

GUÍA DE CURSO

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL, CIVIL,
MECÁNICA Y MECATRÓNICA

MECÁNICA DE FLUIDOS

ALFREDO MIGUEL ABUCHAR CURI
ÓSCAR ENRIQUE CORONADO HERNÁNDEZ
FÉLIX EMIRO JULIO RADA

ISBN: 978-958-8862-22-4



Universidad
Tecnológica
de Bolívar

CARTAGENA DE INDIAS



Universidad
Tecnológica
de Bolívar

CARTAGENA DE INDIAS

FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL, CIVIL,
MECÁNICA Y MECATRÓNICA

GUÍA DE CURSO

MECÁNICA DE FLUIDOS

PROFESORES:

ALFREDO MIGUEL ABUCHAR CURI
ÓSCAR ENRIQUE CORONADO HERNÁNDEZ
FÉLIX EMIRO JULIO RADA

RECTOR

Jaime Eduardo Bernal Villegas

SECRETARIA GENERAL

Irina García Cáliz

VICERRECTOR ACADÉMICO

William Arellano Cartagena

VICERRECTORA ADMINISTRATIVA

María del Rosario Gutiérrez de Piñeres Perdomo

DIRECTORA DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN DE LA CALIDAD

Patricia Velázquez Rodríguez

DIRECTOR DE EXTENSIÓN Y PROMOCIÓN INSTITUCIONAL

Juan Carlos Robledo Fernández

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES,
EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN

Jorge Del Río Cortina

DIRECCIÓN DE INTERNACIONALIZACIÓN

Ericka Duncan Ortega

DECANO FACULTAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Jairo Useche Vivero

ISBN: 978-958-8862-22-4

Editorial Universidad Tecnológica de Bolívar

Diagramación

Dirección de Investigaciones, Emprendimiento e Innovación

Campus Casa Lemaitre: Calle del Bouquet

Cra 21 No 25-92 PBX (5) 6606041 -42- 43 Fax: (5) 6604317

Campus Tecnológico:

Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo

PBX (5) 6535331 Fax: (5) 6619240

Cartagena de Indias, D. T. y C., - Colombia

www.unitecnologica.edu.co

Contenido

	Pagina
Normas del Laboratorio de Mecánica de Fluidos	7
I. Medición de la Viscosidad	9
II. Medición de Presión	15
III. Centro de Presión	21
IV. Principios Básicos de Medición de Caudales	27
V. Demostración del Principio de Bernoulli	35
VI. Perdidas por Longitud	43
VII. Perdidas Menores de Presión por Codos	47
VIII. Perdidas Menores de Presión por Válvulas de Compuertas y Válvulas de Globo	51

Normas del Laboratorio de Mecánica de Fluidos

OBJETIVO GENERAL DEL LABORATORIO

Realizar prácticas experimentales de la asignatura de mecánica de fluidos, con el fin de que el estudiante afiance los conocimientos teóricos de la asignatura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL LABORATORIO

Satisfacer las inquietudes que tenga el estudiante sobre la aplicación de los principales temas de la mecánica de fluidos, tales como: medición de la viscosidad, edición y variación de la presión hidrostática, número de Reynolds, pérdidas de fricción en tuberías, entre otros.

Propender por experiencia en los aspectos tales como: manejo de equipos y dispositivos, toma de datos, comportamiento personal en sitios donde se lleve a cabo o se simulen procesos industriales y presentación de conclusiones sobre fenómenos observados.

Fomentar en el estudiante el interés por la investigación.

Aumentar la capacidad de decisión y análisis en el estudiante

METODOLOGÍA RECOMENDADA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS

Subdividir el grupo en subgrupos, conformados por un número de estudiantes no mayor de cinco. El propósito de los subgrupos es evitar el exceso de estudiantes por banco.

Poner en conocimiento a cada subgrupo de la secuencia en que se llevaran a cabo las prácticas.

Definir los porcentajes de los diferentes mecanismos de evaluación. Los porcentajes establecidos serán los siguientes: realización de las prácticas, con valor de 45%; presentación de informes, 45%; y quices de laboratorio, 10%. Estos porcentajes pueden variar de acuerdo al criterio del profesor, pero se deben mantener durante todo el semestre.

Acordar con cada subgrupo, una(s) consulta(s) en fecha anterior a la realización del ensayo, para la aclaración de los objetivos y la revisión de la fundamentación teórica. Esta consulta puede realizar por el sistema SAVIO o visitando la oficina del profesor de laboratorio.

Es recomendable revisar la parte de fundamentación teórica antes de iniciarse la experiencia, esto ayuda a detectar las dudas que puedan existir y aclararlas en el proceso de realización del ensayo.

Es importante que el estudiante sea quien opere todos los equipos y dispositivos que conforman el banco, indicándoles previamente los cuidados necesarios.

Los informes de las prácticas se entregarán 3 días después se realice la práctica de laboratorio.

La asistencia al laboratorio es obligatoria.

Los estudiantes deben ingresar con bata de laboratorio y zapatos adecuados.

No se puede consumir ningún tipo de alimento dentro del laboratorio.

Estudiante que no asista a la práctica no puede presentar informe de la misma.

I. Medición de la Viscosidad

1. INTRODUCCIÓN

La viscosidad es una de las propiedades más importantes de los fluidos y especialmente en el caso del agua.

Considerando lo esencial que es contar con un conocimiento básico sobre la viscosidad, esta experiencia permite la evaluación de la viscosidad por dos métodos diferentes como son: “caída de la esfera” (principio de Stokes) y por “Tambor giratorio” (principio de la ley de viscosidad de newton). Permitiendo la comparación de los datos combinados por estos dos sistemas con los entregados por tablas o en el caso especial de un aceite, será el entregado por el fabricante.

2. OBJETIVOS

A continuación se enuncia el objetivo general y los objetivos específicos del laboratorio, con el propósito de definir el marco teórico-conceptual y el principal propósito de la experiencia.

2.1 Objetivo General

Determinar experimentalmente la viscosidad de un fluido.

2.2 Objetivos Específicos

Interpretar los análisis que se hacen para evaluar la viscosidad por los métodos de: “Caída de la esfera” y “Tambor giratorio”

Evaluar la viscosidad de la miel de abeja y del aceite SAE 10W a temperatura ambiente, por el método de “Caída de la esfera” y por el método “Tambor giratorio.

Comparar y analizar los resultados obtenidos.

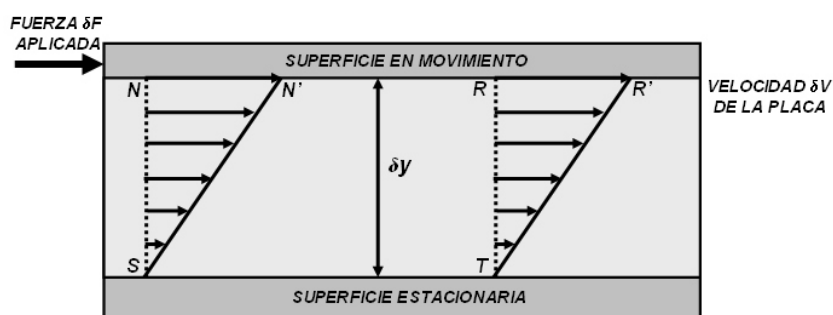
Obtener la curva de temperatura contra viscosidad para el aceite SAE 10W y compárala con la entregada por el fabricante.

3. MARCO TEÓRICO

La viscosidad es la resistencia que ofrecen las moléculas de los fluidos al deslizarse unas sobre otras, es decir la resistencia a fluir.

Cuando un fluido se mueve, se desarrolla en él una tensión de corte, cuya magnitud depende de la viscosidad de fluido. La tensión del corte, denotada con la letra griega τ (tao), puede definirse como la fuerza requerida para que se deslice una capa sobre otra de la misma sustancia.

En la figura 1. Se ilustra la deformación de un elemento de fluido que se encuentra entre dos placas infinitas, de las cuales una de ellas se encuentra quieta, y la otra en movimiento debido a la acción de una fuerza δF .



De este análisis se concluye que:

$$\tau \propto (dV / dy)$$

Considerando a (dV / dy) como la relación de la formación del fluido.

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La siguiente actividad cuestiona al estudiante sobre el contexto teórico del ensayo, con el propósito de inducirlo a que aclare todas las dudas que tenga en esta área del conocimiento antes de llegar al laboratorio.

- 4.1 Clasifica los fluidos según la relación que existe entre el esfuerzo de corte (τ) y la relación de deformación (dV/dy) .
- 4.2 Dibuje un diagrama reológico y explíquelo
- 4.3 ¿Que es la viscosidad cinemática?
- 4.4 Exprese las unidades de la viscosidad absoluta y de la viscosidad relativa, en el sistema

ingles y en el sistema internacional; y otras unidades existentes para cuantificar la viscosidad de un líquido.

4.5 Indique como varia la viscosidad dependiendo de la temperatura de fluido, y exprese el porqué de tal efecto.

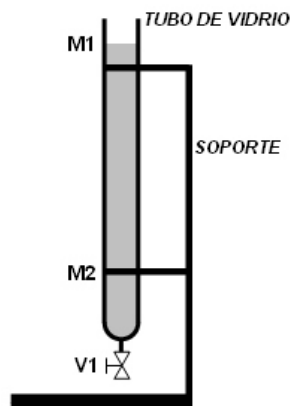
4.6 Explique en que consiste el método “Caída de la esfera” para evaluar la viscosidad de un líquido y exprese la formula para obtener tal resultado.

4.7 Exprese en que consiste el método “tambor giratorio” para la evaluación de la viscosidad de un líquido.

4.8 Busque y lleve al laboratorio la grafica de la variación de la viscosidad respecto a la temperatura, del aceite SAE 10W.

4.9 Defina en que parámetro necesita conocer para evaluar la viscosidad de un líquido por el método de “caída de la esfera” y por el método de “tambor giratorio”.

5. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR



6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones básicas sobre la forma de operar los equipos en los cuales se realizaran los ensayos. Use el esquema del ítem 5 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

6.1 Constate la existencia de la balcuna, el cronometro, cinta métrica, calibrador, termómetro, probeta, imán, muestra de miel de abeja, muestra de aceite SAE 10W y dos balines.

6.2 Cerciórese de que la válvula V1 este cerrada.

6.3 Solicite explicación al auxiliar de laboratorio, de la forma de sacar el balín del tubo de vidrio.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

7.1 Evalúa la densidad de la miel de abeja y del aceite SAE 10W, a condición ambiente.

7.2 Evalúa la viscosidad del aceite SAE 10 W a condiciones ambiente por el método de “caída de la esfera”. Haga la evaluación utilizando ambas esferas, explica el procedimiento y manifieste su apreciación respecto a los datos obtenidos.

7.3 Evalúa la viscosidad del aceite SAE 10W y del aceite de abejas a condiciones ambiente por el método de “tambor giratorio”. Haga la evaluación para los valores de RPM, explique el procedimiento y manifieste su apreciación respecto a los datos obtenidos.

7.4 Compare los resultados obtenidos en el ítem 6.1 con los obtenidos en el ítem 6.2 y exprese su concepto al respecto.

7.5 Compare los resultados obtenidos en los ítems 6.1 y 6.2 referidos al aceite SAE 10W, con el reportado por la tabla (Aparte 3.8) y exprese su concepto.

7.6 Haga una grafica de viscosidad contra temperatura para el aceite SAE 10W, utilizando el sistema “tambor giratorio”. Compare los resultados con los de la tabla (aparte 3.8) y exprese su concepto.

7.7 Si usted considera que los métodos utilizados para medir viscosidad incluyen errores, indique el error o los errores organizándolos de acuerdo al método, expresando el porqué del error y como se podría disminuir o evitar.

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado, teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Expresa aquí las observaciones y recomendaciones respectivas, referentes al proceso que abarca la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. McDonald Alan T. McGraw Hill
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill

II. Medición de Presión

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia se relaciona con el comportamiento de la presión en un fluido estático. Los que nos dará lugar al análisis y comprobación de la ecuación fundamental de la hidrostática.

Este estudio, en ausencia de esfuerzos cortantes, permite aclarar, comprender y reconocer la importancia de la transmisión de esfuerzos normales en un fluido estático, mediante la comparación que se puede hacer entre los valores de presión evaluados y los obtenidos directamente por dispositivos de medición.

Para tal efecto el laboratorio cuenta con un sistema en el cual se puede presurizar el agua, para luego controlar la presión en punto determinado, utilizando diferentes métodos de medición. La disposición física del equipo permite que la persona que desarrolla la experiencia cuente con un ambiente apropiado para que se cuestione sobre la deducción y aplicación de la ley fundamental de la hidrostática.

2. OBJETIVOS

A continuación se enuncia el objetivo general y los objetivos específicos del laboratorio, con propósito de definir el marco teórico-conceptual y el principal propósito de la experiencia.

2.1 Objetivo General

Aplicar la ley fundamental de la hidrostática, para de esta manera conocer su utilidad.

2.2 Objetivos Específicos

Medir presión mediante la utilización de manómetros tipo Bourdon y tipo U.

Evaluar la presión en un punto determinado, partiendo de posiciones de referencia diferentes y utilizando diferentes métodos de medición.

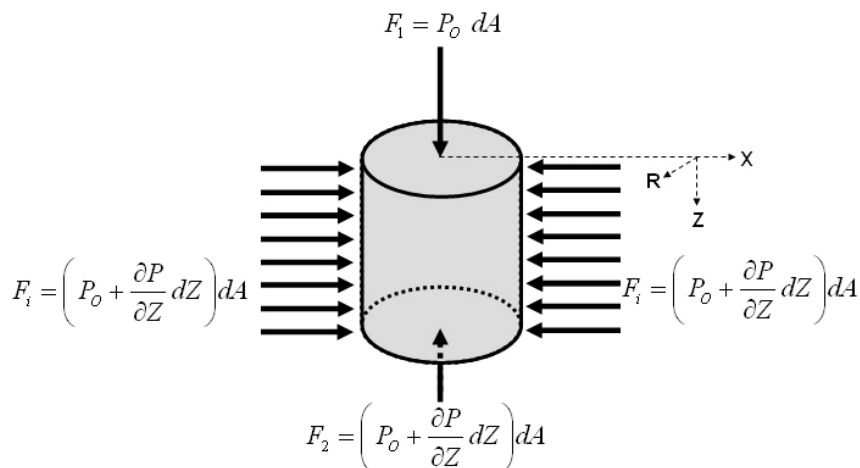
Comparar las mediciones realizadas analizar y expresar sus diferencias.

Verificar la influencia del peso específico de los gases en la medición de presión.

Conocer los métodos de calibración para manómetros tipo Bourdon.

3. MARCO TEÓRICO

La figura a continuación muestra las fuerzas que actúan sobre un diferencial de fluido en reposo. Se observa que existen fuerzas superficiales que representan la presión d fluido en esos puntos o zonas y la fuerza debida a la masa diferencial; que corresponde al peso del mismo.



El estado de equilibrio estático del diferencial, nos lleva a concluir que las fuerzas debidas a la presión o el efecto de los esfuerzos normales, solo varían, en dirección Z. Con esto se puede concluir que la presión en un fluido es igual para todos los puntos que estén en igual coordenada Z.

Realizando sumatoria de fuerzas en dirección Z, obtenemos la ecuación fundamental de la hidrostática.

$$P = P_0 + \gamma (Z - Z_0)$$

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La siguiente actividad cuestiona al estudiante sobre el contexto teórico del ensayo, con el propósito de inducirlo a que aclare todas las dudas que tenga en esta área de conocimiento antes de llegar al laboratorio.

4.1 Realice y explique el procedimiento matemático para obtener la ecuación fundamental de la hidrostática, a partir de la figura mostrada en la sección MARCO TEÓRICO.

4.2 Haga una figura donde se pueda observar de manera clara y comprensible los dos niveles de referencia utilizados para medir presión. Indique cual es la referencia para medir

presión absoluta y cual para medir presión manométrica.

4.3 Conteste las siguientes preguntas y explique sus respuestas:

4.3.1 ¿La presión absoluta puede ser negativa?

4.3.2 ¿La presión manométrica siempre es positiva?

4.3.3 ¿En que consiste el vacío físico?

4.4 Presente la forma abreviada de la ecuación fundamental de la hidrostática, cuando se aplica a los gases. Explique el concepto que permite esta abreviación, y ¿Por qué no se puede aplicar a los líquidos?

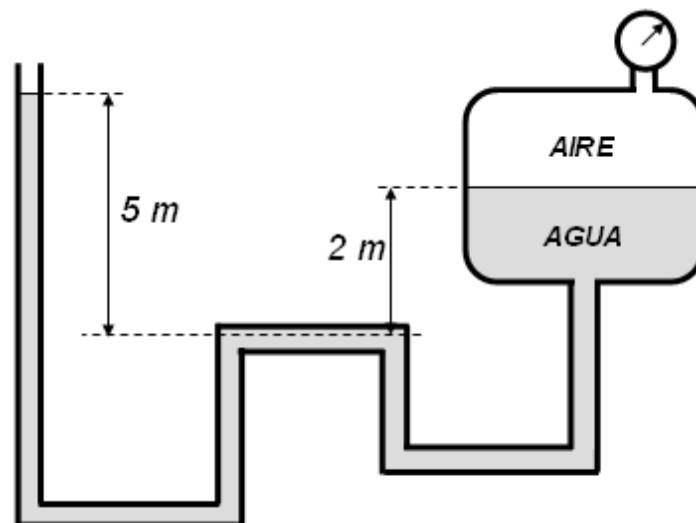
4.5Cuál es la razón principal por la cual se utiliza como liquido medidor de presión el mercurio y no otro liquido.

4.6Cuál es el valor en términos de longitud que existe entre las columnas de dos barómetros ubicados a nivel del mar, uno que utiliza como liquido medidor agua a 27° C y el otro emplea mercurio a la misma temperatura. Escriba sus procedimientos de cálculo.

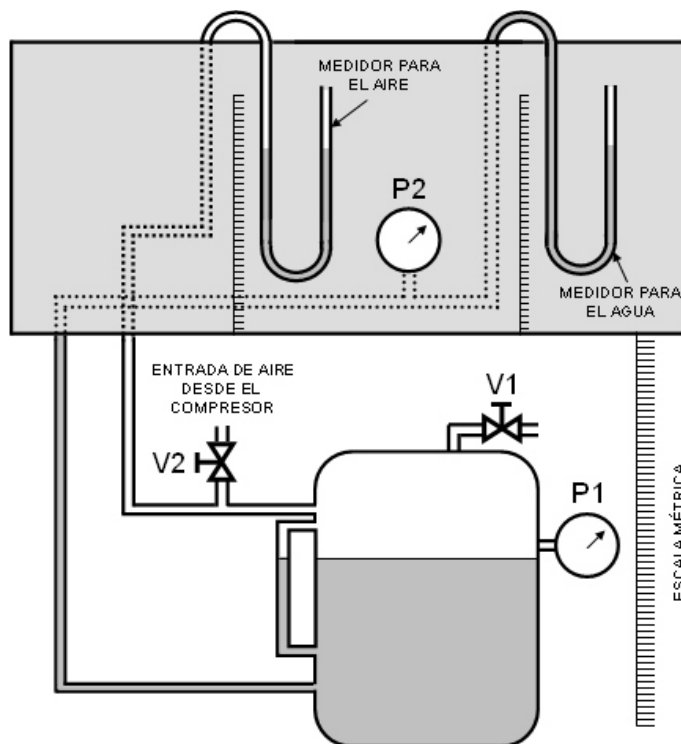
4.7 Escribe 5 dispositivos diferentes para medir presión y explique brevemente su funcionamiento.

4.8 Indique y explique los métodos que conozca sobre calibración de manómetro.

4.9 ¿Qué presión marca el manómetro de Bourdon en psi?



5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR



6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones sobre la forma de operar el equipo en el cual se realiza el ensayo. Use el esquema del ítem 5 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

- 6.1 Si el tanque del compresor está descargado por debajo de 30 psi, arranque el compresor y permita que el tanque se cargue hasta la presión señalada.
- 6.2 Cierre las válvulas V1 y V2.
- 6.3 Cerciórese que la válvula de salida de aire del tanque del compresor se encuentre cerrada.
- 6.4 Conecte la manguera del compresor en el punto “entrada de aire desde el compresor” del sistema.
- 6.5 Abra la válvula V2.

6.6 Abra cuidadosamente la válvula de salida de aire del tanque del compresor, observando el desplazamiento de los meniscos de mercurio en los tubos en U, hasta que el menisco superior del tubo en U perteneciente al lado del agua alcance la marquilla M1. Es importante que tenga cuidado al realizar este paso, la entrada brusca de aire en el tanque del sistema ocasiona un aumento súbito presión que puede sacar el mercurio de los tubos en U.

6.7 Cierre la válvula V2.

6.8 Si el menisco señalado en el paso 5.6 supero la marquilla M1, abra la válvula V1 o V2 hasta ubicarlo en la posición deseada.

6.9 Desconecte la manguera del compresor del punto de toma del sistema y retire el compresor del área de trabajo.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

7.1 Calcule la presión manométrica del agua en la marquilla M2, utilizando el tubo en U lado del agua, tubo en U lado del aire y el manómetro de Bourdon P2. Explique su procedimiento.

7.2 Compare los resultados obtenidos anteriormente y de su concepto teniendo en cuenta que las mediciones de presión se realizaron en un mismo punto.

7.3 Calcule o evalúe según el caso, la presión absoluta del aire confinado en el tanque utilizando el tubo en U lado del aire y el manómetro de Bourdon P2. Explique su procedimiento.

7.4 Compare las mediciones realizadas en el ítem anterior y exprese su concepto al respecto.

7.5 Si usted considera que los métodos utilizados para medir presión incluyen errores, indique el error o los errores organizándolos de acuerdo al método, expresando el porqué del error y cómo se podría disminuir o evitar.

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este aspecto sus apreciaciones respecto al ensayo realizado, teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Expresa aquí las observaciones y recomendaciones respectivas, referentes al proceso que abarca la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. McDonald Alan T. McGraw Hill
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill.

III. Centro de Presión

1. INTRODUCCIÓN

Conocer como varia la presión en un fluido estático, permite aparte de hacer mediciones de presión, evaluar la fuerza ejercida por un fluido sobre superficies sumergidas; más exactamente superficies sumergidas en medios líquidos, tomando en consideración que el peso específico de los gases por ser muy pequeño comparado con el de los líquidos, lleva a despreciar la influencia del cambio de altura en la presión de un gas.

Este es el tema de la mecánica de fluido que se analiza en este ensayo. Considerándolo muy importante en la formación del ingeniero mecánico debido a la amplia utilidad del tema en mención a nivel industrial y en eventos prácticos. Dentro de la gama de utilidades se pueden citar el diseño de compuertas, de fuselajes de transportes acuáticos y subacuáticos y de tanques de almacenamiento de líquidos, entre otros.

La experiencia está dirigida hacia la comprobación de las ecuaciones que se utilizan para evaluar la fuerza que ejerce un líquido; siendo más preciso el agua; sobre una superficie plana sumergida. Para tal efecto el banco de prueba, tiene un montaje adecuado que permite sumergir a diferentes niveles del agua una superficie plana y a la vez por un sistema de contrapesos, poder comparar los datos obtenidos por las ecuaciones con los logrados prácticamente.

2. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos generales y específicos, con el fin de definir el marco teórico de la experiencia y el principal propósito de la misma

2.1 Objetivos Generales

interpretar y aplicar las ecuaciones utilizadas para la evaluación de la fuerza que ejerce un líquido, sobre una superficie plana sumergida.

Comprobar la consistencia de estas ecuaciones.

Comprender el fenómeno.

2.2 Objetivos Específicos

Evaluar la fuerza que aplica el agua a la superficie plana sumergida, para varios niveles del agua, según el marco teórico y organizándolos en forma de tabla.

Valorar los centros de presión para los niveles de agua seleccionados, teniendo en cuenta el marco teórico y organizándolos en forma de tabla.

Compara directamente los datos de las fuerzas evaluadas para los niveles seleccionados, con dos valores medidos prácticamente, presentando las respectivas conclusiones.

Expresar las conclusiones y observaciones sobre la experiencia, en el espacio asignado en la guía para tal efecto, teniendo en cuenta todo el proceso relacionado con la realización del ensayo.

3. MARCO TEÓRICO

El análisis siguiente plantea el método de evaluar la fuerza resultante sobre una superficie plana sumergida y el punto de aplicación de esta fuerza o centro de presión, como se le conoce.

Como no hay esfuerzo de corte en un fluido estático, todas las fuerzas debidas a la presión actúan perpendicular a la superficie. Por lo tanto la fuerza resultante será entonces perpendicular a la superficie y se obtiene integrando el efecto de las fuerzas infinitesimales sobre toda el área

$$FR = \int PdA$$

Del análisis de hidrostática tenemos que la presión en un fluido varia en la siguiente manera:

$$P = P_0 + \gamma h$$

Por lo tanto:

$$FR = \int (P_0 + \gamma h)dA$$

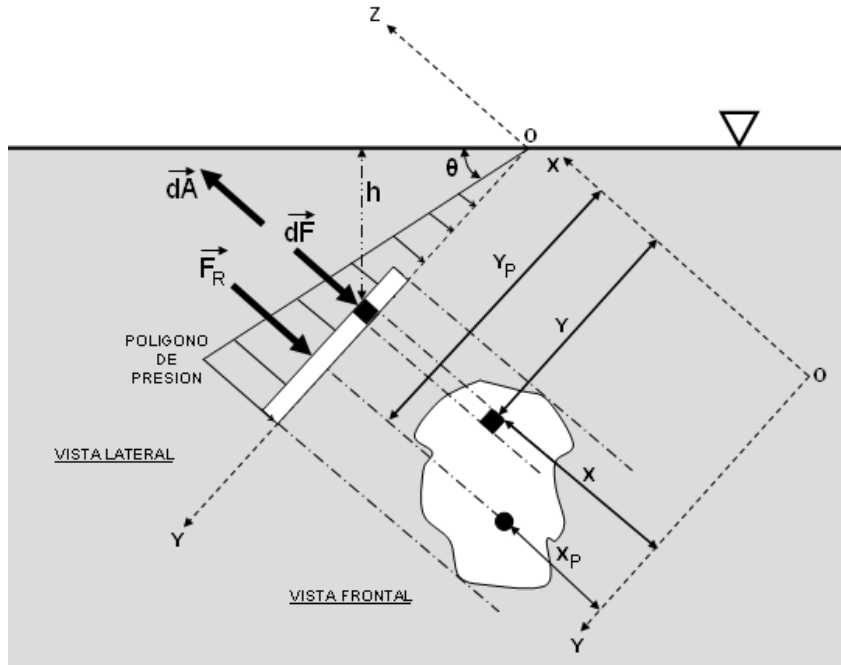
Según la figura 1. h se expresa en término de “y” de la siguiente forma:

$$h = y \text{ sen}\theta$$

De este análisis se deduce el valor de la fuerza resultante como:

$$FR = PC A$$

Donde P_C es la presión en el centroide del área y A es el área superficial expuesta al fluido.



El análisis para determinar las coordenadas del = Y centro de presión, se basa en que el esfuerzo de la fuerza resultante respecto a cualquier eje, es igual al momento de las fuerzas infinitesimales respecto al mismo eje. Por lo tanto

$$Y_P * F_R = \int Y * P * dA$$

$$X_P * F_R = \int X * P * dA$$

Resolviendo la integral y aplicando el teorema de los ejes paralelos tenemos:

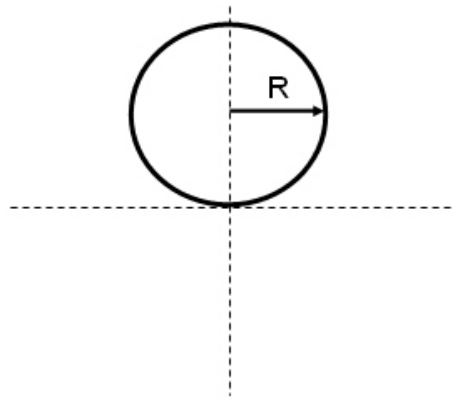
$$Y_P = Y_C + \frac{I_{xx}}{A * Y_C} \quad X_P = X_C + \frac{I_{yy}}{A * X_C}$$

Donde X_C y Y_C son las coordenadas del centroide del área e I_{xx} e I_{yy} son los segundos momentos del área respecto a los ejes centroidales.

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

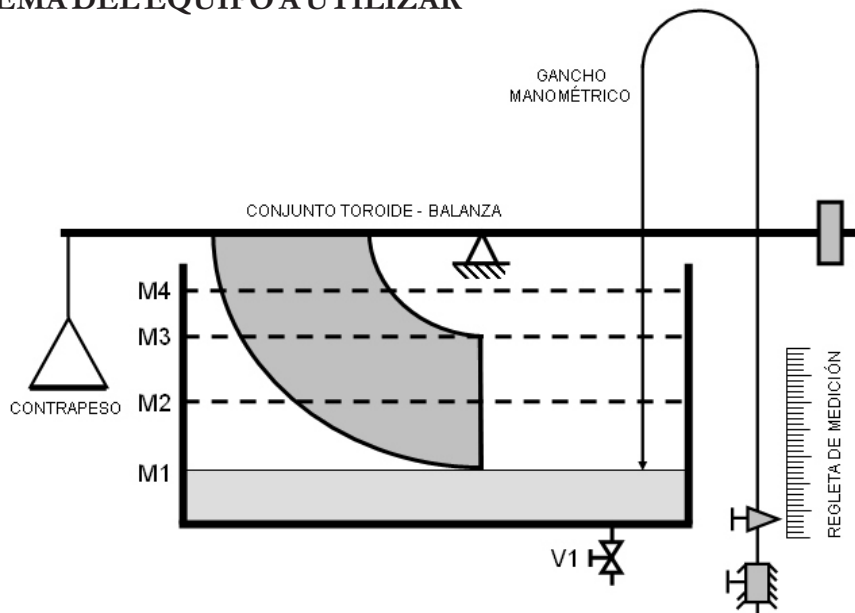
A continuación se plantean unas series de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

- 4.1 ¿Cuanto es el valor del segundo momento de área con respecto al eje centroidal X y cuánto es el valor del correspondiente al eje Y para una superficie rectangular?
- 4.2 Presente el análisis para evaluar la fuerza resultante sobre una superficie curva sumergida, al igual que la localización del punto de aplicación de dicha fuerza.
- 4.3 Presente un ejemplo práctico donde se evalúe la fuerza resultante y el punto de aplicación sobre una superficie plana sumergida, al igual que un ejemplo referido a una superficie curva.
- 4.4 Expresa la ecuación de la siguiente circunferencia.



- 4.5 ¿Qué es la fuerza de flotación o empuje? Y de un ejemplo práctico

5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR



6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones sobre la forma de operar el equipo en el cual se realiza el ensayo. Use el esquema del ítem 5 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

- 6.1 Nivele el sistema Balanza - Toroide.
- 6.2 Asegúrese que la válvula V1 este cerrada.
- 6.3 Llene el recipiente hasta la marquilla M1, y tome el valor de la profundidad del agua.
- 6.4 Utilice la válvula V1 para precisar el nivel libre de agua en las marquillas, si es necesario.
- 6.5 Llene el recipiente hasta la marquilla M2 y reporte el valor de la profundidad del agua.
- 6.6 Llene el recipiente hasta la marquilla M3 y reporte el valor de la profundidad del agua.
- 6.7 Llene el recipiente hasta la marquilla M4 y reporte el valor de la profundidad del agua.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

- 7.1 Haga un D.C.L para el conjunto toroide-balanza donde incluya la(s) fuerza(s) debida al agua y al contrapeso solamente; para el nivel del agua en la marquilla M2
- 7.2 Encuentre los valores y el punto de aplicación de las fuerzas indicadas en el punto anterior.
- 7.3 Efectúe la sumatoria de momento respecto al pivote del sistema toroide-balanza y concluya sobre los resultados.
- 7.4 Efectúe los tres primeros puntos para el agua en la marquilla M3.
- 7.5 Elabore los tres primeros puntos para el agua.

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Expresa aquí las observaciones y recomendaciones respectivas referentes al proceso que enmarcó la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. McDonald Alan T. McGraw Hill.
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill.

IV. Principios Básicos de Medición de Caudales

1. INTRODUCCIÓN

Esta práctica fue tomada de la guía de GUNT HM 150.12 del tema de Principios Básicos para la medición de caudales, la cual emplea diferentes flujómetros para determinar el caudal y se encuentra orientada para que el estudiante comprenda la medición de caudales empleando éstos métodos.

2. OBJETIVOS

General:

Comprender el funcionamiento de flujómetros para realizar medición de caudal.

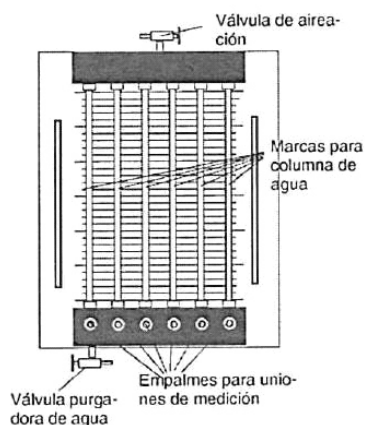
Específicos:

- Comparar las caudales determinados por diferentes flujómetros
- Inspeccionar las relaciones entre flujo y presión de la medición del caudal
- Conocer los principios básicos para calibrar flujómetros.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MEDICIÓN DE LA PRESIÓN

3.1.1 Manómetro de multitubos séxtuple



El Manómetro multitubos séxtuple posee 6 cilindros de cristal con una escala de mm para la medición de la columna de agua (CA). Aquí se usa a menudo la unidad mmCA. (10mmCA = 1mbar).

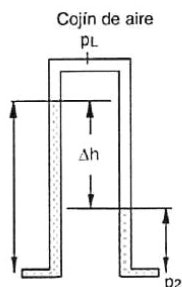
Rango de medición 300mmCA

Todos los tubos están unidos entre sí en el extremo superior y aireado por una válvula común de aireación.

La medición de presión diferencial tiene lugar con válvula cerrada de aireación, la medición de la presión absoluta con válvula abierta de aireación.

3.1.2 Medición de la presión diferencial

La válvula de aireación está cerrada. Encima de las dos columnas de agua representadas se encuentra un cojín de aire con la presión p_L . De ello resultan las ecuaciones siguientes:



$$p_1 = p_L + h_1 \rho g$$

$$p_2 = p_L + h_2 \rho g$$

La presión diferencial buscada es:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_L + h_1 \rho g - p_L - h_2 \rho g$$

La presión p_L cae y resulta

$$\Delta p = \Delta h \rho g \text{ con } \Delta h = h_1 - h_2$$

Una compensación del punto cero se logra ajustando la presión del aire p_L . Para garantizar el margen de medición mayor posible, la posición cero del manómetro debe encontrarse en el centro de la escala.

$$\frac{h_{max}}{2}$$

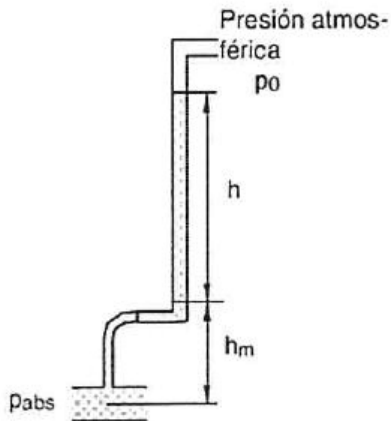
$$\frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{h_{max}}{2} = \frac{p_1 - p_L + p_2 - p_L}{2 \rho g}$$

Esto da una ecuación para la presión del cojín de aire p_L .

$$p_L = \frac{p_1 + p_2 - h_{max} \rho g}{2}$$

La presión del cojín de aire se regula con la válvula de aireación.

3.1.3 Medición de presión absoluta



Para mediciones de presión absoluta, es decir mediciones en las que la presión no se indica relativamente a la presión atmosférica p_0 , tiene que abrirse la válvula de aireación. La presión del cojín de aire p_L es igual a la presión atmosférica p_0 .

En este caso debe tenerse en consideración la altura del tubito h_m entre el punto de medición y la posición cero del manómetro.

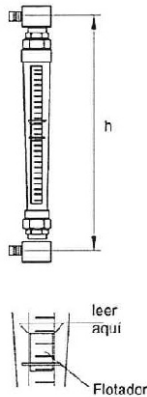
$$p_{abs} = p_0 + (h + h_m)\rho g$$

Para preparar y realizar una medición de la presión en el banco HM 150.12 se deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- Empalmar las mangueras de unión
- Todas las válvulas se abren y lavan el manómetro multitubos séxtuple hasta que no son visibles más burbujas (aprox. 1 min)
- Cerrar el grifo de bola (volumen de salida)
- Abrir la válvula purgadora de agua y airear el manómetro séxtuple
- Parar la entrada de agua
- Quitar las mangueras de unión al manómetro multitubos
- Cerrar de nuevo las dos válvulas.
- Abrir con cuidado el grifo de bola
- Empalmar de nuevo las mangueras de unión
- Abrir con cuidado la entrada de agua
- Ajustar las alturas de la columna de agua en los tubos con ayuda del grifo de bola, hasta que el agua se vea en los tubos
- Ajustar el caudal y la altura de la columna de agua a través de la entrada o salida de agua.

3.2 MEDICIÓN DE CAUDAL

3.2.1 Flujómetro Flotante

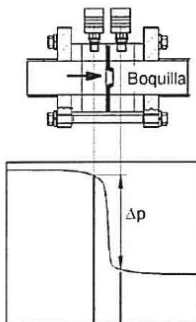


El flujómetro flotante usado en el banco HM 150.12 posee las siguientes características:

- Carcasa de plástico transparente
- Flotador extraíble, acero fino
- Escala de porcentaje extraíble, referida al caudal máx.
- Caudal máx. 1600l/h

El caudal se lee en el canto superior del flotador. Burbujas u otras suciedades provocan imprecisiones en la medición. Para evitarlo, al comienzo de una medición lavar la instalación abriendo completamente todas las válvulas.

3.2.2 Diafragma y Boquilla



La carcasa del Diagrama/Boquilla es de plexiglás para permitir una observación de la función. El caudal provoca una pérdida de presión entre la entrada y salida, que puede ser leído con los empalmes de medición. La pérdida de presión Δp es una determinar el caudal:

$$Q = \alpha \epsilon A_d \frac{\sqrt{2 \Delta p}}{\rho} = k \sqrt{\Delta p}$$

Con $k=231 \frac{l}{h \sqrt{mbar}}$ para boquilla (Aplica para Banco HM 150.12)

Con $k=293 \frac{l}{h \sqrt{mbar}}$ para diafragma (Aplica para Banco HM 150.12)

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se plantean unas series de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

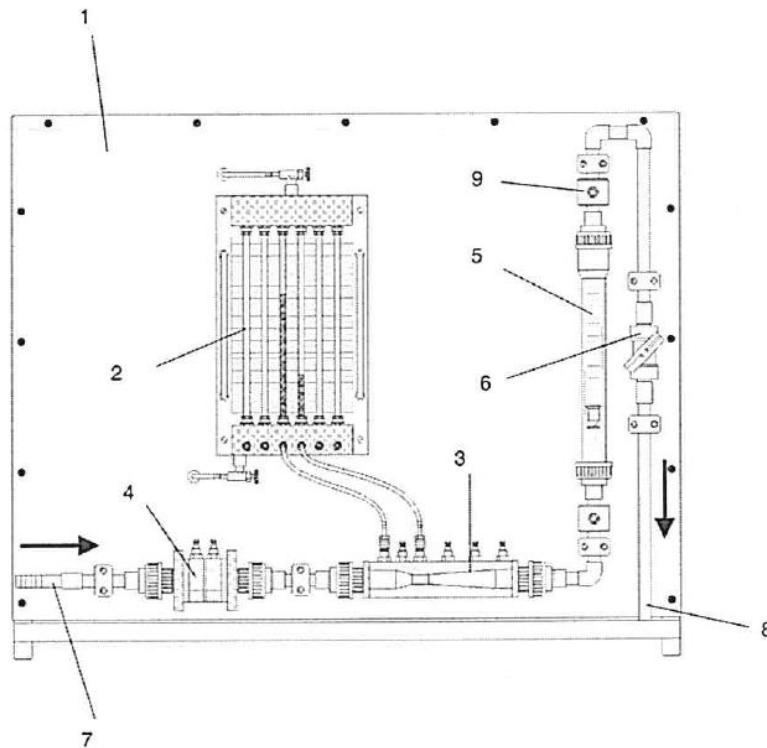
4.1 Mencione la aplicabilidad de los principios de medición de flujo.

4.2 Explique que es un medidor tipo venturímetro y un medidor tipo diafragma/boquilla

4.3 Cómo se calibran los equipos de medición de flujo ?.

5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR

En la siguiente Figura se ilustra el esquema a utilizar.



- El equipo contiene un flujómetro Venturi (3), un diafragma (4) para la medición del caudal de paso y un flujómetro flotador (5)

- El caudal puede regularse con el grifo de bola (6)
- Las medidas de presión de los medidores pueden leerse mediante empalmes con acoplamientos rápidos.
- Los empalmes se unen con un manómetro multitubos séxtuple (2); este posee una válvula de aireación.
- El caudal puede medirse con el Banco de Básico para Hidrodinámica HM 150 (medición del caudal de paso volumétrica).
- El medidor Venturi y de diafragma se fabricado de plexiglás para una mejor observación de los procesos de corriente.
- Todos los componentes del banco experimental están ordenados esquemáticamente en una placa de base con bastidor (1).
- El equipo ha de usarse junto con el Banco Básico para Hidrodinámicas HM 150 para que estén garantizados el abastecimiento de agua y la medición volumétrica de la corriente de volumen.

Datos técnicos del equipo:

Manómetro multitubos múltiple para agua		
séxtuple:	300	mmH ₂ O
Venturímetro:		
NominalØ:	28.4	mm
min. Ø:	14.0	mm
Diafragma y boquilla:		
NominalØ:	28.4	mm
BoquillaØ:	18.5	mm
Diafragma-Ø:	14.0	mm
Flujómetro flotante:		
	1600	Ltr/h
Medidas principales		
(L x An x Al):	1100 x 640 x 870	mm
Peso:	40	kg

6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones para realizar el ensayo.

6.1 Ajustar el caudal y la altura de la columna de agua a través de la entrada o salida de agua, tal como se mencionó en el numeral 3.1.

6.2 Configure los medidores tipo venturímetro y tipo boquilla/diafragma.

6.3 Mida la caída de presión para cada dispositivo

6.4 Mida el caudal con el flujómetro flotante

6.5 Varíe el caudal y repita el procedimiento al menos 4 veces.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

7.1 Calcule los caudales del medidor tipo venturímetro con base en la diferencia de presión Δp .

7.2 Calcule los caudales del medidor tipo boquilla/diafragma con base en la diferencia de presión Δp .

7.3 Construya una gráfica de Δp vs. Q para el medidor tipo venturímetro. Indique la ecuación resultante y su coeficiente de correlación.

7.4 Construya una gráfica de Δp vs. Q para el medidor tipo boquilla/diafragma. Indique la ecuación resultante y su coeficiente de correlación.

7.5 Compare mediante una gráfica los caudales determinados con el flujómetro flotante y los determinados con el medidor tipo venturímetro. Mencione la discrepancia que existe. Qué tipo de ecuación obtiene y cuál es su coeficiente de correlación.

7.6 Compare mediante una gráfica los caudales determinados con el flujómetro flotante y los determinados con el medidor tipo boquilla/diafragma. Mencione la discrepancia que existe. Qué tipo de ecuación obtiene y cuál es su coeficiente de correlación.

7.7Cuál de los dos medidores (venturímetro o boquilla/diafragma) presente mayor certidumbre con respecto a los caudales determinados con el medidor tipo flujómetro flotante.

8. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Guía de laboratorio. GUNT HM 150.12. Principios básicos de medición de caudales.

V. Demostración del Principio de Bernoulli

1. INTRODUCCIÓN

Esta práctica fue tomada de la guía de GUNT HM 150.07 del tema de Demostración del Principio de Bernoulli, en la cual se analiza la presión estática y dinámica a lo largo de un tubo venturi para que de esta manera el estudiante comprenda la variación de la línea de energía.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Comprender el principio de Bernoulli en un tubo Venturi con seis puntos de medición de presión.

2.2. Objetivos Específicos

- Estudiar y verificar del principio de Bernoulli
- Analizar de presiones estáticas y distribución de la presión total a lo largo del tubo de Venturi.
- Determinar el factor de tasa de flujo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 EVALUACIÓN DEL EXPERIMENTO

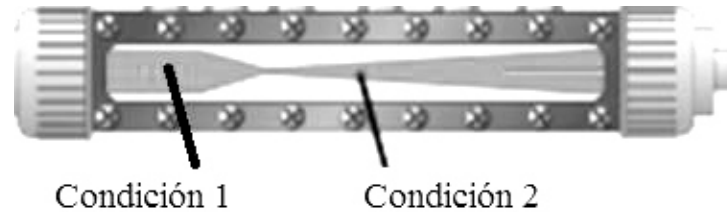
3.1.1 Ecuación de energía

La ecuación de Bernoulli para una cabeza constante h se expresa como:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + \frac{v_2^2}{\rho} = \text{const} \dots \dots (\text{Eq. 1})$$

En la Figura 1 se presenta las condiciones en 1 y 2 para el tubo Venturi.

Figura 1 - Tubo Venturi



Fuente: GUNT

Asumiendo las pérdidas de fricción y convirtiendo las presión p_1 y p_2 dentro de las cabezas de de presión estática h_1 y h_2 , se tiene que:

$$\frac{v_1^2}{2} + h_1 = \frac{v_2^2}{2} + h_2 + h_v \dots \dots Eq. (2)$$

Donde:

p_1 : presión en la sección A_1 .

h_1 : Cabeza de presión en la sección A_1 .

v_1 : Velocidad del flujo en la sección A_1 .

p_2 : presión en la sección A_2 .

h_2 : Cabeza de presión en la sección A_2 .

v_2 : Velocidad del flujo en la sección A_2 .

h_v : Cabeza de pérdida de presión

3.1.2 Ecuación de conservación de masa

Teniendo en cuenta que el caudal que fluye por las dos secciones es igual, se tiene que:

$$Q_1 = Q_2 \dots \dots Eq. (3)$$

Entonces,

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \dots \dots Eq. (4)$$

3.2 PERFIL DE VELOCIDAD EN EL TUBO VENTURI

3.2.1 Características del Tubo Venturi HM 150.07

El tubo Venturi utilizada en el experimento tiene seis puntos de medición. El Cuadro 1 presenta las áreas en el tubo Venturi y valores de referencia de velocidad del tubo Venturi instalado en el banco de prueba.

Cuadro 1 - Dimensiones y velocidades de referencia del tubo Venturi del banco HM 150.07

Punto	Área sección (mm ²)	Velocidad de referencia (adimensional)
1	338.6	1.00
2	233.5	1.45
3	84.6	4.00
4	170.2	2.00
5	255.2	1.33
6	338.6	1.00

3.2.2 Determinación de perfil de velocidad medida y calculada

3.2.2.1 Velocidad teórica

Los valores velocidad de referencia son determinados teniendo en cuenta la geometría del tubo Venturi. Para determinar los valores adimensionales de velocidad, se utilizó la siguiente expresión:

$$\bar{v}_j = \frac{A_1}{A_j} \dots \dots Eq. (5)$$

Multiplicando los valores de velocidad de referencia con un valor inicial, se puede calcular los valores de velocidad teóricos en los seis puntos del tubo Venturi. Para calcular el valor inicial, se puede utilizar la siguiente relación:

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} \dots \dots Eq. (6)$$

3.2.2.2 Velocidad medida

Para determinar los valores de velocidad medidos se puede utilizar la siguiente ecuación:

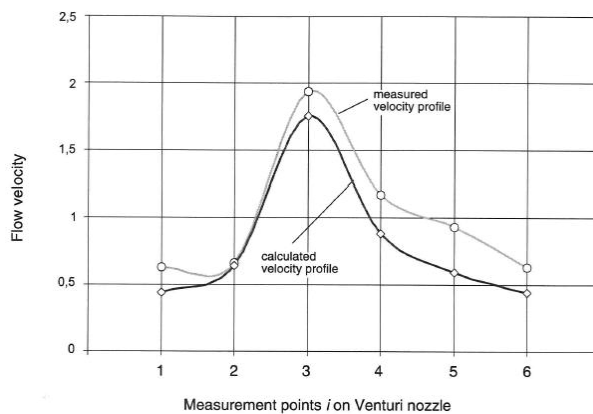
$$v_{medida} = \sqrt{2gh_{din}} \dots \dots Eq. (7)$$

Donde:

h_{din} : Altura dinámica, en m.

En la Figura 2 se presenta un ejemplo para un caudal dado en el banco de HM 150.07 de los perfiles de velocidad medidos y calculados en los seis puntos del tubo Venturi.

Figura 2 - Velocidad de flujo en el tubo Venturi

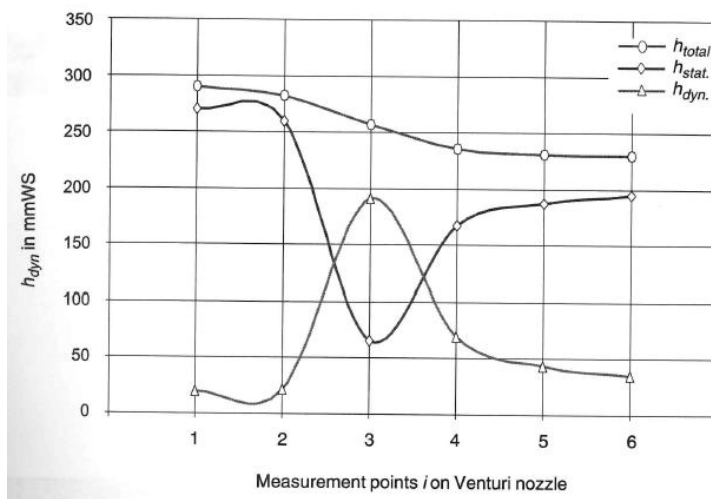


Fuente: GUNT

3.3 DISTRIBUCIÓN DE PRESIÓN EN EL TUBO VENTURI

Los cambios de presión en el tubo Venturi pueden ser representados, tal como se presenta en la Figura 4.

Figura 4 - Distribución de presión en el tubo Venturi



Para determinar la altura dinámica se puede emplear la siguiente relación:

$$h_{din} = h_{total} - h_{est} \dots \dots Eq. (8)$$

Donde:

- h_{total} Es la altura total de energía medida con el tubo de Pitot.
- h_{est} Es la altura estática de energía medida con los manómetros que están ubicados encima de cada uno de los seis puntos del tubo Venturi.

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

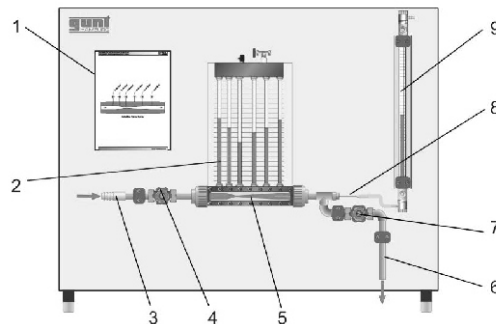
A continuación se plantean unas series de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

- 4.1 Mencione la aplicabilidad del principio de Bernoulli?
- 4.2Cuál es la ecuación de Bernoulli y que expresa cada una de las variables que intervienen en su determinación?
- 4.3 Qué es un tubo Venturi?
- 4.4 Para que se utiliza el Tubo de Pitot. Cuáles son sus aplicaciones?.

5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR

El equipo ha de usarse junto con el Banco Básico para Hidrodinámicas HM 150 para que estén garantizados el abastecimiento de agua y la medición volumétrica de la corriente de volumen. En la siguiente Figura se ilustra el esquema de la práctica de referencia.

Figura 5 - Configuración general para la práctica HM 150.07



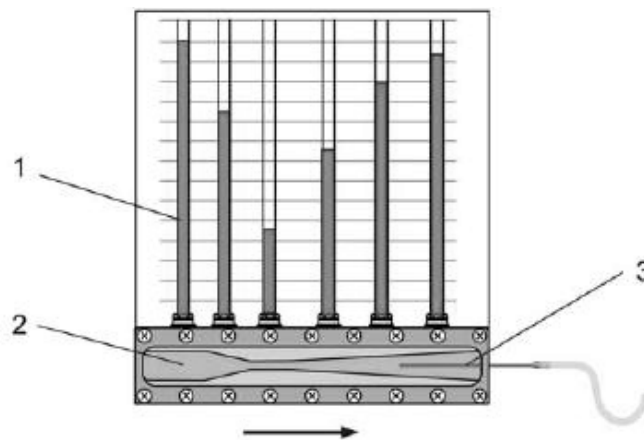
Fuente: GUNT

A continuación se detallan cada uno de los puntos mostrados en la Figura 5:

1. Esquema,
2. Tubos manométricos (presiones estáticas),
3. Alimentación de agua,
4. Válvula para alimentación de agua,
5. Tubo de Venturi,
6. Desagüe de agua,
7. Válvula para desagüe de agua,
8. Tubo de Pitot,
9. Tubo manométrico (presión total)

Las mediciones de las presiones estáticas y totales se realiza tal como se presenta en la Figura 6.

Figura 6 - Medición de presión estática y total de la práctica HM 150.07



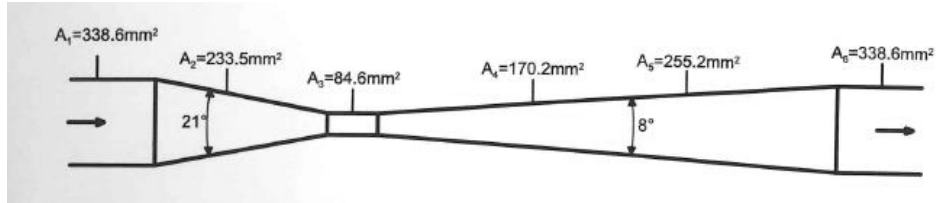
Fuente: GUNT

A continuación se detallan los puntos que se presentan en la Figura 6:

1. Tubos de manómetros, que muestran la presión estática
- 2 Tubo Venturi con puntos de medición
3. Tubo de Pitot para medición de la presión total, movable axialmente.

Finalmente, en la Figura 7 se presentan las áreas de las secciones transversales del tubo Venturi.

Figura 7 Áreas del tubo Venturi del banco HM 150.07



Fuente: Gunt

6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones para realizar el ensayo.

- 6.1 Realice la conexión entre HM 150 y HM 150.07
- 6.2 Abra la descarga de HM 150
- 6.3 Abra las válvulas de entrada y salida
- 6.4 Encienda la bomba
- 6.5 Abra las válvulas de ventilación de los manómetros (presión total y estáticas)
- 6.6 Opere simultáneamente las válvulas de entrada y salida, hasta encontrar valores medidos de presiones en los manómetros. Es importante que éstos valores estén por encima del mínimo del tablero y que no sobrepasen el valor límite.
- 6.7 En los tubos manométricos anote las presiones estáticas en los seis puntos del tubo Venturi. Lea los valores cuando los niveles en los manómetros se hayan estabilizados.
- 6.8 Mueva la aguja del tubo de Pitot en cada uno de los puntos del tubo Venturi y anote la presión total del tubo manométrico.
- 6.9 Determine el caudal, midiendo el volumen y el tiempo en el tanque HM 150.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

- 7.1 Determine la presión dinámica en cada uno de los seis puntos del tubo Venturi, como la resta de la presión total con la presión estática.

7.2 Realice un gráfico de Presión estática, total y dinámica contra los seis puntos del tubo Venturi. Mencione como es la variación de éstas presiones.

7.3 Determine la velocidad medida con respecto a la velocidad teórica en cada uno de los seis puntos del tubo Venturi. Grafique la situación anterior. Que discrepancia encuentra en éstas curvas.

8. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Guía de laboratorio. GUNT HM 150.07. Demostración del principio de Bernoulli.

VI. Perdidas por Longitud

1. INTRODUCCIÓN

La circulación de fluidos por sistemas de tuberías o ductos, es un fenómeno que se presenta en la mayoría de los procesos industriales.

Son las características del flujo y del medio por el cual circula, quien pone las condiciones para establecer el mecanismo que proporcionara la energía necesaria para que el fluido circule de acuerdo con los requerimientos.

Considerando la importancia que tiene para el Ingeniero Mecánico conocer con claridad, los parámetros a tener en cuenta en el momento de definir un sistema para la conducción de un fluido, y debido a que comúnmente en la industria los sistemas de conducción de fluido están conformados por tuberías de sección circular; el laboratorio esta enfocado a permitir al estudiante analizar, corroborar y cuestionar los conceptos teóricos y correlaciones empíricas que se utilizan, para determinar las perdidas de presión en sistemas de tuberías de sección transversal circular.

El banco tiene disposición didáctica y los sistemas de medición son aptos para permitir que los datos y la experiencia obtenida sean confiables y ajustados a la realidad.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la pérdida de presión que se produce al circular un líquido por una tubería de sección transversal circular.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la pérdida de presión por conexiones tipo T.
- Obtener la pérdida de presión por longitud de tubería de $\frac{3}{4}$ ".
- Analizar los resultados de pérdida de presión obtenidos por diferentes correlaciones, con los logrados por balance de energía.
- Corroborar los análisis planteados, para la solución de los cuatro casos generales de problemas de flujo de tubería.

3. MARCO TEÓRICO

La pérdida de presión en un fluido al circular por la tubería puede ser producto de: un cambio de altura, cambio de velocidad; debido a un cambio de área; y por fricción.

Las pérdidas por fricción. Para su análisis se clasifican en pérdidas mayores y pérdidas menores. Las pérdidas mayores están referidas, a la fricción que se presenta al circular el fluido por un tramo de tubería de sección transversal constante. Las pérdidas menores a su vez, son producidas por la fricción provocada al circular un fluido por accesorios como: válvulas, codos, T, uniones en general (incluyendo entradas y salidas de tanques) y cambio de área.

El cálculo de las pérdidas totales o pérdidas por carga (La suma de las pérdidas mayores y menores) en una tubería horizontal, considerando el flujo completamente desarrollado, se pueden lograr a través de un balance de energía en el tramo deseado. El resultado no permite saber que cantidad de valor total corresponde a pérdidas mayores y que cantidad corresponde a pérdidas menores.

En el caso de la pérdida de presión por longitud, puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$h = f \frac{L_e}{D} \frac{V^2}{2}$$

Donde:

F: Factor de fricción.

L_e : Longitud de la tubería.

D: Diámetro interno de la tubería.

V^2 : Velocidad media de flujo.

La evaluación del factor de fricción se logra por medio de correlaciones. Siendo la Colebrook una de las más aplicadas, o por medio del diagrama de L. F. Moody

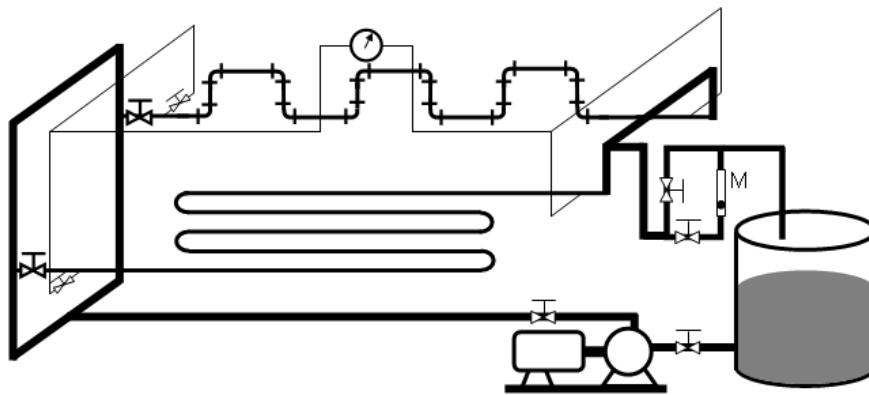
4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se presentan una serie de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

4.1 Plantee y explique la ecuación de energía para un líquido que circula por un tramo de una tubería.

- 4.2 Exprese y explique en número adimensional Reynolds, y los intervalos que definen el régimen de flujo.
- 4.3 Proponga y explique una correlación que conozca para el calculo del factor de fricción.
- 4.4 Explique el método para encontrar el factor de fricción por medio del diagrama de L. F. Moody (incluya el diagrama).
- 4.5 Indique y explique los cuatro casos generales de problemas de flujo en tubería.
- 4.6 Indique el valor de la longitud equivalente para conexión tipo T.

5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR



6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones sobre la forma de operar el equipo en el cual se realiza un ensayo. Use el esquema del ítem 4 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

- 6.1 Solicite al auxiliar del laboratorio el suministro del flujo eléctrico al banco de prueba.
- 6.2 Identifique la parte del banco referido a las conexiones tipo T.
- 6.3 Identifique la parte del banco referida a la longitud de la tubería.
- 6.4 Asegúrese que el fluido solo circulara por la tubería a analizar, y que el medidor de presión diferencial, esta puesto exclusivamente a esta tubería.
- 6.5 Proceda a realizar el ensayo de acuerdo a las solicitudes que se le hace en el aparte 6.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada

7.1 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la pérdida menor de presión ocasionada por las conexiones tipo T para el máximo valor de caudal que permite el montaje. Calcule también, esta misma pérdida para las mismas condiciones de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y exprese sus conclusiones.

7.2 Evalúe la pérdida por longitud para un caudal que garantice un régimen de flujo laminar. Evalúelo también, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencial de presión entregada por el medidor de presión diferencial.

7.3 Evalúe la pérdida por longitud para un caudal que garantice un régimen de flujo turbulento. Evalúelo también, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y a la vez compárelos con los resultados del ítem anterior. Exprese sus conclusiones.

7.4 Para un valor de caudal que garantice un régimen de flujo turbulento, corrobore los métodos de solución para los cuatro casos generales en problemas con el flujo de tubería (Casos citados en el ítem 3.5). Exprese sus conclusiones.

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Exprese aquí las observaciones y recomendaciones respectivas, referentes al proceso que enmarco la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. Mc Donald Alan T. McGraw Hill.
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill.

VII. Perdidas Menores de Presión por Codos

1. INTRODUCCIÓN

La circulación de fluidos por sistemas de tuberías o ductos, es un fenómeno que se presenta en la mayoría de los procesos industriales.

Son las características del flujo y del medio por el cual circula, quien pone las condiciones para establecer el mecanismo que proporcionara la energía necesaria para que el fluido fluya de acuerdo a los requerimientos.

Considerando la importancia que tiene para el Ingeniero Mecánico conocer con claridad, los parámetros a tener en cuenta en el momento de definir un sistema para la conducción de un fluido, y debido a que comúnmente en la industria los sistemas de conducción de fluido están conformados por tuberías de sección circular; el laboratorio esta enfocado a permitir al estudiante analizar, corroborar y cuestionar los conceptos teóricos y correlaciones empíricas que se utilizan, para determinar las perdidas de presión en sistemas de tuberías de sección transversal circular.

El banco tiene disposición didáctica y los sistemas de medición son aptos para permitir que los datos y la experiencia obtenida sean confiables y ajustados a la realidad.

2. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos generales y específicos, con el fin de definir el marco teórico de la experiencia y el principal propósito de la misma.

2.1 Objetivo General

Evaluar la pérdida menor de presión que se produce en un líquido al pasar por accesorios tipo codo.

• 2.2 Objetivos Específicos

- Obtener la pérdida menor de presión ocasionada por codos a 90°, 45° y codos de retorno (180°), para la tubería de $\frac{3}{4}$ " – $\frac{1}{2}$ ".
- Establecer comparaciones entre la pérdida de presión ocasionada por los codos citados anteriormente.

3. MARCO TEÓRICO

La pérdida de presión en un fluido al circular por una tubería puede ser producto de: un cambio de altura, cambio de velocidad; debido a un cambio de área; y por fricción.

Las pérdidas por fricción, para su análisis se clasifican en pérdidas mayores y pérdidas menores. Las pérdidas mayores están referidas a, la fricción que se presenta al circular el fluido por un tramo de tubería de sección transversal constante. Las pérdidas menores a su vez, son producidas por la fricción provocada al circular un fluido por accesorios como: válvulas, codos T, uniones en general (Incluyendo entradas y salidas de tanques) y cambios de área.

El cálculo de las pérdidas totales o pérdidas por carga (La suma de las pérdidas mayores y menores) en una tubería horizontal, considerando el flujo completamente desarrollado, se puede lograr a través de un balance de energía en el tramo deseado. El resultado nos permite saber que cantidad del valor total corresponde a pérdidas mayores y que cantidad corresponde a pérdidas menores.

Los análisis para calcular las pérdidas mayores y menores son diferentes, ahí yace la necesidad de la clasificación de las pérdidas en tubería. Estos análisis, están basados en el número adimensional Reynolds, el cual relaciona las fuerzas de inercia con las viscosas y se utiliza como criterio para determinar el régimen de flujo. Como resultado podemos encontrar una serie de correlaciones, gráficas que relacionan parámetros característicos tanto del fluido como del tubo y tablas que presentan coeficientes específicos de cada accesorio en particular.

En el caso de la pérdida menor de presión provocada por codos, puede expresarse en términos de una longitud equivalente de tubería recta, mediante la ecuación:

$$h = f \frac{L_e}{D} \frac{v^2}{2}$$

Donde:

f: Factor de fricción.

L_e/D : Longitud equivalente.

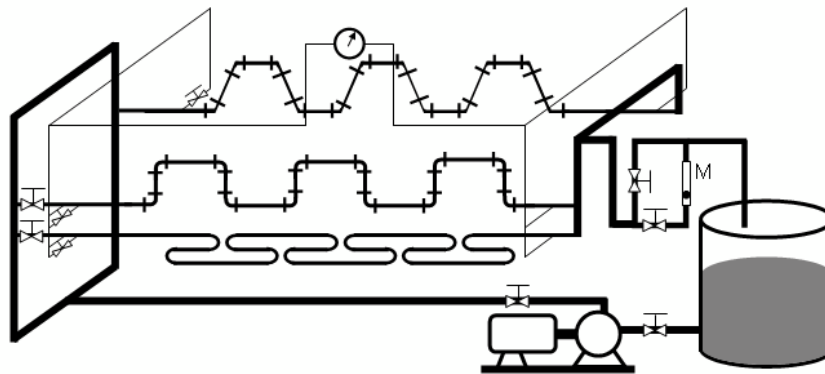
v^2 : Velocidad media de flujo.

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se plantean una serie de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

- 4.1 Plantee y explique la ecuación de energía para un líquido que circula por un tramo de tubería.
- 4.2 Exprese y explique el número adimensional Reynolds, y los intervalos que definen el régimen de flujo.
- 4.3 Proponga y explique una correlación que conozca para el cálculo del factor de fricción.
- 4.4 Explique el método para encontrar el factor de fricción por medio del diagrama de L. F. Moody (incluya el diagrama).
- 4.5 Indique los valores de longitud equivalente para codos a 90° , 45° y codos de retorno (180°).

5. ESQUEMA DEL EQUIPO A UTILIZAR



6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones sobre la forma de operar el equipo en el cual se realiza el ensayo. Use el esquema del ítem 5 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

- 6.1 Solicite al auxiliar de laboratorio el suministro del flujo eléctrico al banco de prueba.
- 6.2 Indique la parte del banco referido a los codos de 90° , 45° y 180° .
- 6.3 Interprete el rotámetro y el medidor de presión diferencia.
- 6.4 Asegúrese que el fluido solo circulara por la tubería a analizar, y que el medidor diferencia de presión, esta expuesto exclusivamente a esta misma tubería.
- 6.5 Proceda a realizar el ensayo de acuerdo a las solicitudes que se le hace en el aparte 6.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

7.1 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la pérdida menor de presión ocasionada por codos a 90° , para un valor de caudal que garantice régimen turbulento. Calcule también, esta misma pérdida para las mismas condiciones de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y exprese sus conclusiones.

7.2 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la pérdida menor de presión ocasionada por codos a 45° , para el mismo valor de caudal establecido en el ítem anterior. Calcule también, esta misma pérdida para las mismas condiciones de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y a la vez compárelos con los obtenidos en el ítem 6.1. Exprese sus conclusiones.

7.3 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la pérdida menor de presión ocasionada por codos de retorno (180°), para un valor de caudal igual al establecido en el ítem 6.1. Calcule también, esta misma pérdida para las mismas condiciones de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y a la vez establezca comparación con los resultados obtenidos en los ítem 6.1 y 6.2. Exprese sus conclusiones.

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Exprese aquí las observaciones y recomendaciones respectivas, referentes al proceso que enmarcó la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. McDonald Alan T. McGraw Hill.
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill.
- Bibliografía adicional (Mencione la bibliografía utilizada).
- Bombas, selección uso y mantenimiento. Kenneth McNaughton

VIII. Perdidas Menores de Presión por Válvulas de Compuertas y Válvulas de Globo

1. INTRODUCCIÓN

La circulación de fluidos por sistemas de tuberías o ductos, es un fenómeno que se presenta en la mayoría de los procesos industriales.

Son las características del flujo y del medio por el cual circula, quien pone las condiciones para establecer el mecanismo que proporcionara la energía necesaria para que el fluido circule de acuerdo con los requerimientos.

Considerando la importancia que tiene para el Ingeniero Mecánico conocer con claridad, los parámetros a tener en cuenta en el momento de definir un sistema para la conducción de un fluido, y debido a que comúnmente en la industria los sistemas de conducción de fluido están conformados por tuberías de sección circular; el laboratorio está enfocado a permitir al estudiante analizar, corroborar y cuestionar los conceptos teóricos y correlaciones empíricas que se utilizan, para determinar las pérdidas de presión en sistemas de tuberías de sección transversal circular.

El banco tiene disposición didáctica y los sistemas de medición son aptos para permitir que los datos y la experiencia obtenida sean confiables y ajustados a la realidad.

2. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos generales y específicos, con el fin de definir el marco teórico de la experiencia y el principal propósito de la misma.

2.1 Objetivo General

Evaluar la pérdida de presión que se produce al circular un líquido por una tubería de sección transversal circular.

2.2 Objetivos Específicos

- Obtener la pérdida menor de presión ocasionada por válvulas tipo globo, par diámetro de tubería de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " Y 1".
- Lograr la pérdida menor de presión debido a válvulas tipo compuerta, para tuberías de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1".

- Establecer comparaciones entre la pérdida de presión ocasionada por válvulas tipo globo y la tipo compuerta.
- Observar la influencia del diámetro de la válvula en la pérdida de presión ocasionada.

3. MARCO TEÓRICO.

La pérdida de presión en un fluido al circular por una tubería puede ser producto de: un cambio de altura, cambio de velocidad; debido a un cambio de área; y por fricción.

Las pérdidas por fricción, para su análisis se clasifican en pérdidas mayores y pérdidas menores. Las pérdidas mayores están referidas a, la fricción que se presenta al circular el fluido por un tramo de tubería de sección transversal constante. Las pérdidas menores a su vez, son producidas por la fricción provocada al circular un fluido por accesorios como: válvulas, codos T, uniones en general (Incluyendo entradas y salidas de tanques) y cambios de área.

El cálculo de las pérdidas totales o pérdidas por carga (La suma de las pérdidas mayores y menores) en una tubería horizontal, considerando el flujo completamente desarrollado, se puede lograr a través de un balance de energía en el tramo deseado. El resultado nos permite saber qué cantidad del valor total corresponde a pérdidas mayores y qué cantidad corresponde a pérdidas menores.

Los análisis para calcular las pérdidas mayores y menores son diferentes, ahí yace la necesidad de la clasificación de las pérdidas en tubería. Estos análisis, están basados en el número adimensional Reynolds, el cual relaciona las fuerzas de inercia con las viscosas y se utiliza como criterio para determinar el régimen de flujo. Como resultado podemos encontrar una serie de correlaciones, gráficas que relacionan parámetros característicos tanto del fluido como del tubo y tablas que presentan coeficientes específicos de cada accesorio en particular.

En el caso de la pérdida menor de presión provocada por codos, puede expresarse en términos de una longitud equivalente de tubería recta, mediante la ecuación:

$$h = f \frac{L_e}{D} \frac{v^2}{2}$$

Donde:

f: Factor de fricción.

L_e/D : Longitud equivalente.

V^2 : Velocidad media de flujo

4. ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación se plantean una serie de inquietudes que el estudiante debe resolver antes de llegar a la práctica, dirigidas a lograr una interpretación clara de los conceptos físicos que enmarcan la experiencia.

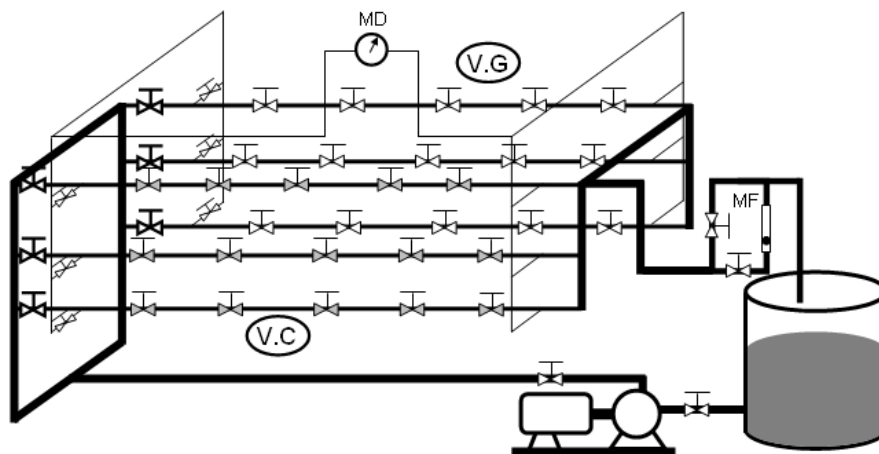
4.1 Plantee y explique la ecuación de energía para un líquido que circula por un tramo de tubería.

4.2 Exprese y explique el número adimensional Reynolds, y los intervalos que definen el régimen de flujo.

4.3 Proponga y explique una correlación que conozca para el calculo del factor de fricción.

4.4 Explique el método para encontrar el factor de fricción por medio del diagrama de L. F. Moody (incluya el diagrama).

4.5 Indique los valores de longitud equivalente para válvula de compuerta y para válvula de globo.



VG: Válvulas de Globo
VC: Válvulas de Compuerta
MF: Medidor de Flujo
MD: Manómetro Diferencial

6. PROCEDIMIENTO

A continuación se presentan las indicaciones sobre la forma de operar el equipo en el cual se realiza el ensayo. Use el esquema del ítem 5 como ayuda para la comprensión de estas indicaciones.

- 6.1 Solicite al auxiliar de laboratorio el suministro del flujo eléctrico al banco de prueba.
- 6.2 Indique la parte del banco referido a las válvulas de compuerta y válvulas de globo.
- 6.3 Interprete el rotámetro y el medidor de presión diferencial.
- 6.4 Asegúrese que el fluido solo circulara por la tubería a analizar, y que el medidor diferencia de presión, está expuesto exclusivamente a esta misma tubería.
- 6.5 Proceda a realizar el ensayo de acuerdo a las solicitudes que se le hace en el aparte 6.

7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

A continuación se solicita la realización de cálculos y sus respectivos análisis con el propósito de comprender la experiencia realizada.

- 7.1 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la perdida menor de presión ocasionada por las válvulas de compuerta de $\frac{1}{2}$ " , montadas en serie, para un valor de caudal que produzca la máxima caída de presión medible por el medidor de presión diferencial.
- 7.2 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la perdida menor de presión ocasionada por las válvulas de globo de $\frac{1}{2}$ " , montadas en serie, para un valor de caudal igual al del ítem 6.1. Compare los resultados con los del ítem citado y exprese sus conclusiones.
- 7.3 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la perdida menor de presión ocasionada por las válvulas de compuerta de $\frac{3}{4}$ " montadas en serie, para el máximo valor de caudal que permite el montaje. Calcule también, esta misma pérdida para las mismas perdidas de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y exprese sus conclusiones.
- 7.4 Basándose en el concepto de longitud equivalente, encuentre la perdida menor de presión ocasionada por las válvulas de globo de $\frac{3}{4}$ " montadas en serie, para un valor de caudal igual al del ítem 6.4. Calcule también, esta misma perdida para las mismas condiciones de caudal, mediante el balance de energía citado en el ítem 3.1 y la diferencia de presión entregada por el medidor de presión diferencial. Compare los resultados obtenidos por ambos métodos y a la vez compárelos con los obtenidos en el ítem anterior. Exprese sus conclusiones.
- 7.5 Haga el mismo procedimiento del ítem 6.3, para la tubería de 1" .
- 7.6 Haga el mismo procedimiento del ítem 6.4, para la tubería de 1" .

8. CONCLUSIONES

Manifieste en este espacio sus apreciaciones respecto al ensayo realizado teniendo como base los objetivos planteados.

9. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Expresar aquí las observaciones y recomendaciones respectivas, referentes al proceso que enmarcó la realización del ensayo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS. Fox Robert W. McDonald Alan T. McGraw Hill.
- MECÁNICA DE FLUIDOS. Streeter Victor. McGraw Hill.
- Bibliografía adicional (Mencione la bibliografía utilizada).



Ediciones
Tecnológica de Bolívar
CARTAGENA DE INDIAS