

Universidad Rural de Guatemala
Laboratorios Intensivos



Manual de Laboratorio

CURSO: HIDRÁULICA
CATEDRÁTICO: ING. AGR. BYRON IDIGORAS L.

Guatemala, primer semestre 2020

INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Para la realización adecuada de las prácticas, deberán atenderse las siguientes **indicaciones:**

1. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica). SIN EXCEPCIONES.
2. Se prohíbe terminantemente comer, beber o fumar dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio.
3. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio, visitas durante la realización de la práctica o hablar a través de las ventanas.
4. Para poder realizar la práctica debe contar con los siguientes elementos.

Muestras de sustancias sólidas, como madera, piedras de diámetro pequeño

Un rollo de papel mayordomo por cada grupo de 5 estudiantes

Una libra de sal

Pita o cáñamo aproximadamente un pie de largo

Medio litro de vinagre

Busque un machote, de un plano ya sea de una casa unifamiliar, o de un terreno donde se siembre algún cultivo

ENTREGA DE EQUIPO

Debe revisar cuidadosamente el equipo que se le asigne ya que debe de entregar su DPI al momento de recibir estos. Al terminar la práctica debe revisar con el instructor que el equipo utilizado se encuentre en las mismas condiciones en las que fue entregado. Se devolverá el DPI cuando el equipo sea entregado al instructor. De lo contrario todo el grupo tendrá CERO en la nota final de laboratorio y se enviará el reporte a su respectiva sede.

De no cumplir con estas indicaciones será sancionado con una inasistencia o será expulsado del laboratorio.

NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

1. Cuidar el equipo del laboratorio
2. No empujarse dentro del laboratorio
3. No escupir dentro del laboratorio
4. Entrar puntualmente a su laboratorio
5. Usar el equipo adecuadamente
6. Esperar las indicaciones del encargado del laboratorio

Nota: Cualquier infracción a alguna de las anteriores reglas, lo hacen acreedor a la expulsión de la práctica del día, perdiendo su asistencia a la misma, aunque se haya hecho acto de presencia.

CÓMO REPORTAR

Las secciones de las cuales consta un reporte, son:

Carátula.....	00 puntos
a. Resumen.....	15 puntos
b. Marco Teórico.....	15 puntos
c. Resultados.....	15 puntos
d. Interpretación de Resultados.....	25 puntos
e. Conclusiones.....	10 puntos
f. Datos calculados.....	15 puntos
g. <u>Bibliografía.....</u>	<u>05 puntos</u>
Total.....	100 puntos

Por cada falta de ortografía o error gramatical, se descontará un punto sobre cien, todas las mayúsculas se deben de tildar. Es importante dirigirse al lector de una manera impersonal, de manera que expresiones tales como “obtuvimos”, “hicimos”, “observé”, serán sancionadas. Debe utilizar expresiones como “se realizó”, “se midió”, “se calentó”, etc.

SI SE ENCUENTRAN DOS REPORTES PARCIAL O TOTALMENTE PARECIDOS SE ANULARÁN AUTOMÁTICAMENTE DICHOS REPORTES.

- a. **RESUMEN:** en esta sección deben responderse las siguientes preguntas: ¿qué se hizo?, ¿cómo se hizo? Y ¿a qué se llegó? El contenido debe ocupar media página como mínimo y una página como máximo.
- b. **MARCO TEÓRICO:** esta sección sirve de base teórica. Será de un máximo de 3 páginas.
- c. **RESULTADOS:** en esta sección deben incluirse todos los datos obtenidos al final de la práctica.
- d. **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:** esta sección corresponde a una demostración, explicación y análisis de todo lo que ocurrió y resultó de la práctica, explicando de una manera cuantitativa y cualitativa, tanto los resultados como los pasos seguidos para la obtención de los mismos. Pueden incluirse explicaciones a posibles errores del experimento en cuestión. Aun cuando la discusión se apoya en la bibliografía, no debe ser una transcripción de la misma, ya que el estudiante debe explicar con sus propias palabras y criterio lo que sucede en la práctica. Cuando se haga uso de la teoría en alguna parte de la discusión debe indicarse colocando al final de párrafo (que debe ir entre comillas), la bibliografía de dónde se obtuvo la información. La forma de colocarlo es la siguiente: (Ref. 1 Pág. 5).

En cuanto a los resultados propiamente dichos, deben explicarse el porqué de los mismos. Debe hacerse una comparación entre el resultado experimental y el resultado real (investigado) de cada objeto de estudio.

- a. **CONCLUSIONES:** constituyen la parte más importante del reporte. Las conclusiones son “juicios críticos razonados” a los que ha llegado el autor, después de una cuidadosa consideración de los resultados del estudio o experimento y que se infieren de los hechos. Deberán ser lógicos, claramente apoyados y sencillamente enunciados. Esta sección deberá ser extraída de la interpretación de resultados ya que allí han sido razonados, tomando en cuenta los objetivos de la práctica.
- b. **DATOS CALCULADOS:** constituyen todos los cálculos relacionados en la práctica (formulas y la descripción detallada de cómo se realizaron estos de una forma ordenada).
- c. **BIBLIOGRAFÍA:** esta sección consta de todas aquellas referencias (libros, revistas, documentos) utilizados como base bibliográfica en la elaboración del reporte. Deben citarse, como mínimo 3 referencias bibliográficas, las cuales deben ir numeradas y colocadas en orden alfabético según el apellido del autor, (**EL INSTRUCTIVO NO ES UNA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**). Todas deben estar referidas en alguna parte del reporte.

La forma de presentar las referencias bibliográficas es la siguiente:

GEANKOPLIS, Christie J; *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. 3ª ed. México: Editorial CECSA, 1998.

DETALLES FÍSICOS DEL REPORTE

- El reporte debe presentarse en hojas de papel bond tamaño carta.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del reporte deben estar escritas a mano CON LETRA CLARA Y LEGIBLE. El catedrático indicará si se pueden presentar a computadora.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

IMPORTANTE:

Los reportes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica, si el catedrático lo estipula, cada trabajo debe traer **doble carátula**. Se les recomienda que todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado.

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada grupo de (dependiendo de la organización que se realizó al inicio del laboratorio así será el número de integrantes) debe de traer el material que se le indica en la tabla No. 1.

Tabla No. 1: Materiales necesarios para las prácticas.

Práctica	Material
1	Pequeños trozos de madera
2	Pequeños trozos de piedra 4 onzas de sal de mesa.
3	Una botella de vinagre
4	Un rollo de papel mayordomo
5	Un pedazo de cáñamo de 1 pie de largo

PRÁCTICA No. 1: DENSIDAD

Objetivos:

Determinación de la densidad de sustancias sólidas, líquidas y de soluciones. Determinar la densidad de un líquido y un sólido midiendo su masa y su volumen. Determinar la variación de la densidad de una solución de agua salada como función de la concentración.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

- **Masa y Peso:**

La masa es una medida de la cantidad de materia en un objeto. El peso es la fuerza que ejerce la gravedad sobre el objeto. La unidad SI fundamental de la masa es el kilogramo (kg), pero en la química, es más conveniente usar unidad más pequeña, el gramo (g).

$$1 \text{ Kg} = 1000 \text{ gramos} = 1 \times 10^3 \text{ gramos}$$

- **Volumen:**

La unidad SI de longitud es el metro (m) y la unidad de volumen derivada del SI, es el metro cúbico (m³). Sin embargo, es común, que se trabajen volúmenes mucho menores, como son el centímetro cúbico (cm³), y el decímetro cúbico (dm³). Otra unidad común de volumen es el litro (l). Un litro se define como el volumen que ocupa un decímetro cúbico.

PROCEDIMIENTO:

1. Medir la masa de la probeta vacía
2. Verter agua en la probeta hasta los 10 ml, si es necesario utilice una piseta para establecer el menisco en la marca deseada. Importante, el menisco del agua debe quedar tangente a la marca del volumen que se desea. Tenga cuidado que sus ojos estén a la misma altura del nivel del líquido para disminuir los errores asociados al proceso de medición.
3. Una vez determinado el volumen, mida la masa de la probeta con el agua en la balanza, registrar la masa.
4. Sin vaciar la probeta, agregue agua hasta un volumen de 30 ml, registrar la masa.
5. Repetir la operación anterior para un volumen de 50 ml, anote el resultado.
6. Repetir los pasos del 3 al 6 para dos temperaturas diferentes, (calentar)
7. Repetir los pasos del 1 al 7 con vinagre y luego con glicerina.
Determinar la densidad de cada líquido para cada volumen trabajado

PRÁCTICA No. 2:
PLANOS HIDRÁULICOS

Objetivos:

El objetivo principal de este laboratorio, es que el alumno aprenda en forma práctica poder interpretar, así como realizar los planos que se presentan, tanto a nivel de construcciones como de instalaciones de riego, de todos los utensilios que se utilizan en fontanería. para la distribución del agua.

- Para poder diseñar una instalación serán indispensables los planos hidráulicos Las instalaciones hidráulicas pueden clasificarse en:
 1. Residenciales
 2. Industriales
 3. Comerciales
 4. De Riegos Agrícolas

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

- Busque un machote, de un plano ya sea de una casa unifamiliar, de un terreno donde hayan cultivos, o de cualquier elemento que necesite una red hidráulica, luego con la simbología y especificaciones técnicas vistas en la presente sesión, desarrolle un plano de una red hidráulica que satisfaga las necesidades de su proyecto, basado en las indicaciones de elaboración de planos hecho en clase.
*Desarrolle por lo menos 10 especificaciones técnicas de las tuberías, válvulas, accesos y procesos constructivos de su red hidráulica

PROCEDIMIENTO:

SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	LLAVE DE PASO		TEE
	CONTADOR		DIRECCION DEL AGUA
	LLAVE DE COMPUERTA		CODO
	VALVULA DE CHEQUE		TUBERIA DE 3/4 DE PULGADA
	VALVULA DE PICHACHA		TUBERIA DE 1/2 PULGADA
	BOMBA HIDRONEUMATICA		INDICA DIAMETRO DE TUBERIA
	TANQUE HIDRONEUMATICO		SUBIDA DE TUBERIA A SEGUNDO PISO
	DETALLE DE ESPERA		CHORRO

PRÁCTICA No. 3:
DIÁMETROS DE TUBERÍA

Objetivos:

El objetivo principal de este laboratorio es que el alumno aprenda en forma práctica, poder estimar el diámetro requerido de una tubería para poder aplicarlo en diversos caudales. Para esta práctica se utilizarán los métodos realizados en los aforos del curso de Hidrología, prerequisite de esta materia:

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

El método utilizado será la Fórmula Cuadrática y de Bress, la cual es una de las más prácticas utilizadas para realizar el cálculo de diámetros de tubería.

PROCEDIMIENTO:

Sin tomar en consideración las pérdidas de carga según la ecuación de continuidad, se deduce que para conducir por una tubería un caudal determinado. Puede operarse, ya sea o bien aumentando el diámetro de la sección con lo que vamos a disminuir la velocidad media, o bien tomando en consideración el factor económico se utiliza la una tubería de menor diámetro, teniendo como consecuencia el aumento de la velocidad media

○ **Ejercicios de cálculo de diámetros de tubería**

Ejemplo: Para calcular el diámetro de una tubería, se debe conocer el caudal, que se deberá de trasladar de un punto a otro, en este momento no se toma en cuenta la rugosidad de la tubería. La velocidad dentro de la tubería debe de cumplir el rango entre 1-2 metros/seg.

¿Cuál es el diámetro de una tubería para trasladar un caudal de 8 litros por segundo?

Utilizando la fórmula siguiente (cuadrática y Bress)

Cuadrática:

$$\sqrt{8}$$

$$D = 2.83''$$

$$\text{Área} = \pi r^2$$

$$A = 3.1416(1.415'' \times 2.54/100)^2$$

$$A = 0.0041 \text{ mts}^2$$

Bress:

$$\sqrt{8} \times 1.5$$

$$D = 2.83 \times 1.5 = 4.24''$$

$$\text{Área} = \pi r^2$$

$$A = 3.1416(2.12'' \times 2.54/100)^2$$

$$A = 0.0091 \text{ mts}^2$$

$$\underline{Q = A \times V}$$

Donde:

Q=caudal

A=Área

V=velocidad

Despejando la velocidad de la ecuación anterior:

$$V = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.0041 \text{ m}^2}$$

$$V = 1.95 \text{ m/seg}$$

$$V = \frac{0.008 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.0091 \text{ m}^2}$$

$$V = 0.88 \text{ m/seg}$$

De acuerdo con los resultados anteriores de los dos diámetros se puede concluir que el diámetro a utilizar, es de 2.83", (se puede aproximar a 3"), pues este diámetro cumple con la condición de la velocidad, dentro de la tubería, al final los costos del proyecto, son los que van a determinar si se debe utilizar cualquiera de los diámetros encontrados.

○ **Ejercicios para ser entregados al final de este laboratorio**

Calcular el diámetro de las tuberías, que se deben de emplear, cuando el caudal es de:

1. 12 litros/seg.
2. 14 litros/seg.
3. 16 litros/seg.
4. 20 litros/seg.

PRÁCTICA No. 4:
CÁLCULO Y DISEÑO DE BOMBAS HIDRÁULICAS:

Objetivos:

Conocer el funcionamiento de las bombas de agua, las cuales se conocen por ser máquinas hidráulicas, cuyo funcionamiento se basa en el *Principio de Bernoulli*, según el cual, en un fluido ideal sin viscosidad, ni rozamiento, e incompresible que se encuentra en circulación por un conducto cerrado, su energía permanece constante en cada punto de su recorrido.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

La energía que posee un fluido en movimiento se compone de tres componentes:

- Cinética: Es la energía que posee el fluido debido a su velocidad de movimiento.
- Flujo: relacionado con la presión que posee
- Gravitatoria: Debido a la altitud del fluido.

Estas tres componentes de la energía se correlacionan con los mismos términos que definen el Principio de Bernoulli:

$$\text{Constante} = \frac{V^2 \cdot \rho}{2} + P + \gamma \cdot g \cdot h$$

Siendo:

- V La velocidad del fluido
- γ La densidad del fluido
- P La presión del fluido a lo largo de la línea de corriente
- g La aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- h Es la altura que alcanza el fluido en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

- **Tipos de bombas de agua**

Según el principio de su funcionamiento, las bombas de agua se clasifican en dos grandes grupos:

- ✓ Bombas volumétricas o de desplazamiento positivo
- ✓ Bombas roto dinámicas

- **Bombas volumétricas o de desplazamiento positivo:**

Se denominan así porque basan su funcionamiento en un órgano propulsor que genera de manera positiva un volumen o cilindrada. Este tipo de bomba dispone de una cámara donde se aloja el fluido y cuyo volumen varía cuando la bomba entra en funcionamiento. En efecto, cuando las paredes de la cámara empujan al fluido que contiene en su interior provoca un aumento de la presión de éste, aumentando la energía del fluido .A su vez, este tipo de bombas se subdividen en:

- **Alternativas:** Pueden ser de émbolo o de membrana, y donde el volumen que confina el fluido varía por la acción de un émbolo o de una membrana, respectivamente. En este tipo de bombas el movimiento del fluido es discontinuo, en pulsaciones, donde la aspiración y descarga del agua se realiza por la acción coordinada de válvulas.

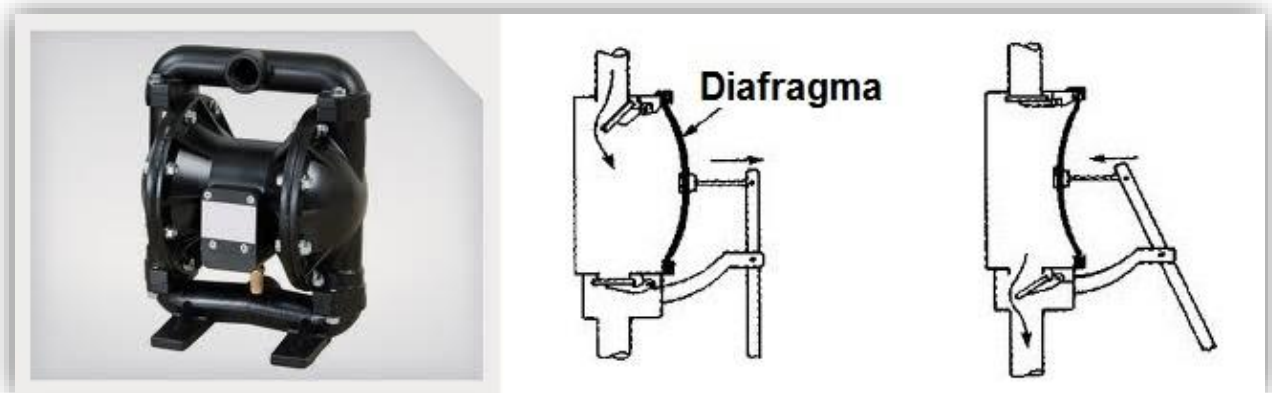


Figura 1. Bomba de membrana o diafragma. Esquema de funcionamiento

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

- **Rotativas:** En este tipo de bombas el fluido se desplaza dentro de la cámara, desde una zona de baja presión hasta otra zona de alta presión donde está la salida. Según el órgano propulsor que mueve el fluido, pueden ser de paletas, de lóbulos, bombas de tornillo o de engranajes.

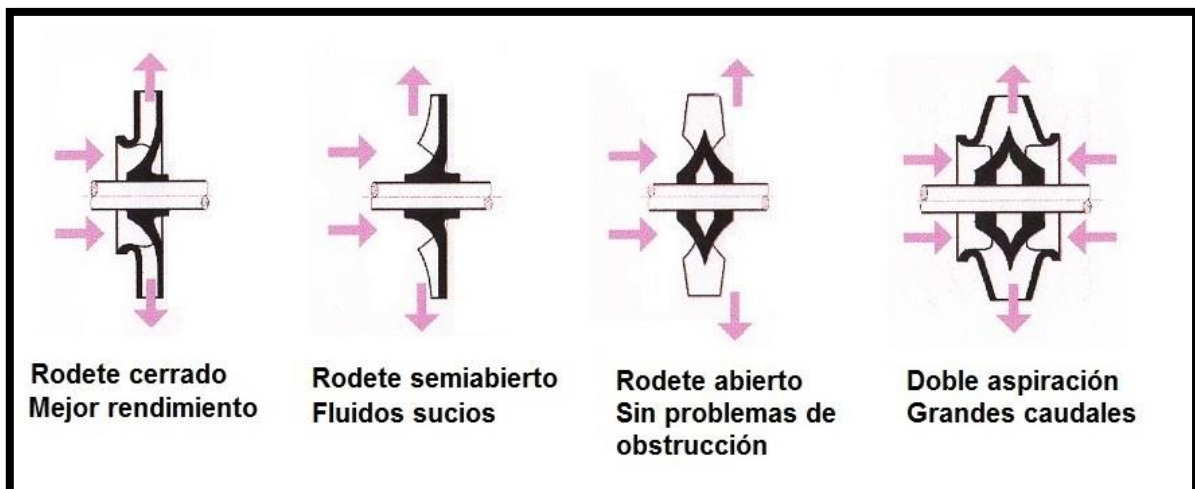


Figura 2. Bomba de engranajes. Esquema de funcionamiento

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

- **Bombas rotodinámicas:**

En este tipo de bombas existen uno o más rodetes girando a gran velocidad y que aspiran el fluido. El rodete le comunica la energía cinética de rotación al fluido que es lanzado a gran velocidad hacia las paredes de la voluta, que al chocar convierte parte de la energía cinemática que lleva el fluido en presión.



Este tipo de máquinas generan un fluido continuo, empleándose para suministrar caudales altos con presiones moderadas. En función de la trayectoria que sigue el fluido al ser lanzado por el rodete se distinguen varios tipos de bombas:

- **Radiales o centrífugas:** cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.

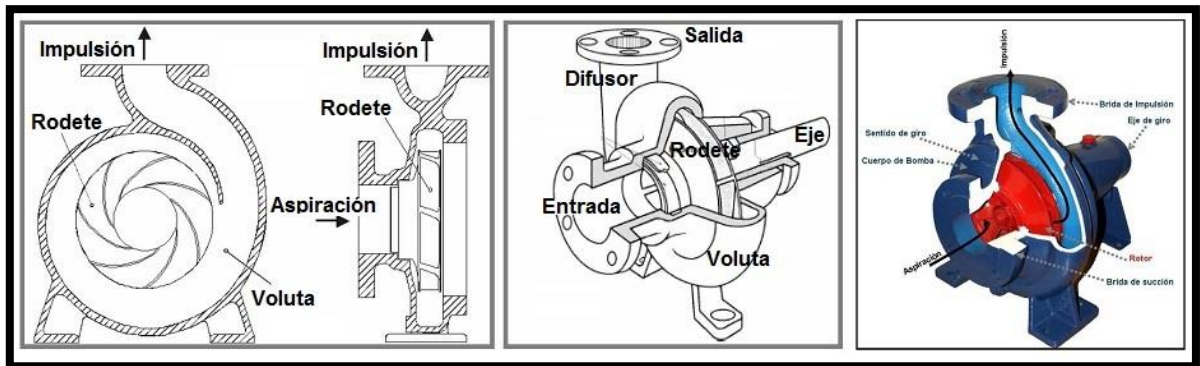


Figura 4. Bomba centrífuga. Esquema de funcionamiento

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

- **Axiales:** cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro. Empleada para mover grandes caudales de agua.

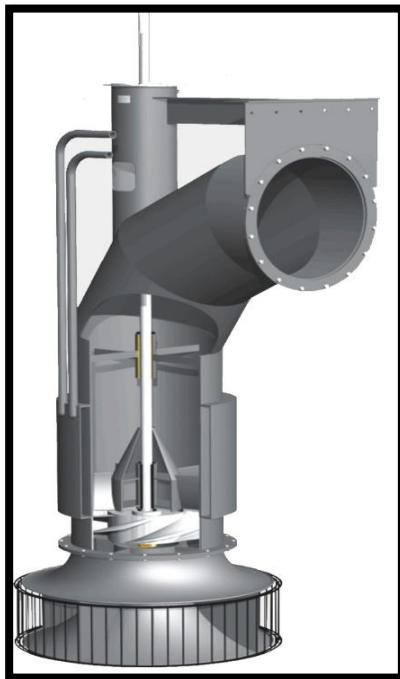


Figura 5. Bomba axial

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn206.html>

- **Diagonales o helicoidales:** Cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección comprendida entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.
- **Parámetros de funcionamiento**
- **Potencia de la bomba**

En un equipo de bombeo la potencia consumida por éste no es igual a la potencia que finalmente se transmite al fluido y que es la potencia útil realmente.

En efecto, la potencia teórica o potencia útil (P_u) que se transmite a un fluido, sea agua u otro cualquiera, y que se invierte en proporcionarle un caudal (Q) y altura manométrica (H) a su paso por el equipo de bombeo viene dado por la siguiente expresión:

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Donde

- P_u , es la potencia proporcionada al fluido, en W ;
- Q , es el caudal de fluido que atraviesa la bomba, en m^3/s ;
- H , es la altura manométrica ganada por el fluido a su paso por la bomba, en m ;
- γ , es la densidad del fluido, en kg/m^3 ;
- g , es la aceleración de la gravedad: $9,81 m/s^2$.

Al producto ($\rho \cdot g$) se denomina peso específico (γ), por lo que la expresión anterior quedaría como sigue:

$$P_u = \gamma \cdot Q \cdot H$$

Siendo,

γ , el peso específico del fluido, en N/m^3 .

La potencia según calculada por la expresión anterior, es la potencia teórica o útil (P_u) que ganaría el fluido a su paso por el equipo de bombeo. No obstante, un equipo de bombeo está constituido, además de por la bomba propiamente, por un motor de accionamiento (que puede ser Eléctrico o de combustión) acoplado mediante un eje a la bomba y de sistemas auxiliares.

La potencia finalmente consumida (P_e) por todo este equipo de bombeo es superior a la potencia útil (P_u), dado que habrá que considerar las pérdidas y rendimientos de cada uno de los componentes que intervienen.

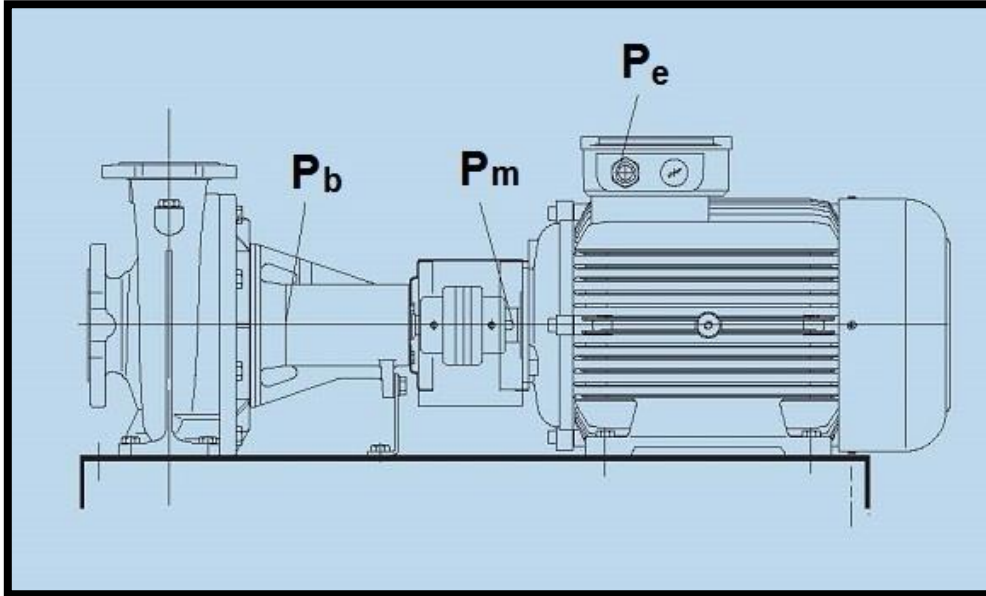


Figura 6 Moto-bomba eléctrica

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialesemanal/tutorialn206.html>

PROCEDIMIENTO:

- **Diseño de Bombas Hidráulicas**
- **Estimación de Requerimiento de Potencia Para Un Equipo de Bombeo**

La ecuación básica que se utiliza para estimar el tamaño de un motor de una bomba es:

$$WHP = \frac{(G.P.M.) (Columna\ de\ agua\ total)}{3700}$$

Donde:

WHP: Water horse power

G.P.M.= Galones por minuto

Columna de agua total: Altura en pies, sea de profundidad o de altura del cuerpo de agua.

3,700 RPM Constante

- **Caballos de Fuerza de Agua (WHP)**

Es una potencia teórica, y es la fuerza requerida para que la bomba sea 100 % eficiente.

- **Ejemplo**

Caudal: 80 G.P.M.

Carga: 200 pies, ya sea de succión o de empuje vertical sobre el nivel de suelo.

$$WHP = \frac{(G.P.M.) (Columna\ de\ agua\ total)}{3700}$$

$$WHP = \frac{(80\ G.P.M.) (200\ pies)}{3,700} = 4.32$$

- **Caballaje al Freno (BHP)**

Es el requerimiento de caballos de fuerza y se obtiene dividiendo el WHP entre la eficiencia estimada de la bomba. En la mayoría de cálculos, un 75% es razonable.

- **Ejemplo**

Caudal: 80 G.P.M.

Carga: 200 pies

WHP: 4.32 hp

Eficiencia:75%

$$BHP = \frac{WHP}{Eficiencia}$$

$$BHP = \frac{4.32}{0.75} = 5.76\ HP$$

Nuestra búsqueda del equipo adecuado la iniciaremos en el equipo inmediato superior o inferior, en este caso 7.5 hp. Recuerde tomar en cuenta la eficiencia del equipo al momento de evaluar los equipos.

PRÁCTICA No. 5:
PROYECTO HIDRÁULICO

Objetivos:

La realización de este laboratorio, se necesita que el alumno ponga en práctica los principios fundamentales de hidráulica conjuntamente con su creatividad, con un proyecto en donde se ponga en uso las aplicaciones prácticas y la ingeniería Hidráulica.

DESARROLLO DE PRÁCTICA:

Dicho proyecto, deberá de funcionar y de explicar científicamente que principios fueron utilizados para la realización del mismo, la explicación de las fórmulas matemáticas o físicas que sustenten su aplicación

Para la realización de dicho proyecto se harán parejas de estudiantes, por afinidad, quienes deberán entregarlo a más tardar el día viernes de la semana de laboratorio. Podrán ser de tipo maqueta o de experimentación.

PROCEDIMIENTO:

Para el presente laboratorio, se entregará, un reporte que debe contener: nombre del estudiante, carrera que cursa, sede, número de carnet y el nombre del proyecto elegido

BIBLIOGRAFÍA:

GILES, Randal; V., EVETT, Jack B. MECANICA DE LOS FLUIDOS E HIDRÁULICA, Tercera edición, McGraw Hill, Serie Schaum, España, 420 p

WILSON, Jerry D.; FÍSICA, Segunda Edición, Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. México, 762 p,

ENRIQUEZ HARPER, Gilberto. CALCULO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS RESIDENCIALES Y COMERCIALES, México, Editorial Limusa, 2011, 165 hojas