Laboratorio
de Hidráulica
Ing. David
Hernández Huéramo

Manual de prácticas
Hidráulica básica
3er semestre

Autores:
Guillermo Benjamín Pérez Morales
Jesús Alberto Rodríguez Castro
Jesús Martín Caballero Ulaje
Jorge Leonel Angel Hurtado
Juan Pablo Molina Aguilar

Colaboradores:
Alejandro Raúl Gutiérrez Obregón
Elizabeth Pauline Carreño Alvarado
Héctor Rivas Hernández
Rukmini Espinosa Díaz

2. EMPUJE SOBRE SUPERFICIES PLANAS SUMERGIDAS, VARIACIÓN DE LA PRESIÓN CON LA PROFUNDIDAD Y PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Objetivos

- *Visualizar el efecto de la presión hidrostática sobre una superficie plana y ubicar el centro de presiones, así como demostrar experimentalmente que la presión hidrostática depende únicamente de la profundidad, de igual manera se experimentará para comprender el principio de Arquímedes.*

Aplicación

El agua contenida en un depósito o transportada por un conducto, ejerce un empuje hacia las paredes, fondo y hacia cualquier objeto que se encuentre sumergido o en contacto con el agua, por lo que es necesario definir la magnitud de la presión y su respectivo empuje para poder calcular el espesor o resistencia que deben tener los depósitos o conductos para evitar su ruptura o falla. En el mismo orden de ideas, cualquier objeto sumergido total o parcialmente en el seno de un líquido, experimenta un empuje que puede hacerlo flotar, lo cual es de suma importancia en embarcaciones, pero también en estructuras que no se desea que floten o vuelquen.

Definiciones, fórmulas y unidades a utilizar

Empuje.- Fuerza que resulta de la acción de la presión hidrostática sobre una superficie.

$$E = \gamma \bar{y} A \qquad 2.1$$

Posición del centro de presiones.- Es la distancia vertical medida desde la superficie libre del agua, hasta el punto donde localiza la resultante del empuje.

$$y_{cp} = \bar{y} + \frac{Ix}{\bar{y}A} \qquad 2.2$$

Donde $\bar{y} = \frac{y}{2}$

Presión hidrostática.- Fuerza por unidad de área que ejerce un líquido en un punto determinado por su profundidad.

$$p = \gamma z \qquad 2.3$$

Principio de Arquímedes.- "Todo cuerpo sumergido en un líquido, total o parcialmente, experimenta un empuje vertical ascendente, igual al peso del volumen del líquido desplazado".

$$E = \gamma Vol_s \qquad 2.4$$

En las fórmulas anteriores se tiene que:

E = *Empuje hidrostático (kg)*
γ = *Peso específico del líquido (kg/m^3)*
z = Profundidad a un punto de interés (m)
A = Área sumergida de la superficie (m^2)
y_{cp} = *Centro de presiones (m)*
I_x = *Momento de inercia con respecto al centro de gravedad del área sumergida (kg-m^2)*
$\overline{y}$ = *Distancia del centro de gravedad a la superficie libre del líquido en dirección de la superficie sumergida (m)*
y = Profundidad del agua. (Para esta práctica es y_{prom})
Vol_s = Volumen sumergido del cuerpo u objeto (m^3)

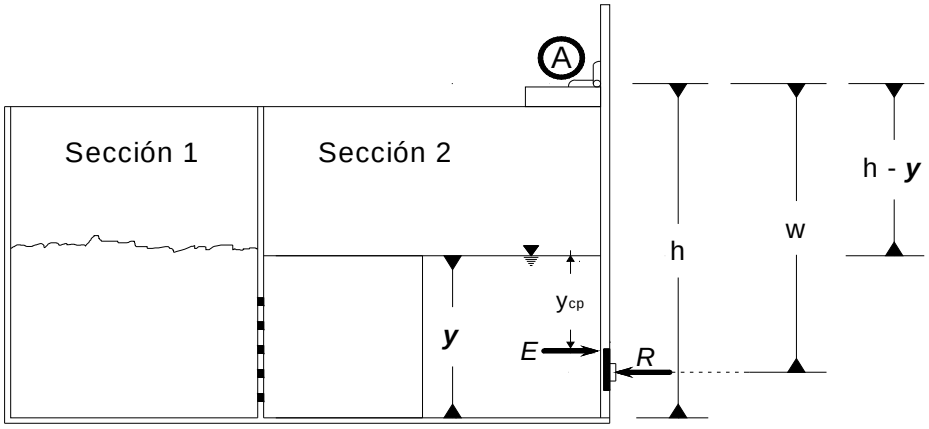
Procedimiento (Primera Parte)

FIGURA 2.1

h = 114 mm

w= 106 mm

b = 68 mm



Se calcula el empuje (E) necesario para abrir la compuerta mostrada en la figura 2.1.

1. Se coloca el dispositivo para prueba hidrostática en una superficie plana.
2. Verter agua en la sección 1 del dispositivo cuidando de hacerlo de manera gradual.
3. Observar el comportamiento de la compuerta conforme aumenta el nivel del agua en la sección 2 del dispositivo
4. Medir la profundidad (y) a la que la compuerta se abre completamente.
5. Repite los pasos anteriores 3 veces,

6. Con los datos medidos obtén un promedio de la profundidad (y_{prom}).
7. Calcular el empuje del agua sobre el área expuesta (generada por la y_{prom}) en la compuerta por medio de la ecuación 2.1.
8. Sabiendo que la reacción (R) es de 85 gr. Revisar si la ecuación 2.5 se satisface. Esta representa el equilibrio de los momentos que estabilizan la compuerta.

$$\sum M_A = 0$$

$$R * w = E\left[h - \frac{y_{prom}}{3}\right]$$

$$R = \frac{E}{w}\left[h - \frac{y_{prom}}{3}\right] \qquad 2.5$$

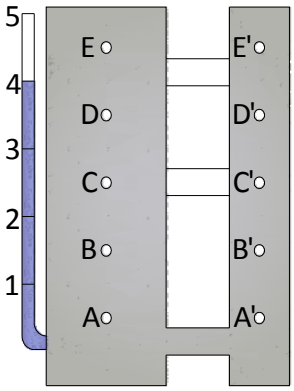
Actividades (Primera Parte)

1. Explicar el resultado del paso 8 del procedimiento y comentar a que se debe las diferencias, si es que las hay.
2. Si la compuerta se encuentra en una estructura sumergida, ¿cómo se afecta el cálculo del empuje?
3. Investigar como varía el cálculo del empuje hidrostático si la superficie plana esta inclinada.
4. ¿Como afecta que la superficie esté inclinada en lugar de vertical u horizontal, en la determinación del empuje?
5. Investigar como se calcula el empuje en superficies no planas.
6. Elaborar las conclusiones de ésta primera etapa de la práctica y anexarla a esta hoja.

Procedimiento (Segunda Parte)

1. Se le suministrará agua lentamente al Dispositivo Hidráulico mostrado en la figura 2.2, mediante la válvula reguladora que alimenta al dispositivo, hasta que llegue al punto No 1 que se encuentra a un lado del piezómetro por encima del orificio "A", y se mantiene constante ese nivel, tal como se muestra en la figura 2.2
2. Colocar simultáneamente dos Vasos Graduados, a la salida de los orificios "A" y "A`" para recolectar el agua vertida por ellos, esperar entre 5 y 10 segundos y retirarlos para comparar el volumen entre los recipientes.
3. Se visualiza el comportamiento del flujo a través de los orificios A y A'.
4. Se le abre un poco más la válvula para que el nivel llegue al punto No 2, y se visualiza el comportamiento de los orificios que quedan por debajo de dicho punto (figura 2.2).
5. Repetir el paso No 3 para los puntos 3, 4 y 5.
6. Cerrar la válvula por completo y esperar a que se vacíen los recipientes.

FIGURA 2.2



Actividades (Segunda Parte)

1. Describa ampliamente como es la descarga de los orificios del recipiente de diámetro mayor con respecto a los del recipiente de diámetro menor
2. ¿Cómo cree que es la presión en el punto A con respecto a A'?. Justifique su respuesta
3. ¿Cómo es la velocidad del orificio A con respecto a los orificios B y C?, ¿a que se debe?
4. Entre los orificios A y A' ¿Cuál vertió más agua?

Procedimiento (Tercera Parte)

1. Se llena una probeta con agua hasta la mitad, consignando el valor en la tabla 2.1 como Volumen Inicial (Vol. I).
2. Se introducen dentro del recipiente cilíndrico balines de diferentes tamaños y se pesa, sin exceder 25 g. para la primera prueba.
3. Se introduce el recipiente cilíndrico en la probeta y se toma la lectura del volumen de agua, consignándolo en la tabla como volumen final (Vol. F.).
4. Se calcula el volumen desplazado (Vol. Desplazado) siendo la diferencia entre el volumen final y el inicial.
5. Se calcula el empuje para determinar su condición.
6. Se repite el procedimiento para 2 pesos diferentes, uno mayor a los 30 g. y uno menor a 20 g.
7. Se introduce el recipiente cilíndrico muestra cuyo peso es de 33.34 g y de volumen 31.00 ml, observando su comportamiento.

$$W = E$$
$$\gamma_{mat} Vol = \gamma_l Vol_s$$

Actividades (Tercera Etapa)

Contestar lo siguiente:

1. De acuerdo a lo observado con el cilindro muestra, ¿Por qué primero flota, y después se hunde?
2. ¿Qué condición se debe cumplir para que el empuje (E) sea igual que el peso (W)?
3. ¿Qué pasaría si el objeto sumergido tuviera otra forma, cubica, rectangular, ovalada, etc. en vez de ser cilíndrica?
4. ¿Qué pasa si tenemos las siguientes condiciones?

   a) E > W

   b) E < W

   c) E = W

TABLA 2.1

(1) *Vol. I. (ml)*	*(2)* *Vol. F. (ml)*	*(3)* *Peso W (gr)*	*(4)* *Vol. Desplazado (ml)*	*(5)* *Empuje (gr)*	*(6)* *Condición*

Nombre del alumno: _____ **Matrícula:** _____.

Semestre: _____ **Sección:** _____ **N° de equipo:** _____ **Laboratorista:** _____.