

GUÍA DE LABORATORIO PARA LA PRÁCTICA DE CENTRO DE PRESION EN UNA SUPERFICIE LISA

Resumen: en esta guía de laboratorio se encuentran la definición de presión estática, variación de la presión con la profundidad y presión sobre una superficie lisa sumergida en un líquido cuando está en inmersión parcial e inmersión total, conceptos que deben tenerse claros para realizar y entender la práctica. También se encuentra descrito el proceso para tomar los datos de las alturas en función de la masa puesta y los diferentes cálculos deben hacerse en la inmersión parcial e inmersión total para hallar el centro de presiones sobre la cara rectangular en cada caso, teniendo en cuenta el momento que se produce con la masa y las dimensiones del dispositivo que usaremos en el laboratorio. Se recomienda verificar los elementos antes de utilizarlos, tener cuidado con el equipo de centro de presión y por ultimo dejar los elementos limpios y en orden después de utilizarlos.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESIÓN ESTÁTICA:

Nos referimos a fluidos estáticos cuando éstos se encuentran en reposo. El único factor físico que se tiene en cuenta al estudiar un líquido estático es la gravedad. Consiguientemente, la superficie del líquido siempre estará horizontal y, por lo tanto, la intensidad de presión sobre cualquier superficie horizontal será la misma.

La presión en cualquier punto será la fuerza ejercida por unidad de área en ese punto y se mide en Pascal (Pa), o en bares (siendo 1 bar=100000 Pa)

$$P = \frac{F}{A} \quad (1.1)$$

1.2. VARIACIÓN DE LA PRESION CON LA PROFUNDIDAD:

Considérese un recipiente que contiene un líquido con una altura h , y considérese un prisma de líquido de área A . La presión total en la base del prisma, P , será igual al peso del líquido que está sobre él, lo que se puede expresar de la forma:

$$P = \text{densidad} * \text{gravedad} * \text{Volumen del líquido} = \rho * g * A * h \quad (1.2)$$

La intensidad de la presión en la base del prisma será:

$$p = \frac{P}{A} = \frac{\rho * g * A * h}{A} = \rho * g * h \quad (1.3)$$

1.3. PRESIÓN SOBRE UNA SUPERFICIE LISA SUMERGIDA EN UN LÍQUIDO:

Sea una superficie plana inclinada (M-N) un ángulo (θ) respecto a la superficie libre del líquido (O-O). Para ver la presión que ejerce el agua sobre dicha superficie consideraremos una tira simple de ancho b , y espesor dx , siendo x la distancia desde B.

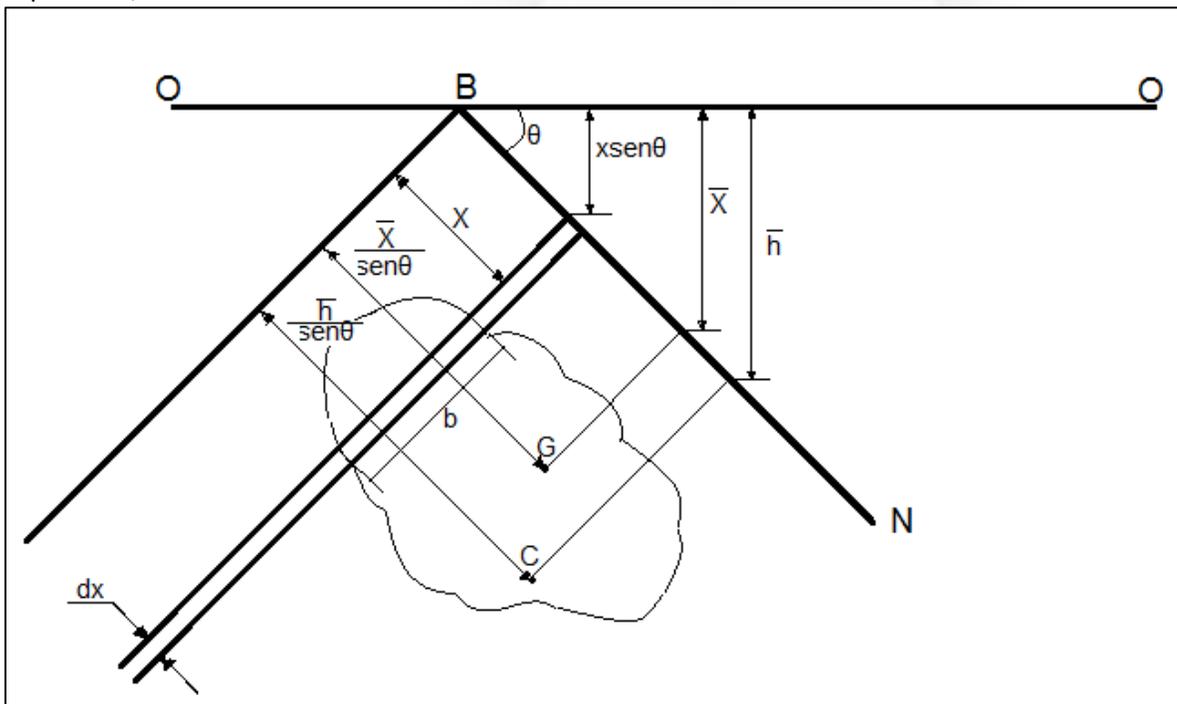


Figura 1. Presión que ejerce el agua sobre una superficie lisa. (Fuente: Manual de prácticas Edibon)

Si la altura de la tira es:

$$h = x \text{sen} \theta \quad (1.4)$$

La intensidad de la presión sobre la tira está definida como:

$$dp = \rho g x \text{sen} \theta \quad (1.5)$$

La presión total sobre la tira será:

$$dP = \rho g \text{sen} \theta \int x b dx \quad (1.6)$$

Siendo esta integral el momento de primer orden del área de la superficie respecto de B con solución igual a $A * G$. Donde G indica la posición del centro de gravedad de la superficie:

$$G = \frac{\bar{x}}{\text{sen} \theta} \quad (1.7)$$

Por tanto,

$$P = \rho g A \bar{x} \quad (1.8)$$

De esta expresión se deduce que la presión total que se ejerce sobre una superficie lisa no depende del ángulo de inclinación de dicha superficie con respecto a la superficie libre del líquido.

Esta presión total (P), debe tomarse actuando en el centro de presión c. Para determinar la posición del centro de presión, establecemos la ecuación siguiente:

Momento de P sobre B= momentos de las presiones sobre la tira simple respecto a B

Es decir,

$$P \frac{\bar{h}}{\text{sen}\theta} = \rho g \text{sen}\theta \int x^2 b dx \quad (1.9)$$

Sabemos que:

$$\rho g A \bar{x} \frac{\bar{h}}{\text{sen}\theta} = \rho g \text{sen}\theta \int x^2 b dx \quad (1.10)$$

Reagrupando:

$$\bar{h} = \frac{\text{sen}^2\theta}{A\bar{x}} \int x^2 b dx \quad (1.11)$$

Siendo $\int x^2 b dx = I_B$ el segundo momento de inercia del área respecto a B

Por tanto,

$$\bar{h} = \text{sen}^2\theta \frac{I_B}{A\bar{x}} \quad (1.12)$$

Usando el teorema de ejes paralelos que dice $I_B = I_G + A * d^2$, tenemos:

$$d = \frac{\bar{x}}{\text{sen}\theta}$$

Así:

$$I_B = I_G + \frac{A\bar{x}^2}{\text{sen}^2\theta} \quad (1.13)$$

Donde I_G es el momento de inercia de la superficie respecto al eje que pasa por su centro de gravedad G. Reemplazando la ecuación (1.13) en la (1.12), obtenemos:

$$\bar{h} = \left[I_G + \frac{A\bar{x}^2}{\text{sen}^2\theta} \right] \left(\frac{\text{sen}^2\theta}{A\bar{x}} \right) \quad (1.14)$$

Cuando $\theta=90^\circ$, es decir, cuando la superficie a estudiar es perpendicular a la superficie libre del líquido, $\text{sen}\theta =1$. Por lo tanto:

$$\bar{h} = \frac{I_G + A\bar{x}^2}{A\bar{x}} \quad (1.15)$$

1.4. ANÁLISIS PARA LA PRÁCTICA DE LABORATORIO

Para realizar la práctica de laboratorio es necesario estudiar la Figura 2 y tener en cuenta los valores de las distancias L , a , b y d , que serán fundamentales para el análisis de las dos partes del laboratorio, Cuando se sumerge parcialmente y totalmente.

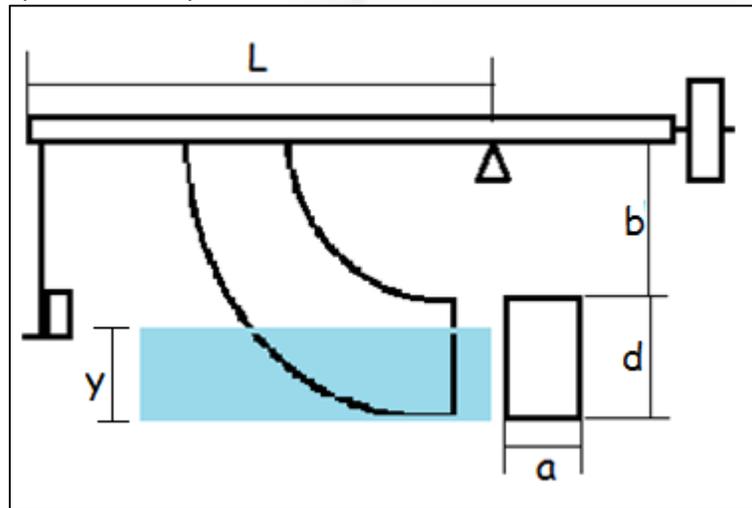


Figura 2. Longitudes que deben tenerse en cuenta para el análisis (Fuente: Manual de prácticas Edibon)

1.5. Inmersión parcial

Teniendo en cuenta la ecuación las siguientes ecuaciones:

$$P = \rho g \bar{h} A \quad (1.16)$$

$$y_c - \bar{y} = \frac{I_G}{A\bar{y}} \quad (1.17)$$

En el caso de inmersión parcial se cumple que

$$\bar{y} = \frac{y}{2} \quad (1.18)$$

$$A = by \quad (1.19)$$

Obteniendo:

$$P = \frac{1}{2} \rho g b y^2 \quad (1.20)$$

$$y_c - y = \frac{\frac{by^3}{12}}{\frac{by^2}{2}} = \frac{y}{6} \quad (1.21)$$

El momento M de P respecto al eje de perfil afilado vendrá dado por la expresión:

$$M = \frac{1}{2} g \rho b y^2 \left(a + b - \frac{y}{2} + \frac{y}{6} \right) = \frac{1}{2} g \rho b y^2 \left(a + b - \frac{y}{3} \right) \quad (1.22)$$

Ahora bien, el momento M también es:

$$M = g m L \quad (1.23)$$

Donde m es la masa añadida en el platillo de la balanza y L es la distancia desde el pivote al eje en el que está suspendida la balanza.

Por lo tanto:

$$m L = \frac{1}{2} \rho b y^2 \left(a + d - \frac{y}{3} \right) \quad (1.24)$$

1.6. Inmersión total

En el caso de inmersión total, la ecuación para la profundidad del centro de gravedad de la superficie plana \bar{y} es:

$$\bar{y} = y - \frac{d}{2} \quad (1.25)$$

Al igualar los momentos obtenemos la expresión:

$$F L = \rho \bar{y} b d g \left(a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12y} \right) \quad (1.26)$$

Donde:

F es el producto de m y g, y

g es la gravedad de Bogotá que equivale a 9,79 m/s² aproximadamente.

2. MATERIALES REQUERIDOS

2.1. Suministrados por el laboratorio:

- Aparato de Presión Hidrostática o hidrostático (Figura 3).



Figura 3. Aparato de presión hidrostática

- Conjunto de pesas variables (Figura4).



Figura 4. Conjunto de pesas variables.

- Agua

3. OBJETIVO

Determinar la posición del centro de presión sobre la cara rectangular del flotador cuando está sumergido parcialmente y completamente.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Inmersión parcial:

- 4.1.1. Situar el aparato de presión hidrostática sobre la superficie de trabajo del banco hidráulico, cerca al tanque (1) superior (Figura 5).

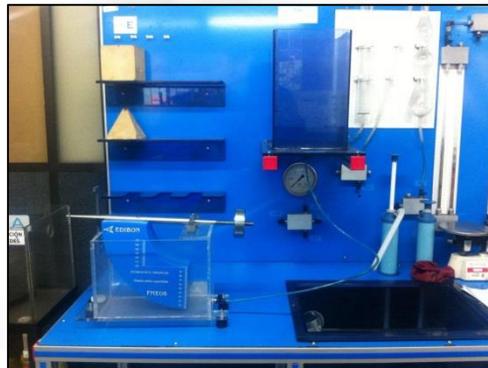


Figura 5. Posición del aparato (Fuente: Propia)

- 4.1.2. Nivelar el aparato manipulando convenientemente los pies de sustentación, que son regulables. La correcta nivelación la determina un nivel de burbuja (B) sujeto a la base del depósito. (Figura 6)



Figura 6. Nivelación del aparato (Fuente: Propia)

4.1.3. Colocar el platillo (D) de masas al final del eje. (Figura 7).

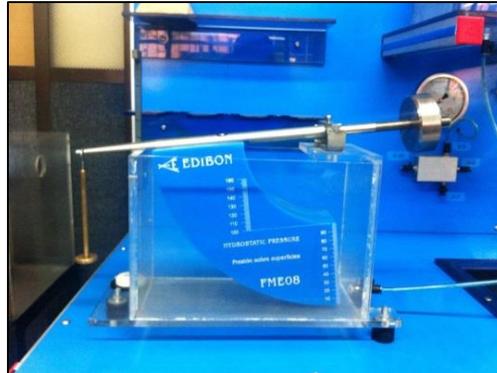


Figura 7. Posición del platillo de masas (Fuente: Propia)

4.1.4. Conectar mediante una manguera el tanque (1) a la entrada del aparato de presión hidrostática (A). (Figura 8)

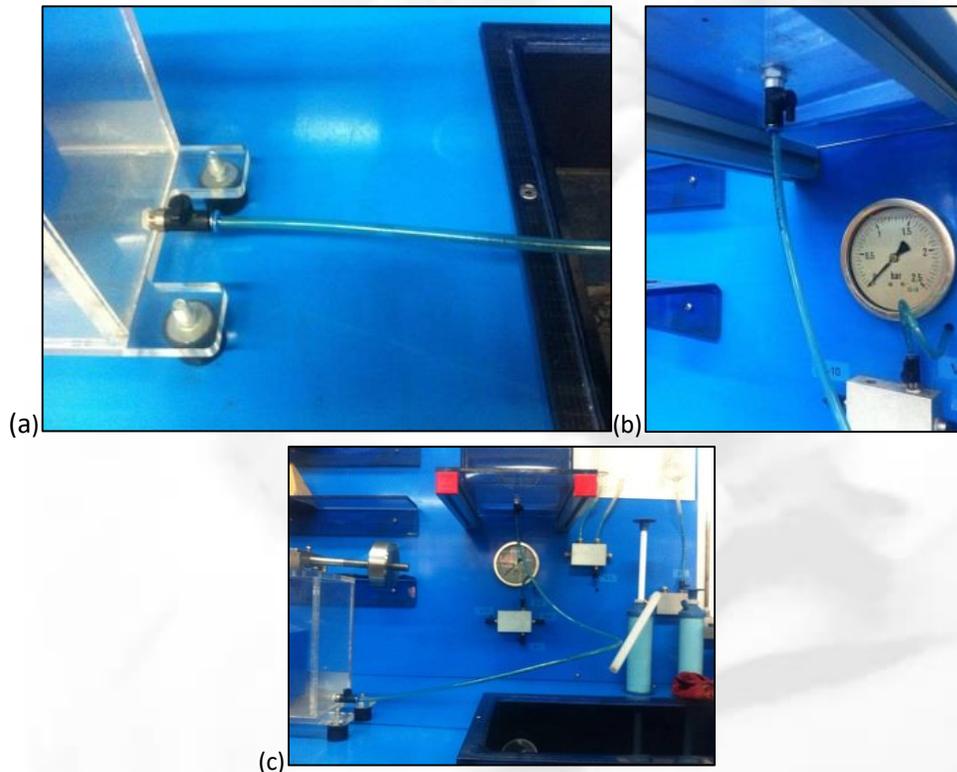


Figura 8. Conexión al tanque (a) al aparato (b) al tanque (c) general (Fuente: Propia)



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

4.1.5. Nivelar el brazo basculante mediante el contrapeso ajustable (C) (Figura 9)

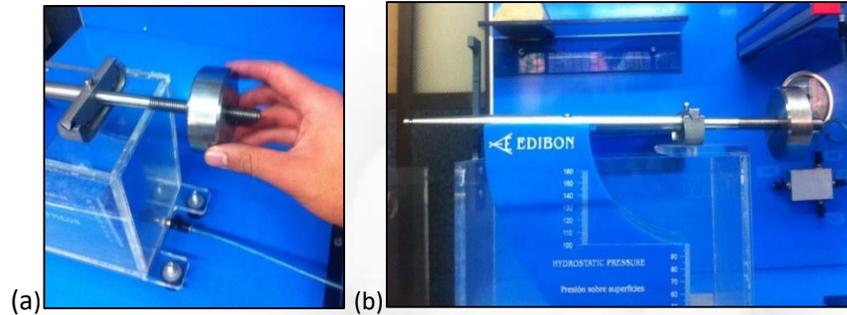


Figura 9. Nivelación del brazo basculante (Fuente: Propia)

4.1.6. Llenar el tanque (1) con agua manualmente. (Figura 10)



Figura 10. Llenar el tanque (Fuente: Propia)

4.1.7. Abrir la válvula (V1) y (A) para llevar el agua desde el tanque (1) al aparato, hasta que la superficie libre del agua sea tangente al borde más inferior del cuadrante, cuando esto pase cerrar solamente (A) (Figura 11)



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

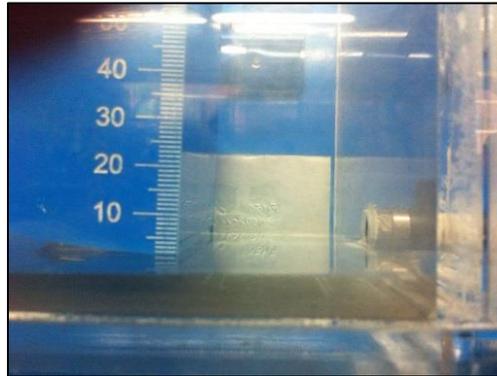


Figura 11. Válvula tangente al borde más inferior (Fuente: Propia)

- 4.1.8. Colocar una masa sobre el platillo de balanza (D)
- 4.1.9. Abrir la válvula en (A) lentamente, hasta que el brazo basculante recupere la posición horizontal. (Figura 12)

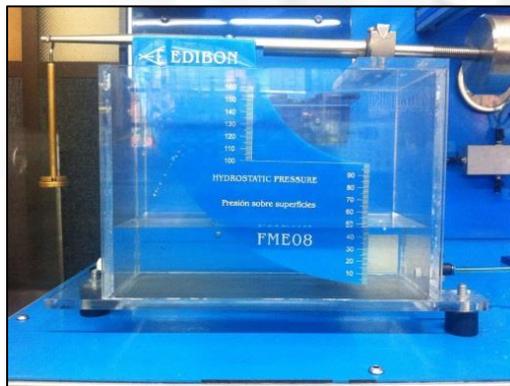


Figura 12. Recuperación de posición horizontal del flotador (Fuente: Propia)

- 4.1.10. Anotar el nivel de agua indicado en el flotador, y el valor de las masas situadas sobre el platillo en la tabla 1.
- 4.1.11. Repetir el procedimiento anterior varias veces, aumentando en cada una de ellas, progresivamente, el peso en el platillo (D) hasta que, estando nivelado el brazo basculante, el nivel de la superficie libre del agua enrase con la arista superior de la superficie plana rectangular que presenta el extremo del cuadrante (E). (Figura 13)

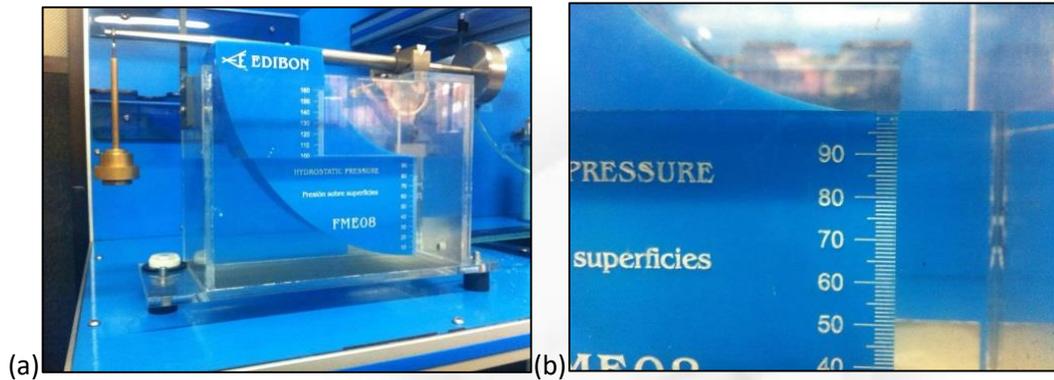


Figura 13. Nivel del agua en la ista superior de la cara rectangular (Fuente: Propia)

4.2. Inmersión total:

- 4.2.1. Con el nivel del agua sobre la arista de la cara cuadrada (E), incrementar el peso sobre el platillo de balanza (D) y añadir agua lentamente, hasta que el brazo basculante recupere la posición horizontal. (Figura 14)

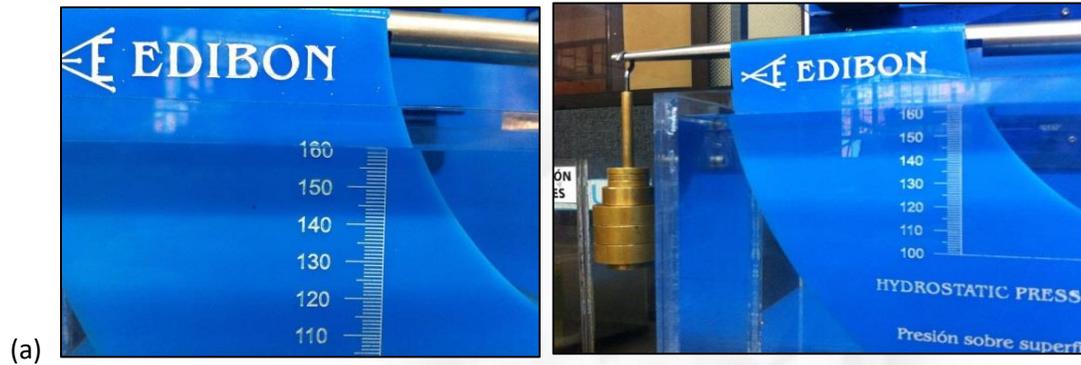


Figura 14. Incrementación del peso para inmersión total (Fuente: Propia)

- 4.2.2. Tomar nota del nivel y el peso correspondiente en la tabla 3.
- 4.2.3. Repetir este proceso varias veces, aumentando en cada una de ellas, progresivamente, el peso en el platillo, hasta que estando nivelado el brazo basculante, el nivel de la superficie libre del agua alcance la cota máxima señalada por la escala del flotador (F). (Figura 15)



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica



(a)

Figura 15. Nivel máximo en inmersión total (Fuente: Propia)

4.2.4. Cerrar las válvulas (V1) y desconectar el cable del tanque 1 teniendo cuidado de salpicaduras.

4.2.5. Poner el extremo del cable en un balde para reutilizar el agua. (Figura 16)



Figura 16. Evacuación del agua (Fuente: Propia)



4. RESULTADOS

4.1. Inmersión parcial

4.1.1. Para $y < d$ (inmersión parcial), calcular el valor práctico y teórico de m/y^2 utilizando la ecuación (1.27) y diligenciar completamente la tabla 1.

$$\frac{m}{y^2} = \frac{\rho \cdot b}{2L} \left(a + d - \frac{y}{3} \right) \quad (1.27)$$

Masa (m) [g]	Altura (y) [mm]	$\frac{y}{3}$ (mm)	$\frac{m}{y^2}^{PRAC}$ (kg/mm ²)	$\frac{m}{y^2}^{TEO}$ (kg/mm ²)	Error absoluto (E _a) $\left \frac{m}{y^2}^{PRAC} - \frac{m}{y^2}^{TEO} \right $	Error relativo (%) $\left(\frac{E_a}{\frac{m}{y^2}^{TEO}} * 100 \right)$
155	100					

Tabla 1. Toma de datos inmersión parcial

4.1.2. Dibujar, a la escala conveniente, la función $\frac{m}{y^2}$ teniendo en cuenta la ecuación (1.27). La pendiente de esta gráfica debe ser $-\frac{\rho b}{6L}$, y su intersección con el eje de coordenadas $\rho b \frac{(a+b)}{2L}$.

4.2. Inmersión total:

4.2.1. Para $y > d$ (inmersión total), calcular los valores prácticos y teóricos de \bar{y} , $\frac{m}{\bar{y}}$, y $\frac{L}{\bar{y}}$ mediante la ecuación (1.25) y diligenciar completamente la tabla 2.



4.2.2. Comparar $\frac{m}{\bar{y}}$ con $\frac{L}{\bar{y}}$

4.2.3. La función $\frac{F}{\bar{y}}$ despejando de la ecuación (1.26) es:

$$\frac{F}{\bar{y}} = \frac{\rho b d g}{L} \left(a + \frac{d}{2} + \frac{d^2}{12\bar{y}} \right) \quad (1.28)$$

4.2.4. Dibujar, a la escala conveniente, la función $\frac{F}{\bar{y}}$. La pendiente de esta gráfica debe ser $\frac{\rho \cdot b \cdot d^3}{12L}$,

y su intersección con los ejes $\frac{\rho \cdot b \cdot d}{L} \left(a + \frac{d}{2} \right)$

4.2.5. Razonar las discrepancias, si las hay, entre los valores prácticos y teóricos obtenidos.

4.2.6.

Masa (m) [g]	Altura (y) [mm]	\bar{y} [mm]	$\frac{m}{\bar{y}}$ [kg/mm]	$\frac{L}{\bar{y}}$	$\frac{F}{\bar{y}} TEO$	$\frac{mg}{\bar{y}} PRAC$	Error absoluto E_a $\left \frac{F}{\bar{y}} TEO - \frac{mg}{\bar{y}} PRAC \right $	Error relativo (%) $\left[\frac{E_a}{\frac{F}{\bar{y}} TEO} * 100 \right]$
380	160							

5. RECOMENDACIONES

- Verificar el estado de los elementos antes de utilizarlos.
- Dejar los elementos utilizados en la práctica limpios y en completo orden.



GL-B03

**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad Tecnológica
Laboratorios y Talleres de Mecánica

Proyectó	Paula Rincón, Andrés Ramírez	Monitores académicos 2016-1
Revisó	Carlos Andrés Romero	Auxiliar de laboratorio
Aprobó	Luini Hurtado	Coordinador de Laboratorios y Talleres de Mecánica
Fecha	22/02/2017	Versión 02