:

- \*.- Se asegura que las mangueras conectadas a los manómetros diferenciales y al múltiple de manómetros estén debidamente ajustadas.
- \*.- Abrir la válvula de agua de suministro de agua del banco hidráulico.
- \*.- Abrir la válvula de fondo hacia el tanque para permitir recirculación.
- \*.- Colocar el cedazo (negro) de amortiguación de flujo bajo la válvula de descarga de la red. Abrir completamente esta válvula.
- \*.- Conectar la bomba manual de aire al manómetro de agua.
- \*.- Arrancar la bomba del banco.
- \*.- Regular el flujo con la válvula roja de control del equipo,

4.5.- Una vez estabilizado el flujo, se procede a utilizar el manómetro de agua. Se permite el paso de agua hacia el manómetro de la siguiente manera

- \*.- Abrir lentamente las válvulas del banco de válvulas hacia el manómetro de agua.
- \*.- Abrir lentamente la válvula de venteo de manómetro de agua para la eliminación total de burbujas de aire en la línea, hasta entonces, cerrar las válvulas de venteo.
- \*.- Presurizar al manómetro de agua con la bomba de aire hasta obtener un nivel legible

4.6.- Apagar el sistema, desconectar las mangueras, conectar el manómetro de mercurio y registrar lecturas adicionales hasta alcanzar el flujo máximo permisible en las lecturas del manómetro. En este caso las lecturas de flujo se harán cronometrando las diferencias de nivel en el tanque del sistema.

4.7.- Medir la longitud de las tuberías, así como la temperatura ambiente para las determinaciones de densidad y:

- \*.- Abrir la válvula de fondo hacia el tanque para permitir recirculación.
- \*.- Colocar el cedazo (negro) de amortiguación de flujo bajo la válvula de descarga de la red. Abrir completamente esta válvula.

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código: GC-N4-017  
Revisión: 3**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

- \*.- Conectar la bomba manual de aire al manómetro de agua.
- \*.- Arrancar la bomba del banco.
- \*.- Regular el flujo con la válvula roja de control del equipo,
- 4.8.- Para cada tubería diferente, obtener 10 lecturas manométricas y de flujo partiendo de un flujo tan bajo como sea posible (lectura legible en el manómetro de agua). Medir y registrar la diferencia de alturas del manómetro y anotar el flujo volumétrico en la descarga del equipo con ayuda del cronómetro y la probeta graduada, (ver tabla)
- 4.9.- Apagar el sistema, desconectar las mangueras, conectar al manómetro de mercurio y registrar 5 lecturas adicionales hasta alcanzar el flujo máximo permisible en las lecturas el manómetro. En este caso, las lecturas de flujo se harán cronometrando las diferencias de nivel en el tanque del sistema.
- 4.10.- Medir la longitud de las tuberías, así como la temperatura ambiente para las determinaciones de densidad y de viscosidad.

### C) CÁLCULOS Y REPORTE

LONGITUD DE LAS TUBERÍAS:                      m.    TEMPERATURA AMBIENTE:                      °C

5.1.- Presentar los datos tabulados de las lecturas manométricas y del flujo a lo largo de las tres tuberías Tubería de 13 mm.

No. de Lectura	Presión Diferencial (mm de agua o de mercurio)	Volumen recolectado en probeta o en tanque (Its)	Tiempo de recolección del volumen (segs)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

8			
9			
10			

Tubería de 17.5 mm

No. de Lectura	Presión Diferencial (mm de agua o de mercurio)	Volumen recolectado en probeta o en tanque (Its)	Tiempo de recolección del volumen (segs)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tubería de 22 mm

No. de Lectura	Presión Diferencial (mm de agua o de mercurio)	Volumen recolectado en probeta o en tanque (Its)	Tiempo de recolección del volumen (segs)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

## Formatos para prácticas de laboratorio

5.2.- Calcular y presentar los datos del flujo utilizado, así como las tablas de caídas de presión registradas

5.3.- Presentar en forma gráfica los resultados obtenidos, utilizando en el eje (x) los valores del flujo volumétrico en  $m^3/seg$  y en el eje de las ordenadas los valores de la diferencia de presión en  $N/m^2$ .

5.4.- Ajustar la curva obtenida utilizando Excel, mostrar la ecuación, así como su coeficiente de correlación.

### 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A desarrollar por el grupo de experimentación.

### 6. ANEXOS

#### 1- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

El módulo de abastecimiento y medición de agua es el *BANCO DE HIDRÁULICA* como una instalación auxiliar de servicio. Este sistema tiene un tanque *sumidero* de almacenamiento de agua desde el cual una bomba centrífuga de auto arrastre suministra el flujo de agua al sistema bajo estudio. En la parte superior se tiene un tanque volumétrico de medición el cual está escalonado para permitir la medición tanto de flujos altos como de flujos bajos donde el nivel del agua se mide a través de un tubo de visualización graduado para los dos rangos de flujo, para la determinación del flujo, se requiere un cronometrado de la diferencia de nivel al cerrar la válvula de volteo del fondo del tanque

La turbulencia del flujo de la descarga se amortigua por un cedazo del tanque volumétrico y el agua retorna al tanque sumidero a través de una válvula de volteo que se encuentra en la parte inferior del tanque. Esta válvula se cierra temporalmente durante la medición de flujo.

La parte superior del banco tiene una estructura metálica de soporte para la colocación de la *RED DE TUBERÍAS* en forma horizontal, y para el cabezal múltiple de entrada. Para la experimentación se cuenta con cinco longitudes de tuberías en tres diferentes diámetros, y es posible una amplia configuración de tuberías en serie, en paralelo, ramificadas o derivadas las cuales utilizan tuercas unión provistas de "O" rings como elementos de interconexión. Las tuberías y accesorios de tubería no utilizados se insertan en el tablero

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3

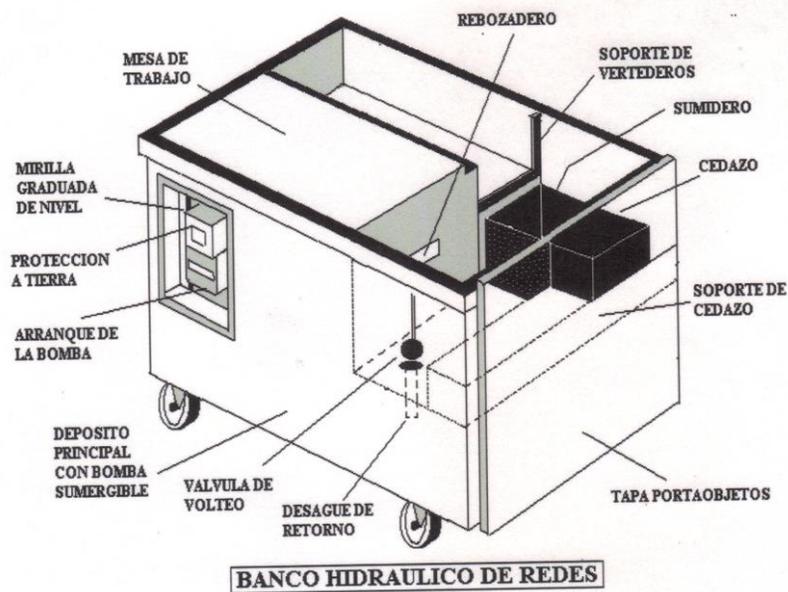


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA (UNIDAD MEXICALI)  
DOCUMENTO DEL SISTEMA DE CALIDAD**

**Formatos para prácticas de laboratorio**

lateral del banco hidráulico.

Las diferencias de presión entre dos puntos del sistema se miden con manómetros en “U” utilizando agua para los rangos inferiores y mercurio para los superiores. La conexión a los manómetros se hace con mangueras flexibles con puntos de rosca sellados por presión en los extremos. El aire atrapado en las mangueras y manómetros se desplaza a través de válvulas de venteo colocadas en los extremos de cada manómetro.



**7. REFERENCIAS**

Código GC-N4-017

Formuló	Revisó	Aprobó	Autorizó
M.I. EDDNA TERESA VALENZUELA MARTINEZ	M.C. ELVIRA AURORA RODRIGUEZ VELARDE	M.C. GABRIELA JACOBO GALICIA	M.C. MIGUEL ANGEL MARTINEZ ROMERO

**Código:** GC-N4-017  
**Revisión:** 3