	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	3/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## Práctica 1

### Conceptos básicos

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Ninguno	_____

### Introducción

El estudio de cualquier disciplina científica requiere necesariamente del auxilio imprescindible de modelos conceptuales; la mecánica, como tal, además de considerar los diferentes modelos de cuerpos: partícula, cuerpo rígido y cuerpo deformable, también requiere del modelado de las diferentes acciones que se presentan entre ellos, es decir, de fuerzas.

En el ámbito de las diferentes ramas de la mecánica que estudia el ingeniero: mecánica de materiales, mecánica del medio continuo, teoría de la plasticidad, entre otras, se emplean modelos de fuerzas tales como las concentradas y las distribuidas.

En esta práctica se estudiará el modelado de las fuerzas concentradas, su representación vectorial analítica y algunos de los aspectos prácticos en la manipulación de vectores en el plano.

### 1 Objetivos

1.1 Comprender la idea de sistema de referencia coordinado, con el objeto de dar significado físico a las relaciones geométricas entre los elementos que conforman al modelo (posición de puntos, distancia entre puntos, ángulo entre rectas, etc.), así como asignar las direcciones y sentidos de las interacciones de los cuerpos y los efectos externos que éstas producen.


1.2 Realizar mediciones de longitudes mediante el auxilio de escuadras, flexómetros, niveles y plomadas, para representar analíticamente mediante vectores, las posiciones de diferentes puntos.

1.3 Representar vectorialmente las diferentes acciones entre algunos de los cuerpos que conforman al modelo mecánico.

### 2 Elementos conceptuales

Conceptos básicos de geometría analítica:

a) vector de posición

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	4/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

- b) producto escalar y vectorial
- c) componentes escalares y vectoriales de un vector
- d) punto y recta en el plano y sus relaciones geométricas.

Conceptos básicos de mecánica:

- e) concepto físico de fuerza y su representación vectorial
- f) principios de Stevinus y de transmisibilidad.


### 3 Equipo empleado

- 1 Sistema de varillas con accesorios
- 2 juego de masas (1 de 0.5 y 2 de 0.2 kg c/u)
- 3 flexómetro
- 4 hilo de cáñamo
- 5 nivel
- 6 poleas (2)
- 7 dinamómetro de 10 N
- 8 plomada
- 9 juego de escuadras (2)
- 10 balanza

### 4 Descripción y funcionamiento del primer modelo experimental

La configuración física del modelo, previamente armado con todos sus componentes, se muestra en las Figuras 1 y 2.

El sistema mecánico está conformado por tres varillas de acero, dos de ellas atornilladas verticalmente en bases de hierro y la tercera, oblicua, unida a estas dos mediante abrazaderas. La barra de la polea se sujeta a uno de los extremos de un hilo, y el otro extremo se sujeta a la argolla en A, la cual está unida a un anillo deslizante que puede fijarse mediante un tornillo opresor.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	5/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería	Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica		
La impresión de este documento es una copia no controlada			

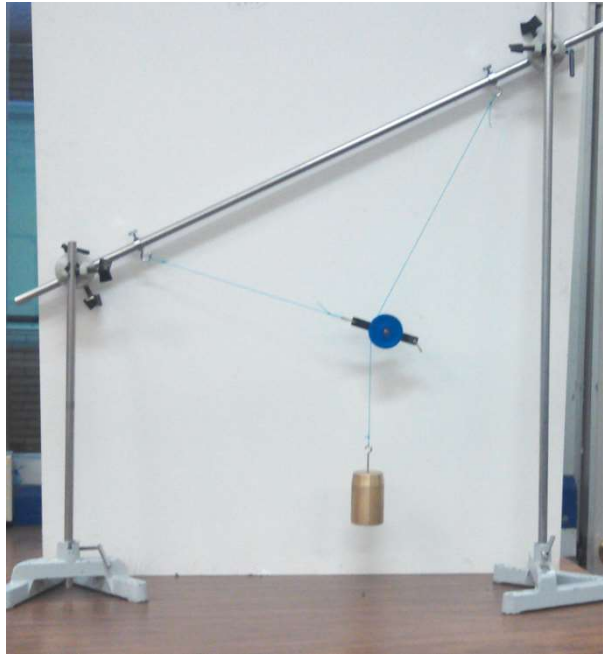


Figura 1 Vista frontal del primer modelo mecánico.

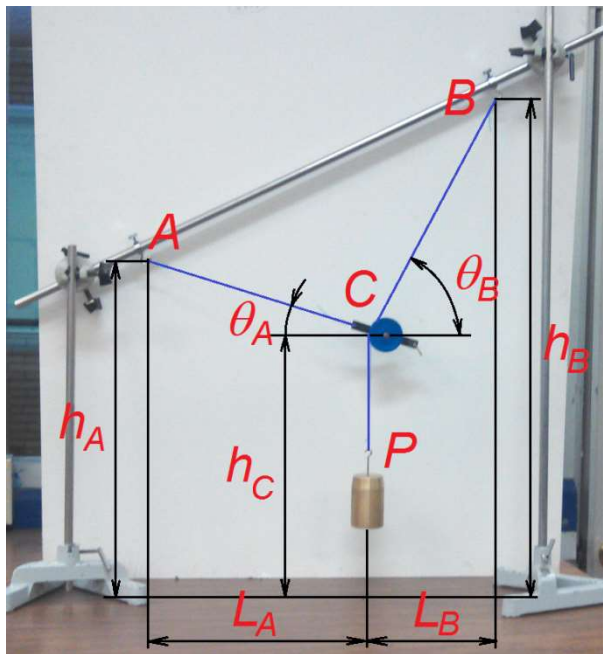



Figura 2 Indicaciones para la medición de longitudes y ángulos.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	6/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

El cilindro de bronce que se muestra suspendido en el modelo, está unido al extremo inferior de un hilo por medio de un gancho, y se hace pasar por la polea con centro en C. El otro extremo se sujeta a un anillo deslizante en B.

## 5 Actividades experimento

### 5.1 Medición de las alturas de algunos puntos

Estas mediciones deberán realizarse con el flexómetro y el auxilio de la plomada, para garantizar la verticalidad. Marque con un plumín sobre la mesa, el pie de la vertical al colocar la plomada justo en los puntos A, B y C para facilitar la medición.

Registro de alturas

$$h_A = \text{_____ cm} \quad h_B = \text{_____ cm} \quad h_C = \text{_____ cm}$$

### 5.2 Medición de longitudes sobre la mesa

Estas mediciones se harán directamente con el flexómetro, entre las marcas del plumín trazadas en el punto anterior.

Registro de distancias horizontales

$$L_A = \text{_____ cm} \quad L_B = \text{_____ cm}$$

### 5.3 Registro de las magnitudes de las fuerzas

**Nota aclaratoria:** el hilo que sostiene al cilindro, en uno de sus extremos (punto P), que pasa alrededor de la polea y se sujeta a la argolla en B, se le denominará hilo 1. El hilo que se sujeta a la argolla en A y a la barra de la polea, se le denominará hilo 2.


Las siguientes mediciones deberán realizarse directamente con el dinamómetro, y corresponden a las magnitudes de las fuerzas de tensión en los hilos 1 y 2.

Fuerza de tensión en el hilo 1,  $|\vec{T}_1|$  o  $T_1$ :

$$T_1 = \text{_____ N}$$

Fuerza de tensión en el hilo 2,  $|\vec{T}_2|$  o  $T_2$ :

$$T_2 = \text{_____ N}$$

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	7/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



*Figura 3 Forma de medir tensiones en un hilo.*


La forma de medir la tensión en los hilos con el dinamómetro se muestra en la Figura 3. Se desengancha el hilo de la argolla y se coloca en el extremo del dinamómetro, previamente calibrado. A continuación se hace coincidir este extremo en la posición de la argolla, cuidando que el dinamómetro sea colineal al hilo, es decir, que tanto el dinamómetro como el hilo estén contenidos en la misma recta que pasa por el hilo (es el soporte de su fuerza de tensión).

## 6 Desarrollo y cálculos vectoriales

**6.1** Verificar que las expresiones de los ángulos  $\theta_A$  y  $\theta_B$ , en función de alturas y longitudes medidas, están dadas por:

$$\theta_A = \arctan \left( \frac{h_A - h_C}{L_A} \right), \text{ y}$$

$$\theta_B = \arctan \left( \frac{h_B - h_C}{L_B} \right).$$

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	8/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

**6.2** Con los registros de los apartados **5.1** y **5.2**, evalúe, en grados sexagesimales, las expresiones de los ángulos  $\theta_A$  y  $\theta_B$  obtenidas en el apartado anterior.

$$\theta_A = \text{_____}^\circ \quad \theta_B = \text{_____}^\circ$$

**6.3** Ubicar el origen y la orientación del marco de referencia en dos dimensiones, donde mejor juzgue conveniente. Después de haber realizado la selección, determinar los vectores de posición que se indican a continuación, con respecto al marco elegido.

$$\vec{r}_A = \vec{OA}; \quad \vec{OA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_B = \vec{OB}; \quad \vec{OB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_C = \vec{OC}; \quad \vec{OC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CA} = \vec{CA}; \quad \vec{CA} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CB} = \vec{CB}; \quad \vec{CB} = (\text{____}, \text{____}) \text{ cm}$$

**6.4** Con los valores numéricos de los ángulos  $\theta_A$  y  $\theta_B$ , y de los registros de las magnitudes de las fuerzas obtenidas en el apartado **5.3**, obtenga los siguientes vectores fuerza:

$$\vec{F}_{AC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$


$$\vec{F}_{BC} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

La notación  $F_{BC}$  significa la acción de la fuerza de tensión en el hilo 1, cuerpo 1, sobre la argolla B, cuerpo 2 (B hacia C), mientras que  $F_{AC}$  significa la acción de la fuerza de tensión en el hilo 2, cuerpo 3, sobre la argolla A, cuerpo 4 (A hacia C). Ver Figura 2.

**6.5** De acuerdo con la notación sugerida en el apartado anterior, obtener los vectores de las siguientes fuerzas que a continuación se señalan, es decir, escribir en los corchetes correspondientes a los subíndices, las letras que indican la orientación de la fuerza, por ejemplo, si a la notación de la fuerza  $\vec{F}_{[ ][ ]}$  se le colocan las letras M y N, es decir,  $\vec{F}_{[M][N]}$ , significa que la acción de esta fuerza está orientada desde el punto M hacia el punto N:

a) del cilindro sobre el extremo inferior del hilo 1

$$\vec{F}_{[C][P]} = (\text{____}, \text{____}) \text{ N}$$

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	9/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

b) de la argolla B sobre el extremo superior del hilo 1

$$\vec{F}_{[B]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

c) de la argolla A sobre el extremo superior del hilo 2

$$\vec{F}_{[A]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

d) del hilo 2 sobre la barra de la polea

$$\vec{F}_{[2]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

e) la atracción terrestre sobre el cilindro

$$\vec{F}_{[P]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

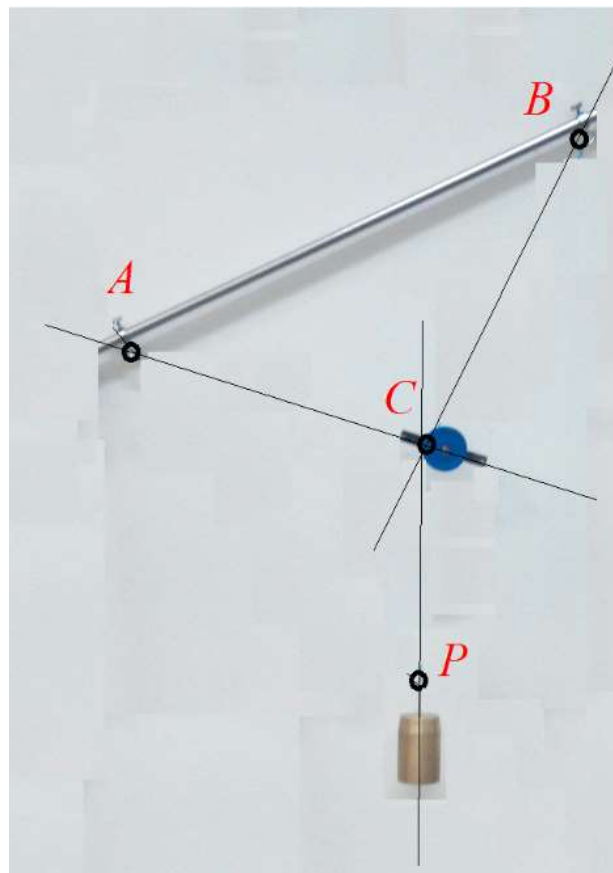



Figura 4 Indicación de las fuerzas en los elementos.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	10/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

La representación de la siguiente fuerza requiere la aplicación del principio de Stevin.

f) la acción total del hilo 1 sobre la polea

$$\vec{F}_{[1]} = \vec{F}_{[1]} + \vec{F}_{[1]}$$

$$\vec{F}_{[1]} = (\underline{\quad}, \underline{\quad}) N$$

Dibuje sobre la Figura 4, los seis segmentos dirigidos obtenidos en 6.5. Se sugiere que ubique cada una de estas representaciones vectoriales con flechas, considerando su punto de aplicación atendiendo al principio de transmisibilidad, el cual puede ser el extremo donde está la cabeza de la flecha o el extremo donde está la cola, tal como se muestra en la Figura 5. En ambos casos, el efecto externo sobre la partícula es el mismo.

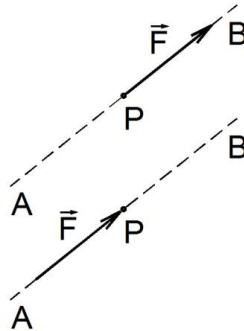


Figura 5 Dos formas de representar el punto de aplicación de una fuerza sobre una partícula.

## 7 Descripción y funcionamiento del segundo modelo experimental

La configuración física del modelo, previamente armado con todos sus componentes, se muestra en las Figuras 6 y 7.

El cilindro de la izquierda es de 0.5 kg y los dos cilindros de la derecha son de 0.2 kg, uno enganchado al otro, y se conectan por medio del hilo 1, que va del extremo  $P_1$  a la polea C, luego a la polea D y termina en el extremo  $P_2$ . Los puntos C y D corresponden a los centros de las poleas respectivas. Las barras de las poleas se unen a los anillos A y B por medio de dos hilos, la primera al hilo 2  $\overline{AC}$  (se puede considerar que si se alargara el hilo 2, pasaría por C), y la segunda al hilo 3  $\overline{BD}$  (si se alargara el hilo 3, pasaría por D).




	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	11/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 6 Vista frontal del segundo modelo mecánico.

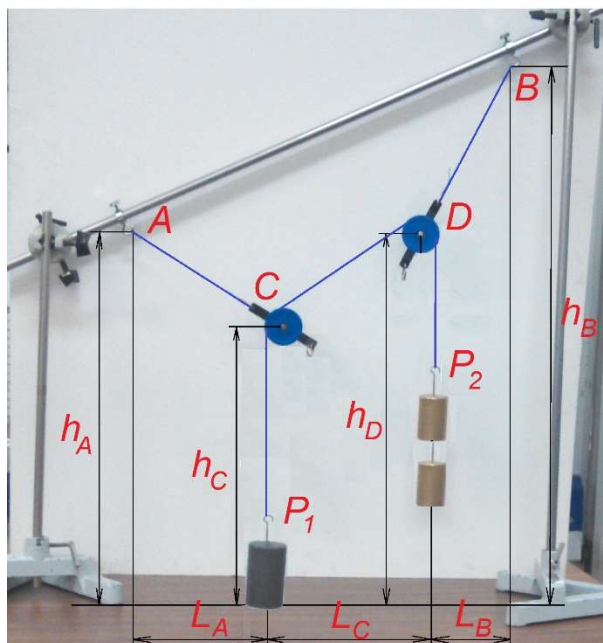



Figura 7 Indicaciones para la medición de longitudes.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	12/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## 8 Actividades experimentales

### 8.1 Medición de las alturas de los siguientes puntos

Registro de alturas

$$h_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} \quad h_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$$

$$h_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} \quad h_D = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$$

### 8.2 Medición de longitudes sobre la mesa

Registro de distancias horizontales

$$L_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} \quad L_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} \quad L_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}$$

### 8.3 Registro de las magnitudes de las fuerzas

Magnitudes de las fuerzas medidas directamente con el dinamómetro

Fuerza de tensión en el hilo 2,  $|\vec{T}_2| = T_2$

$$T_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

Fuerza de tensión en el hilo 3,  $|\vec{T}_3| = T_3$

$$T_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

Fuerza de tensión en el extremo  $P_1$  del hilo 1 (hacia abajo),  $|\vec{T}_{P_1}| = T_{P_1}$


$$T_{P_1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

Medir la fuerza normal que ejerce la mesa sobre el cilindro de 0.5 kg, colocando el cilindro mencionado sobre el plato de una balanza.

$$N_{\text{mesa/cil}_0.5\text{kg}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$$

**8.4** Ubicar el origen y la orientación del marco de referencia en dos dimensiones, donde mejor juzgue conveniente. Después de realizar la selección, determinar los vectores de posición que se indican a continuación, con respecto al marco elegido.

$$\vec{r}_A = \vec{OA}; \quad \vec{OA} = (\underline{\hspace{1cm}}, \underline{\hspace{1cm}}) \text{ cm}$$

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	13/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

$$\vec{r}_B = \vec{OB}; \vec{OB} = (\_, \_) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_C = \vec{OC}; \vec{OC} = (\_, \_) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_D = \vec{OD}; \vec{OD} = (\_, \_) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{CA} = \vec{CA}; \vec{CA} = (\_, \_) \text{ cm}$$

$$\vec{r}_{DB} = \vec{DB}; \vec{DB} = (\_, \_) \text{ cm}$$

**8.5** Obtener los vectores de las siguientes fuerzas que a continuación se señalan

a) de la argolla A sobre el extremo superior del hilo 2

$$\vec{F}_1 = (\_, \_) \text{ N}$$

b) de la argolla B sobre el extremo superior del hilo 3

$$\vec{F}_2 = (\_, \_) \text{ N}$$

c) del hilo 2 sobre la barra que sujeta a la polea con centro en C

$$\vec{F}_{[C][A]} = (\_, \_) \text{ N}$$

d) del hilo 3 sobre la barra que sujeta a la polea con centro en D

$$\vec{F}_{[D][B]} = (\_, \_) \text{ N}$$

e) la atracción terrestre sobre el cilindro de la izquierda

$$\vec{F}_{[I][C]} = (\_, \_) \text{ N}$$


La representación de la fuerza siguiente requiere la aplicación del principio de Stevin.

f) la acción total del hilo 1 sobre la ranura de la polea de la derecha, con centro en D

$$\vec{F}_{[D][E]} = \vec{F}_{[D][F]} + \vec{F}_{[D][G]}$$

$$\vec{F}_{[D][E]} = (\_, \_) \text{ N}$$

**8.6** Efectuar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en d) y f). ¿Cuál es la interpretación física de este resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	14/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

**8.7** Del mismo modo, realizar la suma vectorial de las fuerzas expresadas en a) y b) ¿Cuál es la interpretación física de este resultado? ¿Qué resultado matemático debe esperarse?

**8.8** De manera similar a la última actividad del apartado 6.5, dibujar sobre un esquema simplificado de la Figura 6, los seis segmentos dirigidos obtenidos en 8.5. Al igual que en el apartado mencionado, se sugiere que ubicar cada una de estas representaciones vectoriales con flechas, considerando su punto de aplicación atendiendo al principio de transmisibilidad, tal como se muestra en la Figura 5.

## 9 Informe

En un documento, ya sea electrónico o en papel según lo solicite su profesor, escriba el identificador de la práctica, en este caso Práctica 1, su título, los nombres de los integrantes de la brigada iniciando con el apellido paterno, el nombre de la asignatura (Mecánica) y el grupo en el que están inscritos. No es necesaria una portada, a menos que se lo indique el profesor.

Luego, escriba los objetivos de la práctica. Posteriormente, incluya lo que se solicita a continuación.

9.1 Para el primer experimento, presente las mediciones realizadas en el punto 5, todo lo solicitado en el punto 6 incluyendo las características del marco de referencia seleccionado (qué punto se escogió como origen y cómo se establecieron los ejes coordenados), y la transcripción de la Figura 4 con la representación mediante segmentos dirigidos de las seis fuerzas solicitadas en el punto 6.5.

9.2 Para el segundo experimento, de forma similar al primer experimento, presente las mediciones realizadas en los puntos 8.1, 8.2 y 8.3, las características del marco de referencia seleccionado, todo lo solicitado en los puntos 8.4, 8.5, 8.6 y 8.7, y la transcripción de la Figura 6 con la representación mediante segmentos dirigidos de las fuerzas solicitadas en el punto 8.5.

9.3 Al final del informe, incluir las conclusiones, sugerencias y comentarios de cada uno de los integrantes de la brigada en el mismo documento y la fecha de realización.

## 10 Conclusiones, sugerencias y comentarios


---



---



---

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica</b>	Código:	MADO-04
		Versión:	04
		Página	15/77
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	12 de agosto de 2022
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Mecánica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## 11 Bibliografía

- 1 Beer F. P. Johnston Jr. E. R. & Mazurek D. F., **Mecánica Vectorial para Ingenieros, Estática**, 10ª edición, Editorial McGraw–Hill, México, 2013.
- 2 Hibbeler R. C., **Ingeniería Mecánica, Estática**, 12ª edición, Pearson Educación, México, 2010.

*Hugo Serrano Miranda  
Yukihiro Minami Koyama*