

BANCO HIDRÁULICO

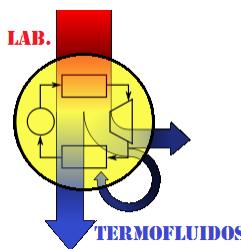
PRACTICA 3 bis:

FUERZAS SOBRE SUPERFICIES PLANAS “CENTROS DE PRESIONES”
ALUMNO(A):

MATRÍCULA:	APELLIDO PATERNO:	APELLIDO MATERNO:	NOMBRE(S)
GRUPO:	HORARIO DE PRACTICA:	FECHA:	FIRMA:

REVISÓ (PARA SER LLENADO POR EL INSTRUCTOR):

NOMBRE DEL PROFESOR: MTRO. JOSE GUSTAVO LEYVA RETURETA			
NOMBRE DEL INSTRUCTOR:			
FECHA DE REVISIÓN	RESULTADO ACREDITADO NO ACREDITADO	FIRMA	
OBSERVACIONES:		SELLO DEL LABORATORIO	



OBJETIVOS

Aplicar por medio del tanque cuadrante del banco de pruebas hidráulicas los principios hidrostáticos que rigen las fuerzas sobre las superficies en contacto, comprobando el comportamiento con áreas, total y parcialmente sumergidas.

Calcular centros de presión de forma experimental y teórica para superficies total y parcialmente sumergidas a diferentes ángulos de inclinación.

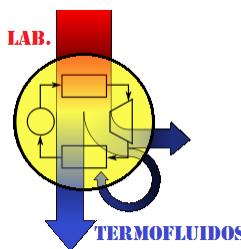
EQUIPO Y ELEMENTOS DE LABORATORIO

- Banco de pruebas hidráulicas.
- Tanque cuadrante.
- Beaker.
- Juego de pesas
- Regla.

Introducción:

El centro de presión es el punto de un plano en el que puede asumirse que el empuje total del fluido actúa en dirección normal al plano. El tanque cuadrante del banco de pruebas hidráulicas permite medir directamente el momento debido al empuje total del fluido sobre una superficie total o parcialmente sumergida y compararlo con el análisis teórico.

El agua está contenida en un tanque cuadrante montado como parte de una balanza. Los lados cilíndricos del cuadrante tienen sus radios coincidiendo con el centro de rotación de tanque y de este modo la presión total del fluido que actúa sobre estas superficies no ejerce momento alrededor del centro de rotación.



El único momento presente es el que se debe a la presión del fluido actuando sobre la superficie plana. Este momento se mide experimentalmente colocando pesas en el soporte dispuesto en el extremo del brazo opuesto al tanque cuadrante. Un segundo tanque situado en el mismo lado del brazo de la balanza, proporciona la facilidad de equilibrar el sistema. La escala en el tanque cuadrante se usa para medir la altura “ h ” del nivel del agua por debajo del pivote. La fuerza debida a la presión hidrostática en el centro de presión CP, a una distancia Y_{cp} desde O'. Esta se mide a lo largo del plano de la superficie rectangular inclinada.

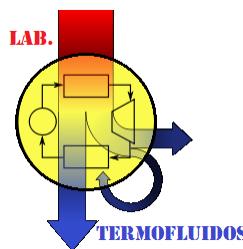
Fuerzas de Presión

Considerando la definición de presión como una fuerza por unidad de área, se deduce que la fuerza ejercida por un fluido sobre una superficie corresponde a la integral de la presión en el área estudiada. Estudiemos el caso en que es válida la ley hidrostática, es decir, el líquido se encuentra sometido solamente al efecto de la gravedad. Es posible distinguir varios casos que dependen de la geometría de la superficie estudiada: superficies planas e inclinadas y superficies curvas. En esta guía se estudiará solamente los casos de las superficies planas rectangulares, inclinadas y verticales.

En el caso de una superficie plana vertical, se sabe que la presión aumenta linealmente con la profundidad. Para este caso, se utilizará el concepto del prisma de presiones para determinar la fuerza de presión horizontal, la que corresponde al volumen de dicho prisma.

El punto de aplicación de esta fuerza es el centro de gravedad del prisma de presiones.

Para el caso de una superficie inclinada, si ésta es plana, la fuerza de presión que ejerce el líquido es normal a la superficie y también se puede calcular como el



volumen del prisma de presiones asociado. El punto de aplicación corresponde también al centro de gravedad de éste.

Determinación teórica del Ycp.

La expresión teórica de la distancia del centro de presión es:

$$Y_{cp} = \frac{I_{cg}}{Y_{cg} * A} + Y_{cg}$$

(Teórico)

Donde:

Icg: Segundo momento de área (momento de inercia) de la superficie sumergida con respecto al eje horizontal que pasa por el centro de gravedad CG.

Ycg: Distancia desde O' (intersección del plano del nivel del agua con el plano de la superficie sumergida) al centro de gravedad de misma superficie.

Determinación experimental del Ycp.

Para la posición de equilibrio del aparato, tomando momentos alrededor del pivote 0, se tienen:

$$F*Y = m*g*R_2*\cos\theta$$

θ = ángulo de inclinación de la superficie sumergida.

Y = distancia del pivote al centro de presión.

(m) = masa de las pesas necesarias para el equilibrio.

R₂ = distancia del pivote al centro de las pesas.

(g) = aceleración de la gravedad.

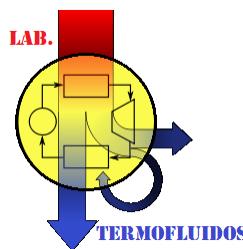
$$Y = \frac{m \cdot g \cdot R_2}{F}$$

También por geometría resulta que:

$$Y = Y_{cp} + R_1 - \frac{h_1}{\cos \theta} \quad Y_{cp} = Y - R_1 - \frac{h_1}{\cos \theta} \quad \text{Donde:}$$

R₁ = radio menor del tanque cuadrante.

h = profundidad del agua hasta el extremo superior del agua.



EXPRESIONES A USAR PARA SUPERFICIES TOTALMENTE SUMERGIDA

$$h_1 = R_1 \cdot \cos \theta - h \cdot \cos \theta + R_1 \cdot \sin \theta$$

$$h_2 = R_2 \cdot \cos \theta - h \cdot \cos \theta + R_2 \cdot \sin \theta$$

$$h_{cg} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Profundidad al centro de gravedad:

Fuerza sobre el área:

$$F = \gamma \cdot (h_{cg}) \cdot A \quad \text{Donde } A = B * L$$

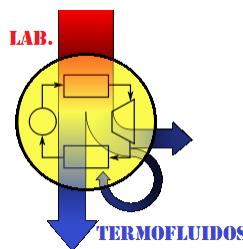
$$Y = \frac{m \cdot g \cdot R_2 \cdot \cos \theta}{F}$$

$$I_{cg} = \frac{B \cdot L^3}{12}$$

Cálculo del Ycp experimentalmente:

$$Y_{cp} = Y - R_1 + \frac{h_1}{\cos \theta} \text{ (experimental)}$$

$$Y_{cg} = \frac{h_{cg}}{\cos \theta}$$



EXPRESIONES A USAR PARA SUPERFICIES PARCIALMENTE SUMERGIDA.

$$h = h' \cdot \cos \theta - R_1 \cdot \operatorname{sen} \theta$$

$$h_2 = R_2 \cdot \cos \theta - h' \cdot \cos \theta + R_1 \cdot \operatorname{sen} \theta$$

$$l = R_2 - \frac{h}{\cos \theta}$$

Longitud sumergida:

$$l = \frac{h_2}{\cos \theta} \quad 0 \quad l = R_2 - \frac{h}{\cos \theta}$$

Área sumergida: $A = l \cdot B$

Profundidad al centro de gravedad:

$$h_{cg} = \frac{l \cdot \cos \theta}{2}$$

Fuerza sobre el área:

$$F = \gamma \cdot A \cdot (h_{cg})$$

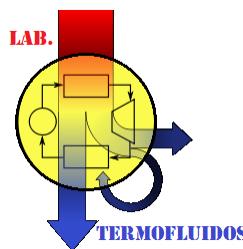
Cálculo del Ycp experimentalmente:

$$Y_{cp} = \frac{W \cdot R_2 \cdot \cos \theta}{F} - \frac{h}{\cos \theta}$$

Cálculo del Ycp teóricamente:

$$Y_{cp} = \frac{I_{cg}}{Y_{cg} \cdot A} + Y_{cg} \text{ (teórico)}$$

$$Y_{cg} = \frac{h_{cg}}{\cos \theta}$$



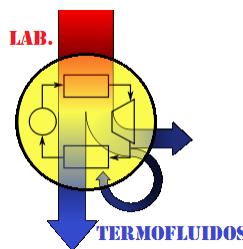
Metodología:

Prueba Nº 1. ÁREA TOTALMENTE SUMERGIDA

- Equilibra el aparato de tal forma que la pared plana del tanque se encuentre en posición vertical.
- Verter agua sobre el tanque cuadrante de tal forma que el nivel del agua se encuentre por encima del radio de 100mm, es decir que el nivel del agua debe sobre pasar el nivel de la cara plana.
- Equilibra el sistema agregando pesas de 200 y 50gr en el soporte dispuesto en el extremo del brazo opuesto al tanque cuadrante.
- Medir la altura desde el pivote hasta el nivel del agua.
- Repetir el procedimiento anterior para 7 lecturas en donde el sistema se encuentre en equilibrio ($\theta=0$) y para seis ángulos diferentes.

Prueba Nº 2. ÁREA PARCIALMENTE SUMERGIDA

- Equilibra el aparato de tal forma que la pared plana del tanque se encuentre en posición vertical.
- Verter agua sobre el tanque cuadrante de tal forma que el nivel del agua se encuentre por debajo del radio de 100mm, es decir que el nivel del agua no debe sobre pasar el nivel de la cara plana.
- Equilibra el sistema agregando pesas de 200 y 50gr en el soporte dispuesto en el extremo del brazo opuesto al tanque cuadrante.
- Medir la altura desde el pivote hasta el nivel del agua.
- Repetir el procedimiento anterior para 7 lecturas en donde el sistema se encuentre en equilibrio ($\theta=0$) y para seis ángulos diferentes.



Objetivos Específicos:

Prueba Nº 1. Área totalmente sumergida.

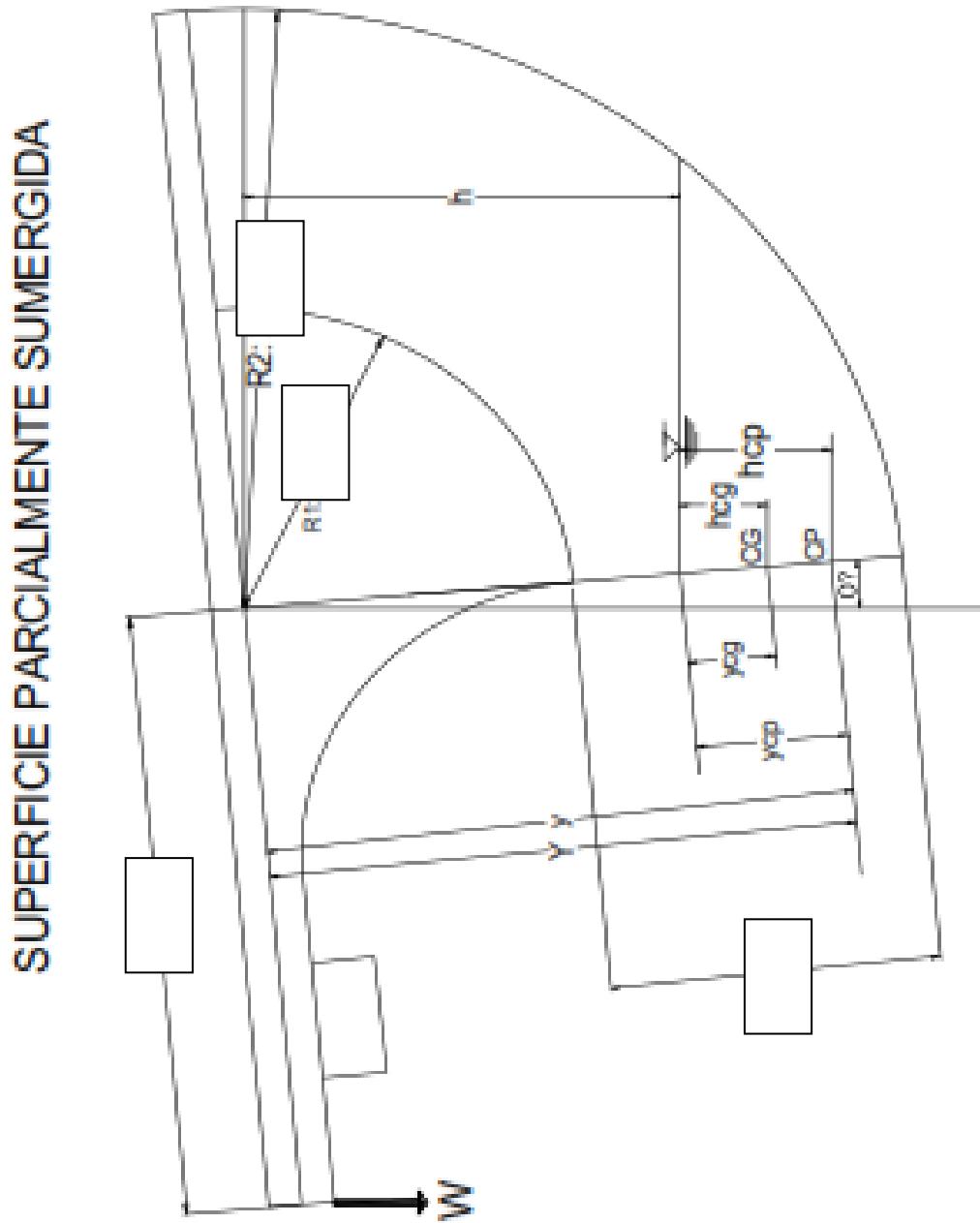
- Analizar Variación del centro de presión con respecto a la profundidad (h)
- Determinar y comparar las distancias del centro de presión Y_{cp} de forma teórica y experimental, para la condición de la superficie plana totalmente sumergida y para ocho combinaciones de ángulo (θ).
- Elaborar la gráfica de Y_{cp} vs h para los datos tomados de área totalmente sumergida en condición de $\theta = 0^\circ$.

Prueba Nº 2. Área parcialmente sumergida.

- Analizar Variación del centro de presión con respecto a la profundidad (h)
- Determinar y comparar las distancias del centro de presión Y_{cp} de forma teórica y experimental, para la condición de la superficie plana parcialmente sumergida y para ocho combinaciones de ángulo (θ).
- Elaborar la gráfica de Y_{cp} vs h para los datos tomados de área parcialmente sumergida en condición de $\theta = 0^\circ$.

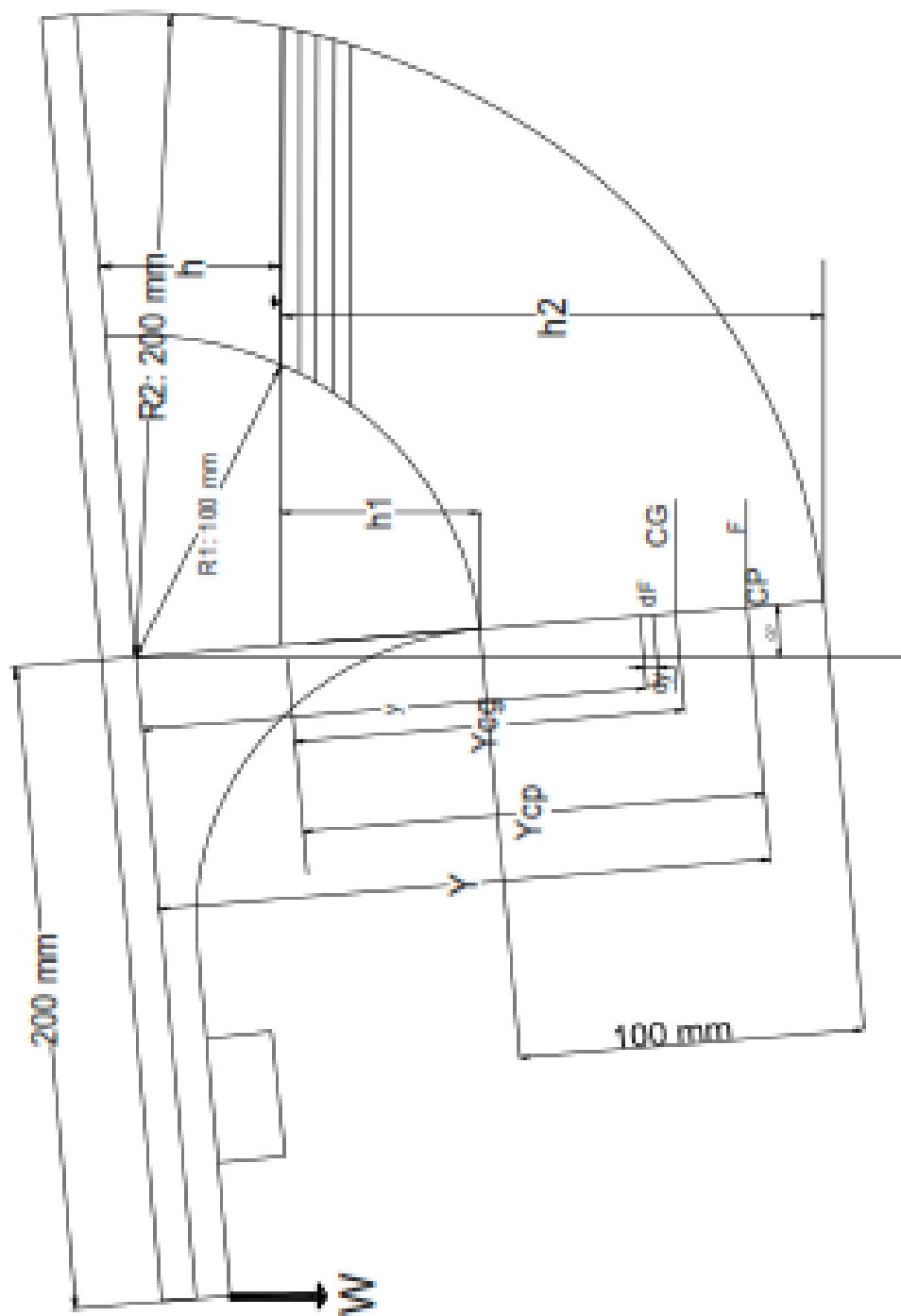


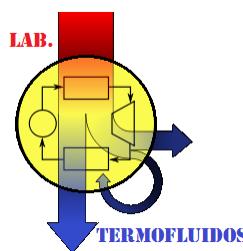
BANCO HIDRÁULICO



BANCO HIDRÁULICO

SUPERFICIE TOTALMENTE SUMERGIDA





BANCO HIDRÁULICO

FORMATO CÁLCULOS

ÁREA TOTALMENTE SUMERGIDAS A DIFERENTES ÁNGULOS

θ	h (mm)	h1 (mm)	h2 (mm)	hcg (mm)	M (kg)	F (N)	Ycg (mm)	Ycp (mm) teórico	Y (mm)	$h1 \cos\theta$	Ycp (mm) exp

ÁREA PARCIALMENTE

θ	h (mm)	Masa (kg)	l (mm)	hcg (mm)	F (N)	Ycp (mm) exp	Ycg (mm)	Icg (mm ⁴)	Ycp (mm) teórico

ÁREA PARCIALMENTE SUMERGIDA A CERO GRADOS

Ensayo	h (mm)	Masa (kg)	l (mm)	hcg (mm)	F (N)	Ycp (mm) exp	Ycg (mm)	Icg (mm ⁴)	Ycp (mm) teórico

ÁREA PARCIALMENTE SUMERGIDA A CERO GRADOS

Ensayo	h (mm)	Masa (kg)	hcg (mm)	F (N)	Ycp (mm) experimental