



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS



LABORATORIO DE MECÁNICA

## PRÁCTICA 4: CENTRO DE GRAVEDAD DE UN CUERPO TABULAR

PROFESOR(A): López Téllez Edgar R.

SEMESTRE 2018-2

BRIGADA: 5

INTEGRANTES:

Bárcenas Avelar Jorge Octavio

Monsalvo Bolaños Melissa Monserrat

Murrieta Villegas Alfonso

Pérez Martínez Víctor Hugo

Reza Chavarría Sergio Gabriel

Valdespino Mendieta Joaquín

GRUPO: 8

CD. UNIVERSITARIA

## Práctica 4: Centro de gravedad de un cuerpo tabular

### Introducción

Uno de los conceptos más importantes de la mecánica que repercute en gran variedad de objetos de nuestra vida cotidiana es el centro de gravedad. El centro de gravedad es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas porciones de un cuerpo, en este caso, nuestra tabla de madera tiene inscritas algunas figuras primitivas (Un medio círculo, un círculo entero, un rectángulo y un triángulo) las cuales tienen el propósito de plantearnos el problema de encontrar el centro de gravedad de ésta.

A través de dicho diseño, se calculó de manera experimental (A través del cálculo de fuerza de dos puntos en la tabla y utilizando las líneas de acción de gravedad del cuerpo) y teórica el centro de gravedad del cuerpo, para de esta forma observar si existe alguna diferencia entre ambos métodos y comprobando si los resultados eran iguales o determinar por qué eran distintos.

**NOTA:** Para este experimento se tomó a la tabla con una densidad constante.

### Objetivos

- a. Diseñar un cuerpo tabular con ciertas características geométricas que faciliten la obtención de su centro de gravedad tanto experimental, como teórica y gráficamente.
- b. Fabricar con una tabla de madera de aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de pulgada de espesor, 19 mm, el cuerpo diseñado.
- c. Obtener el centro de gravedad de dicho cuerpo con base en dos métodos experimentales diferentes.
- d. Calcular el centro de gravedad del mismo cuerpo a partir de su descomposición en figuras planas primitivas (triángulos, rectángulos, círculos completos, semicírculos y cuartos de círculo) y con base en las expresiones teóricas. }
- e. Realizar el modelo tridimensional del multicitado cuerpo con algún software gráfico, tal como AutoCad, Solid Edge o Katia, y determinar su centro de masa empleando comandos adecuados.

### Materiales

1. Bastidor con base de madera y accesorios.
2. Dos cuerdas con ganchos.
3. Dinamómetro de 10 N
4. Plomada
5. Flexómetro
6. Juego de escuadras (2)
7. Un lápiz o marcador
8. Balanza (uso general)

### Por parte del alumno:

1. Una tabla de madera de 0.40 x 0.25 m y  $\frac{3}{4}$  de espesor, aproximadamente
2. Bloque de madera del mismo material que la anterior de 0.10 x 0.10 m y  $\frac{3}{4}$  de espesor, aproximadamente
3. Tres armellas cerradas

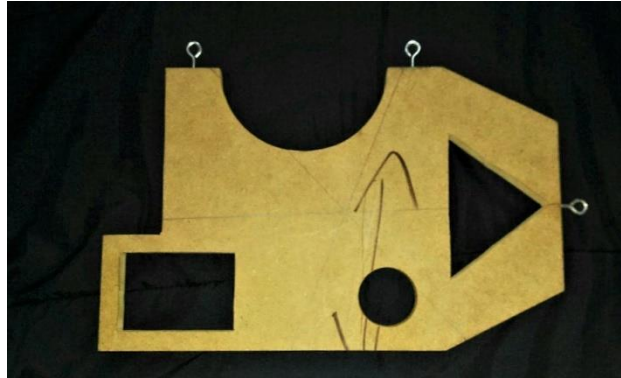


Imagen 1: Tabla empleada en el experimento

## Desarrollo

### Experimento I

Se clavaron armellas a los lados de la madera (Dos en el lado de 40 cm y una en el lado de 25) tomando en cuenta que las líneas proyectadas de estas no cruzaran por alguna figura primitiva de la tabla. En el caso del lado de 40 cm, se trazaron las líneas proyectadas de las 2 armellas (Ambas eran paralelas).

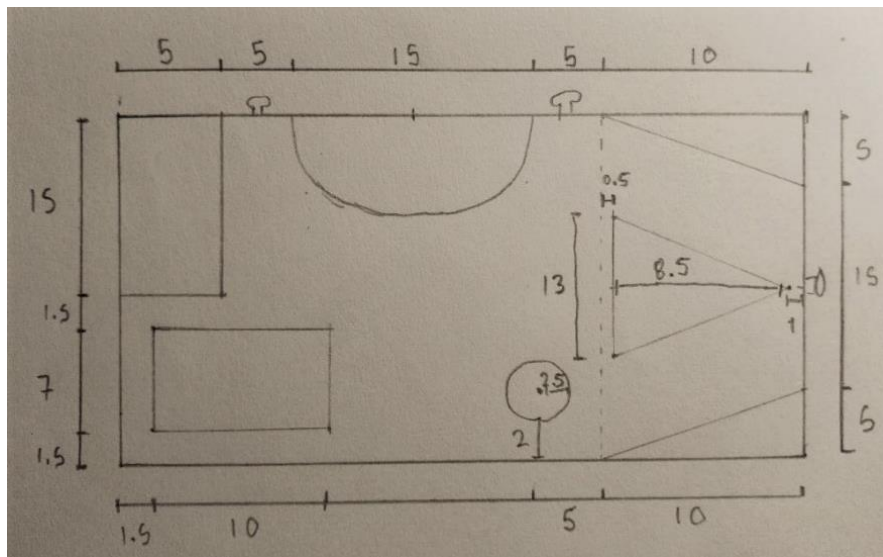


Imagen 2: Características de la tabla del experimento

Empleando un bastidor y dos cuerdas, colgamos la tabla, posteriormente, usando un nivel de burbuja, se comprobó que la madera estuviera nivelada con respecto a la mesa (Eje X). Posteriormente, se utilizó un dinamómetro para obtener las magnitudes de las tensiones de ambas cuerdas.



Imagen 3: Tabla una vez colgada y nivelada.

Por otro lado, Se descolgó la tabla y se volvió a colgar, esta vez se colgó solo de la argolla del lado de 25 cm, con el uso de una plomada se trazó la perpendicular a ese lado.

NOTA: Se tomaron a través de un dinamómetro las magnitudes de las tensiones o fuerzas en cada una de las armellas (Estas fueron usadas en el apartado “Método teórico – Momento y Resultante en un punto”).



Imagen 4: Obtención de tensiones empleando un dinamómetro

## Experimento II

Se colgó la tabla desde una de las armellas mediante el uso de la plomada trazamos las líneas de acción de gravedad. Posteriormente realizamos lo mismo en las otras 2 armellas. Por último, marcamos el punto de intersección de las 3 líneas de acción.

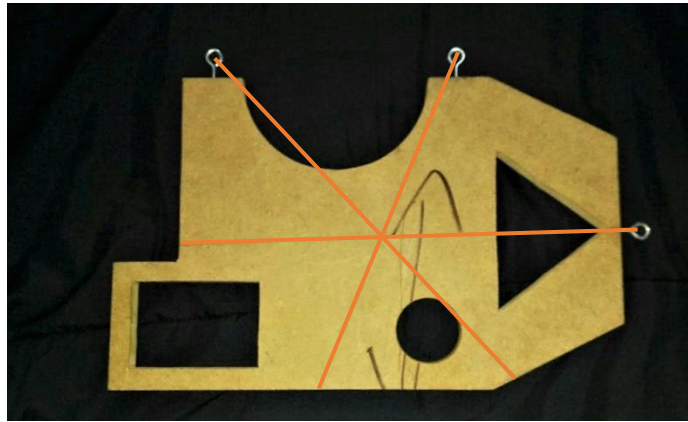


Imagen 5: De color naranja las líneas de acción de la gravedad

## Obtención de datos y modelado

### Experimento I

Usando una escala en la que un newton [N] igual a 3 cm, se representaron las tensiones, de la siguiente forma (Véase imagen 6) donde las tensiones son las dos flechas (naranja y azul), posteriormente, se unió la base de la flecha de la tensión 1 con la base de la tensión 2 (Línea color verde), además de la punta de la flecha de la tensión 1 con la de la tensión 2 (Línea color verde).

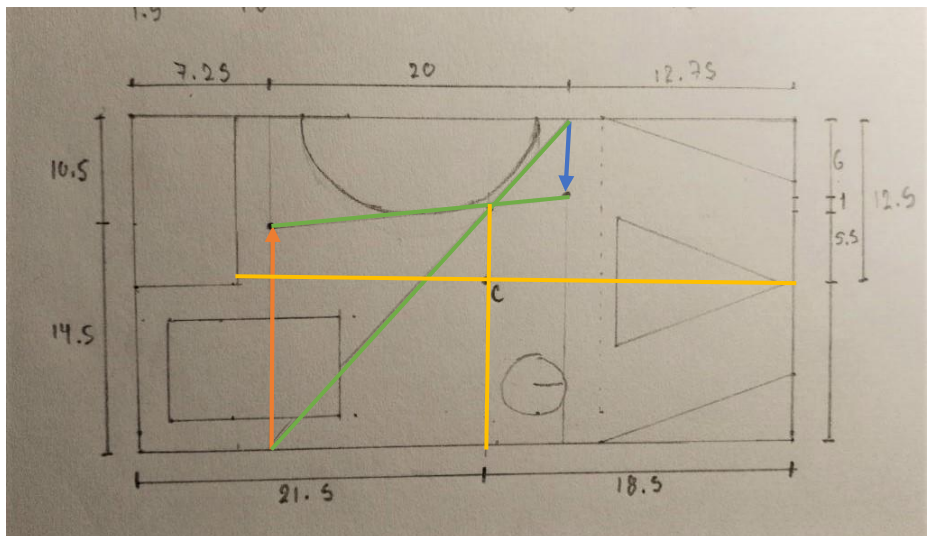


Imagen 6: Diagrama con las distintas fuerzas y líneas de acción usadas para determinar el centroide de la tabla

En la intersección de las líneas trazadas (Líneas color verde), se trazó una línea perpendicular al lado largo de la tabla (Línea amarilla), la cual se utilizó para intersectar a la línea de acción de la gravedad de la armella del lado de 25 cm (Línea amarilla).

De esta forma la intersección de ambas líneas amarillas nos dio las coordenadas de nuestro centroide (Para dar coordenadas tomamos en cuenta como punto de origen el lado inferior izquierdo):

**Centroide (12.5, 21.5)**

En base a que en los otros métodos que empleamos para encontrar el centroide usamos como punto de origen el centro del rectángulo hipotético de la cara frontal de la tabla y con el sistema de coordenadas **X** el lado de 40 cm y **Y** el lado de 25 cm, entonces obtuvimos como nuevo centroide:

**Centroide (0, 1.5)**

## Experimento II

Como se describió en el desarrollo una vez que se trazaron las líneas de acción de la fuerza de gravedad se determinó el centroide de la tabla.

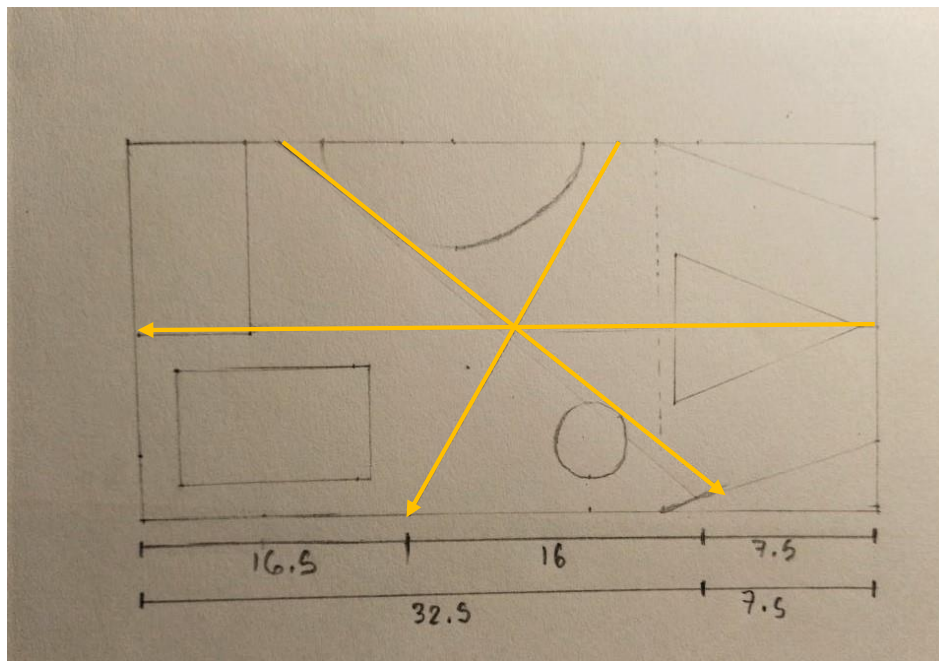


Imagen 6: Diagrama con líneas de acción de la fuerza de gravedad (Color amarillo).

Para dar coordenadas del centroide, tomamos en cuenta como punto de origen el lado inferior izquierdo:

**Centroide (12, 21.3)**




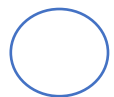
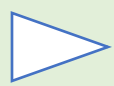


Sin embargo, debido a que en los otros métodos que empleamos para encontrar el centroide usamos como punto de origen el centro del rectángulo hipotético de la cara frontal de la tabla y con el sistema de coordenadas **X** el lado de 40 cm y **Y** el lado de 25 cm, entonces obtuvimos como nuevo centroide:

**Centroide (-0.5, 1.3)**

### Experimento (Método teórico – Centroides por área de figuras primitivas)

En este método lo que se separó en figuras primitivas toda la tabla que fue empleada en el experimento, cabe mencionar que para hacer las respectivas medidas de los centroides se tomó como punto de referencia el centro de la tabla (El centro si solamente fuera un rectángulo (Visto desde arriba)).

NOTA: Las figuras sin relleno son las que se tomaron para restarlas a la figura principal (Rectángulo).

Figura	x[cm]	y[cm]	A[cm <sup>2</sup> ]	xA[cm <sup>3</sup> ]	yA[cm <sup>3</sup> ]
	0	0	1000	0	0
	-17.5	5	-75	1312.5	-375
	-13.5	-7.5	-70	945	525
	5	-8	$-6.25 \pi$	-31.25	$50 \pi$
	13.33	0	-55.25	-736.4825	0
	-2.5	9.316	-88.35	220.89	-823.06
	16.66	10.83	-25	-416.5	-270.75



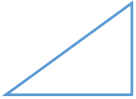
	16.66	-10.83	-25	-416.5	270.75
			641.76	887.6575	-515.9898

Tabla 1: Centroides y áreas de distintas figuras primitivas inscritas en la tabla.

En base a los resultados obtenidos (Ver tabla anterior) se realizaron los siguientes cálculos para sacar el centroide de nuestra tabla.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{887.6575}{614.76} = 1.4439$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{-515.9898}{614.76} = -0.8393$$

Como resultado final obtuvimos como centro de gravedad el siguiente punto (Con respecto al origen tomado):

**C (1.4439,-0.8393) [cm].**

## Calculo por área sólida

Para este apartado se midió y pesó una pequeña muestra de la tabla que utilizamos en los experimentos teóricos de esta práctica. El propósito de los datos sacados de la tabla muestra es para realizar una relación entre masa por cada metro cuadrado del área de la madera. Después de obtener la relación masa por unidad de área, se utilizó la masa obtenida de la tabla con orificios y se realizó la relación entre estos datos, esto es para obtener el área total de la tabla de madera.

Masa de la tabla: 114.0 g

Área de la tabla: 0.01m<sup>2</sup>

Masa por unidad de área

Área Sólida

$$\frac{m}{A} = \frac{.1140kg}{0.01m^2} = 11.46 \frac{kg}{m^2}$$

$$\frac{m}{A} = \frac{0.700kg}{11.46 \frac{kg}{m^2}} = 0.6160m^2$$

Con lo anterior, el área calculada por el método de área sólida fue de 0.616m<sup>2</sup> y con el cálculo de área por centroide es de 0.64176m<sup>2</sup>



## Empleando AUTOCAD

Para este apartado se utilizó la versión 2019 de AUTOCAD, donde se empleó diseño en 2D.

NOTA: Para que fuera más fácil se realizó en 2D la construcción de nuestro objeto, además de esta forma indirectamente declarábamos al objeto con una densidad constante.

Lo primero que se hizo fue la creación y trazado de nuestra tabla, posteriormente se transformó nuestra tabla en un trazo de poli-líneas para que de esa forma se considerara como una sola línea todo nuestro objeto. Por último, una vez declarado nuestro objeto como una poli-línea se utilizó el apartado de región para declarar a nuestro objeto como un objeto 2D y de esta forma simplemente ver las características de éste. A continuación, se puede ver el diseño terminado en AUTOCAD (Véase en imagen inferior)

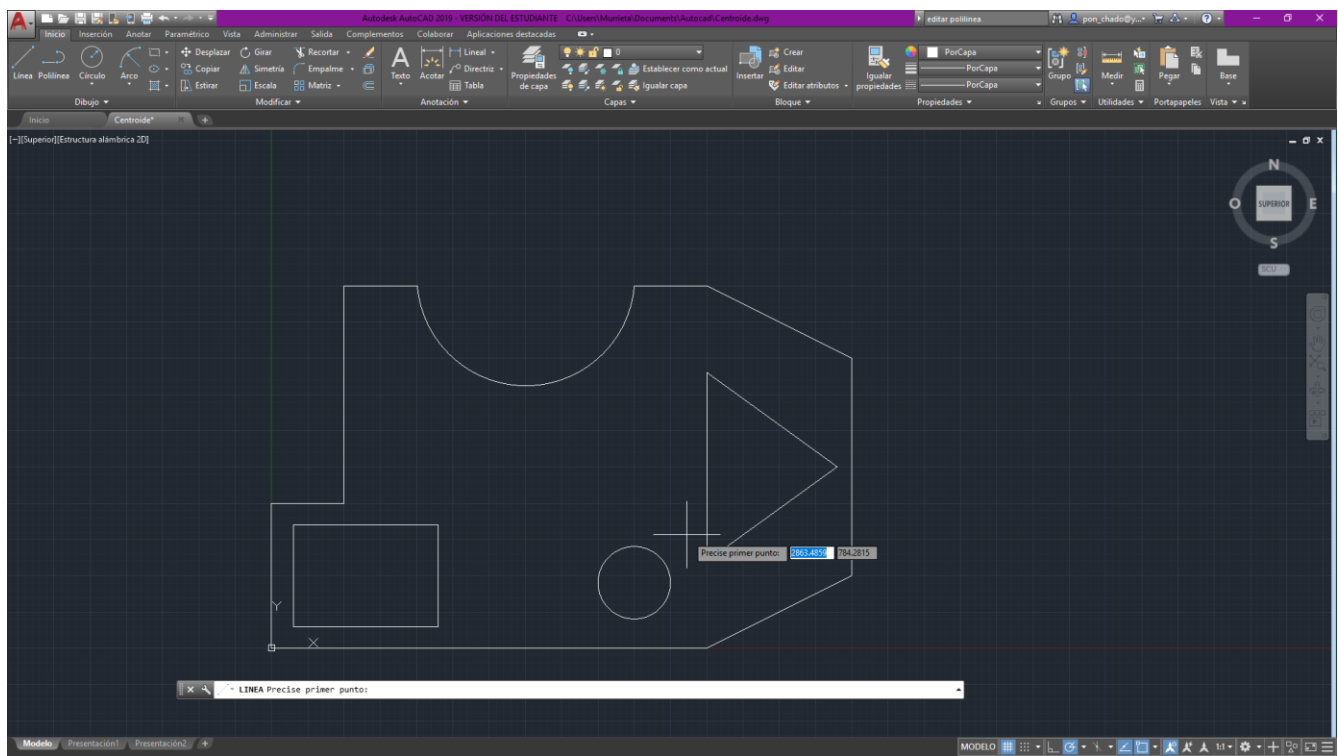


Imagen 7: Construcción de la tabla de experimento a través de AUTOCAD 2019

Como resultado final de nuestro análisis en AUTOCAD obtuvimos que las coordenadas de nuestro centroide se encontraban en (Como se puede ver en la imagen previa, el origen está en la esquina inferior izquierda):

**Centroide (21.45, 12.17)**

Transformando estas coordenadas a las coordenadas empleadas en los otros métodos nos darían el siguiente centroide.

**C (1.45,-0.83) [cm]**

## Conclusiones

A lo largo de esta práctica aprendimos la relación que existe entre los centros de masa, de área (centroides) y los centros de gravedad en objetos de densidad constantes, empleando diversos métodos para calcularlos.

Durante la práctica mediante 2 métodos experimentales, donde el primero fue utilizando las magnitudes de las fuerzas (tensiones) de las armellas y proyectándolas a través de una relación proporcional (Newton = cm), mientras que en el segundo método a través de la relación e intersección de las líneas de acción de la fuerza de gravedad obtuvimos el centro de gravedad. Por otro lado, una vez que terminamos la práctica realizamos otro método, pero ahora teórico, donde a través de la descomposición de nuestra tabla en figuras primitiva determinamos las coordenadas de nuestro centroide.

Por último, debido a la basta variedad de softwares que nos permiten realizar diversos análisis mecánicos y dinámicos de objetos, optamos por usar AUTOCAD el cual sin duda de una manera fácil nos pudo proporcionar las coordenadas de nuestro centroide, las cuales resultaron bastante similares a las del método teórico de descomposición de figuras primitivas (Las diferencias radican realmente en cómo se dan los redondeos o aproximaciones al momento de manejar los datos ya sea en la calculadora o en la computadora).

Lo primero que pudimos notar es que en los métodos experimentales realmente tuvimos coordenadas distintas, sin embargo, en ninguna de las mediciones tenemos más del 15 % de error (Considerando como real el valor teórico obtenido mediante AUTOCAD), recordemos que si bien al inicio consideramos que nuestro objeto era de densidad constante, esto realmente no es del todo cierto, pues nuestra tabla de MDF (Fibra de Densidad Media) pudo haber tenido algunos minúsculos detalles, además, no olvidemos que pudo haber pequeños errores de paralaje al momento de proyectar las líneas de acción para la obtención del centroide en los métodos experimentales.

## Bibliografía

- Gutierrez Aranzeta, Carlos; Introducción a la metodología experimental, 2da. Edición, México, Limusa Noriega, 2006.
- Frederick J. Bueche. Fundamentos de Física 1. México. McGraw Hill
- Paul E. Thippens. Física conceptos y aplicaciones, 7° edición. México, McGrawHill 2010.