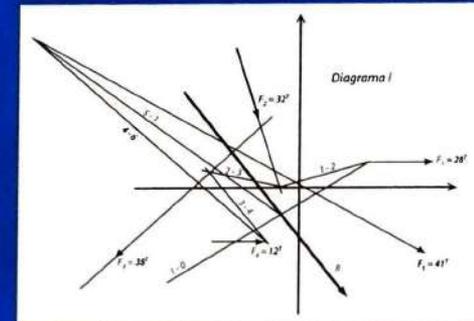
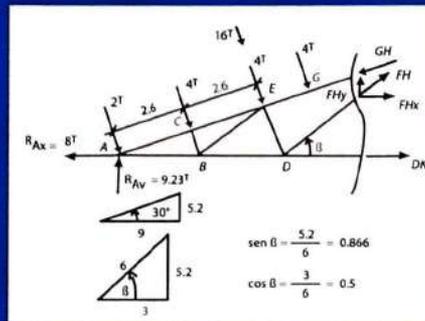
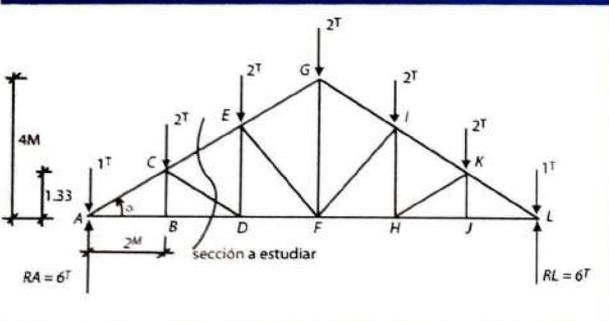
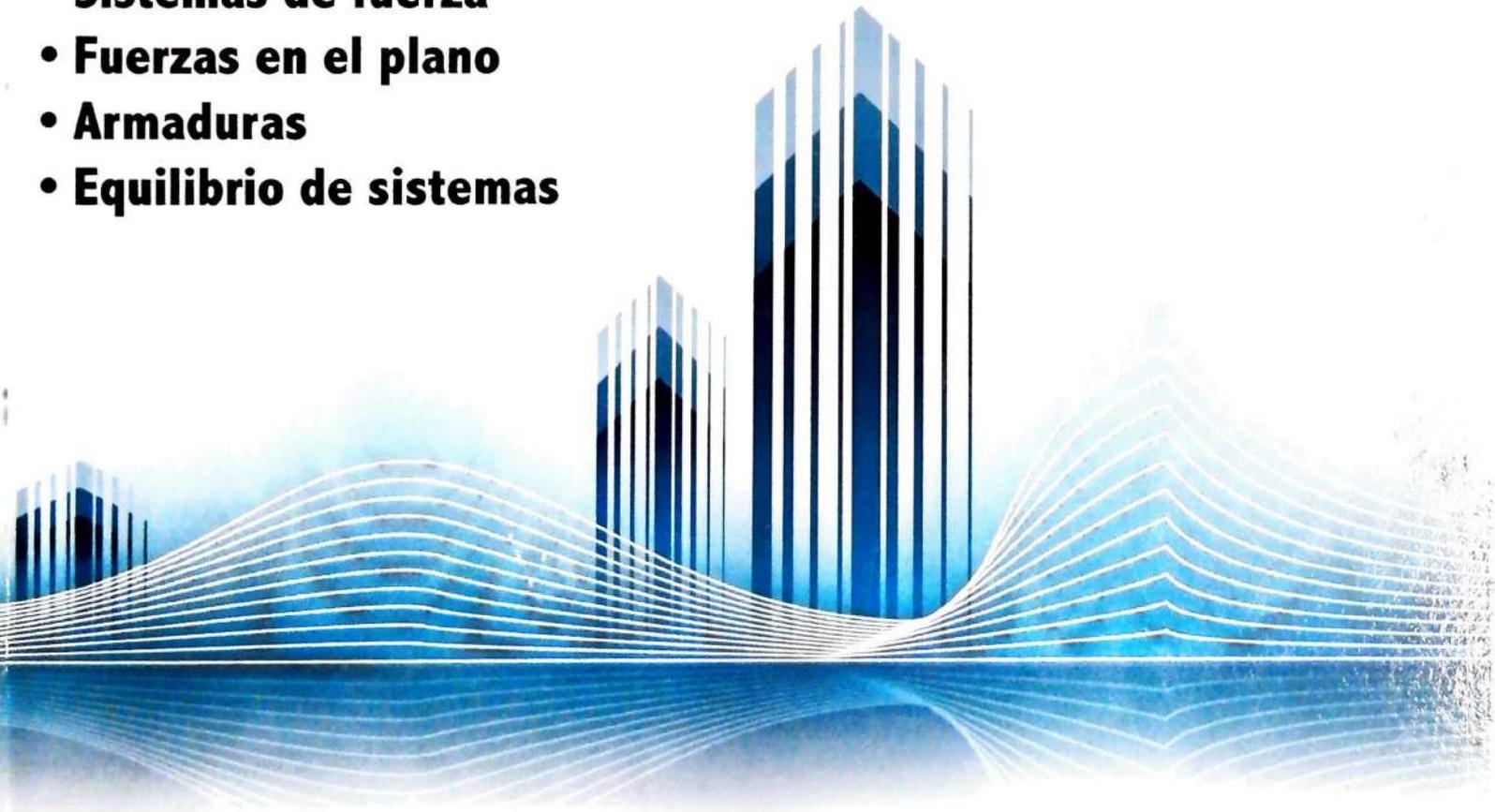


# ESTÁTICA EN ARQUITECTURA

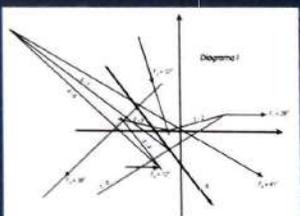
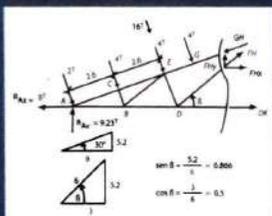
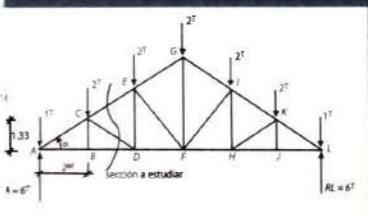


- **Sistemas de fuerza**
- **Fuerzas en el plano**
- **Armaduras**
- **Equilibrio de sistemas**



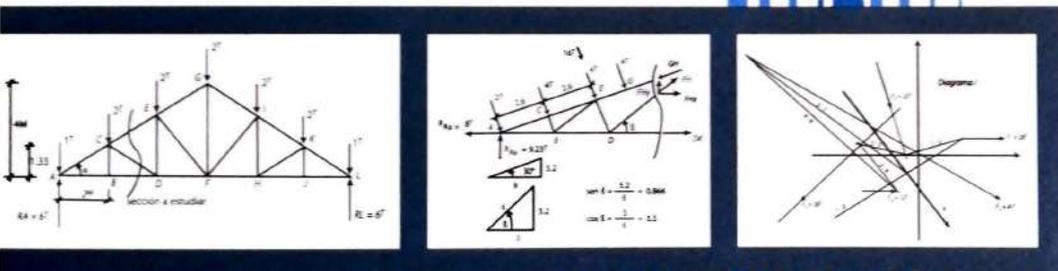


Dedico este libro a mi esposa,  
a mis padres y a mis hijos.



# ESTÁTICA EN ARQUITECTURA

Mario de Jesús Carmona y Pardo



EDITORIAL  
TRILLAS

México, Argentina, España,  
Colombia, Puerto Rico, Venezuela



## Catalogación en la fuente

Carmona y Pardo, Mario de Jesús  
Estática en arquitectura. -- 2a ed. -- México : Trillas,  
2007 (reimp. 2016).

175 p. : il. , 24 cm.

Bibliografía: p. 171

Incluye índices

ISBN 978-968-24-7423-1

1. Estática gráfica. I. t.

D- 620.103'C33e

LC- TA351'C3.4

1462

La presentación y  
disposición en conjunto de  
**ESTÁTICA EN ARQUITECTURA**  
son propiedad del editor.

Ninguna parte de esta obra puede ser  
reproducida o transmitida, mediante ningún  
sistema o método, electrónico o mecánico  
(incluyendo el fotocopiado, la grabación  
o cualquier sistema de recuperación y  
almacenamiento de Información),  
sin consentimiento  
por escrito del editor

Derechos reservados  
©XA, 2007, Editorial Trillas, S. A. de C. V.

División Administrativa,  
Av. Río Churubusco 385,  
Col. Gral. Pedro María Anaya,  
C. P. 03340, México, D. F.  
Tel. 56884233, FAX 56041364  
churubusco@trillas.mx

División Logística,  
Calzada de la Viga 1132,  
C. P. 09439, México, D. F.  
Tel. 56330995, FAX 56330870  
laviga@trillas.mx

 **Tienda en línea**  
[www.etrillas.mx](http://www.etrillas.mx)

Miembro de la Cámara Nacional de  
la Industria Editorial  
Reg. núm. 158

Primera edición XA (ISBN 968-24-1686-3)  
♠(OT, OL, OX, ST, SL)  
Segunda edición SE  
ISBN 978-968-24-7423-1  
♠(SO, TR)

**Reimpresión, febrero 2016**

Impreso en México  
Printed in Mexico

# Prólogo a la segunda edición

La arquitectura tiene a mi juicio tres componentes: arte, ciencia y técnica.

Desde el planteamiento del problema, pasando por el concepto arquitectónico y llegando a la solución, el arquitecto debe estar consciente de que lo que proyecta se construirá, pues no existe arquitectura en los planos, sino en la realidad, en la edificación propiamente dicha, que será la que defina los espacios, genere la habilidad y transmita al usuario las sensaciones y la funcionalidad.

Para que el arquitecto pueda realizar cabalmente su proyecto debe tener libertad de pensamiento para crear. Sin embargo, para ser libre en este aspecto, necesita tener conocimientos acerca de las posibilidades de trabajo, de los materiales, características, resistencias y procedimientos constructivos.

Dentro de los primeros pasos para entender el comportamiento estructural cabe mencionar que, en todos los planes de estudios de las escuelas y facultades de arquitectura, se incluye la materia de estabilidad, llamada también estática, cuya finalidad es que el estudiante conozca el equilibrio de las fuerzas que actúan en las estructuras. Por ello escribí este libro en el que analizo los principales capítulos de la materia para explicar los principios de equilibrio y cómo las fuerzas pueden canalizarse lógicamente a través de los elementos estructurales que se diseñen adecuadamente.

Este material es fundamental para iniciarse en el estudio de las estructuras y obtener gradualmente la libertad de creación arquitectónica que en la actualidad tiene infinitas posibilidades, si se sabe conjugar con la tecnología y con el arte.

MARIO DE JESÚS CARMONA Y PARDO

# Prólogo

En este libro el autor se ha esforzado en simplificar el estudio del equilibrio de las fuerzas y los cuerpos, en él se han incluido explicaciones sencillas y claras para que el estudiante llegue a dominar el difícil pero fascinante campo de la Estática.

Las fórmulas son desarrolladas en forma elemental, además, se profundiza en la teoría fundamental con el fin de apoyar los principios básicos, evitando el uso de matemáticas superiores para asegurar al lector una plena comprensión de los fundamentos implícitos.

Al adentrarse en su estudio, se verá que se ha dedicado una gran parte del texto a la solución de problemas prácticos con el objeto de aumentar el valor didáctico de la exposición, culminando al final de cada capítulo con la resolución de problemas ilustrativos, que sin duda, el estudiante encontrará de gran utilidad.

Ha sido preocupación del autor exponer al estudiante los conocimientos necesarios para que adquiriera una visión clara del fluir de las fuerzas para canalizarlas con lógica. Si se logra este cometido, la obra habrá cumplido con creces su primordial función.

ARQ. VICENTE PÉREZ ALAMÁ

# Índice de contenido

<b>Prólogo a la segunda edición</b>	<b>5</b>
<b>Prólogo</b>	<b>6</b>
<b>Cap. 1. Definiciones fundamentales</b>	<b>9</b>
Mecánica, 9. Cinemática, 10. Dinámica, 10. Cinética, 10. Estática, 10. Fuerza, 10.	
<b>Cap. 2. Sistemas de fuerzas</b>	<b>15</b>
Sistemas equivalentes, 15. Composición y descomposición de fuerzas, 16. Clasificación de los sistemas de fuerzas, 16. Resultante, 19. Principio de la superposición de causas y efectos, 20. Principio de composición de fuerzas, 20. Método analítico para determinar la resultante de dos fuerzas concurrentes, 21. Descomposición ortogonal de una fuerza, 23. Momentos, 24.	
<b>Cap. 3. Fuerzas en el plano</b>	<b>27</b>
Composición de fuerzas colineales, 27. Composición de fuerzas concurrentes, 28. Composición de fuerzas paralelas, 34. Par de fuerzas, 43. Propiedad de los pares, 44. Composición de los pares, 45. Caso general. Composición de fuerzas coplanares ni concurrentes ni paralelas, 49. Solución gráfica, 57.	
<b>Cap. 4. Equilibrio de sistemas</b>	<b>59</b>
Diagrama de cuerpo libre, 59. Tipos de apoyo, 60. Puntos de apoyo, 60. Equilibrio de un sistema de fuerzas colineales, 63. Equilibrio de un sistema de fuerzas concurrentes, 64. Equilibrio de un sistema de fuerzas paralelas, 69. Equilibrio del caso general, ni paralelas ni concurrentes, 73.	
<b>Cap. 5. Equilibrio de fuerzas en el espacio</b>	<b>77</b>
Composición de fuerzas en el espacio (concurrentes), 77. Equilibrio de fuerzas en el espacio (concurrentes), 81. Composición de fuerzas paralelas en el espacio, 82. Equilibrio de fuerzas paralelas en el espacio, 95.	

<b>Cap. 6. Armaduras</b>	<b>97</b>
Definición y características, 97. Cargas sobre armaduras, 98. Efectos internos en las armaduras, 100. Métodos de resolución de armaduras, 101.	
<b>Cap. 7. Arcos de tres articulaciones</b>	<b>145</b>
<b>Cap. 8. Fricción</b>	<b>151</b>
Cono de fricción, 158.	
<b>Cap. 9. Centroides</b>	<b>163</b>
Centroides de áreas compuestas, 165.	
<b>Bibliografía</b>	<b>171</b>
<b>Índice analítico</b>	<b>173</b>



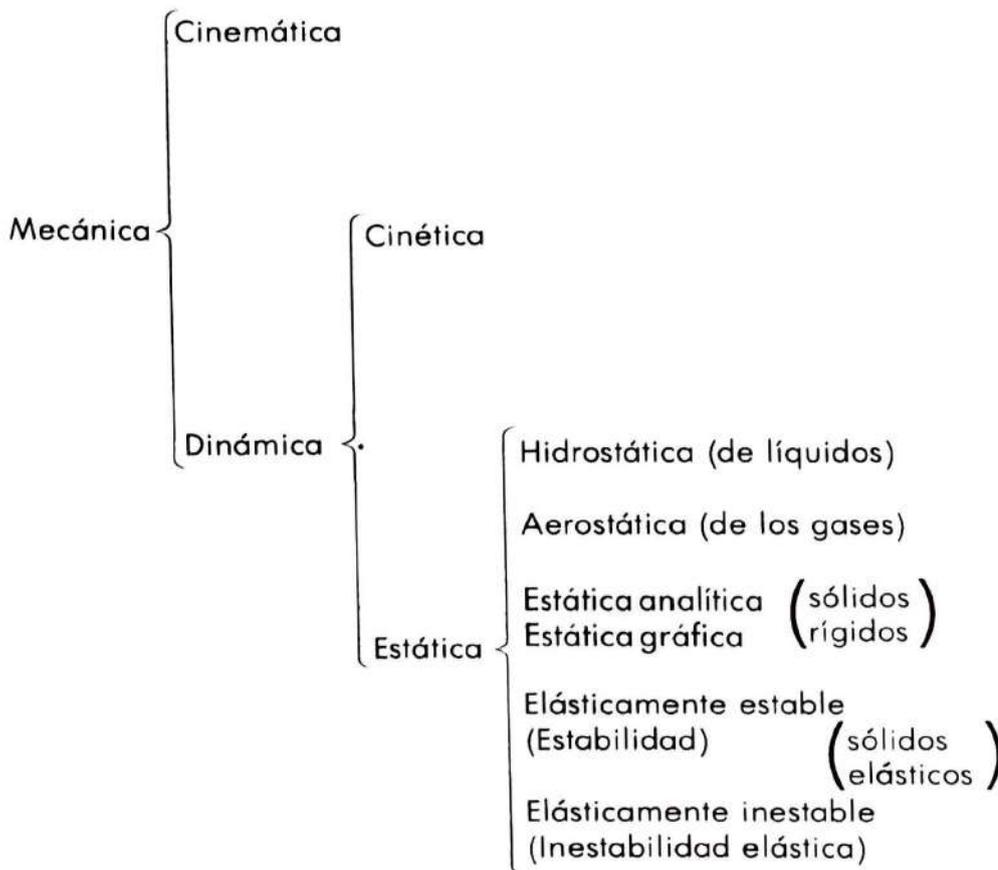
# Definiciones fundamentales



Es la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos, las causas que lo producen y las leyes que lo rigen. Es importante mencionar que al reposo se le considera un caso particular del movimiento.

La Mecánica se puede dividir en los siguientes puntos o conceptos\*:

## MECÁNICA



\*Según KIRCHOFF

Es la ciencia que estudia el movimiento de los cuerpos sin tomar en cuenta los factores que afectan dicho movimiento, es decir, se considera a los cuerpos físicos como cuerpos geométricos, razón por la cual también se le llama "Geometría del movimiento".

Estudia el movimiento de los cuerpos físicos y en particular el cambio de este movimiento relacionado con las causas y con las leyes que lo afectan.

Es la ciencia que estudia los cuerpos animados por una aceleración.

Estudia los cuerpos en reposo; revisa las condiciones que deben cumplir los cuerpos para mantenerse en equilibrio. Se puede considerar que en general estudia el equilibrio de las fuerzas, es decir, los cuerpos en equilibrio.

Es la acción que se ejerce sobre un cuerpo, y que cambia o tiende a cambiar el estado de movimiento o de reposo del cuerpo libre sobre el que actúa.

### **Características de una fuerza**

Las fuerzas se caracterizan por tener:

1. Magnitud.
2. Dirección.
3. Sentido.
4. Posición o punto de aplicación.

### **Magnitud**

Se encuentra relacionada con la unidad de fuerza, con el kilogramo, que es equivalente a la acción que ejerce la tierra sobre un  $\text{dm}^3$  de agua destilada a  $4^\circ\text{C}$ ., al nivel del mar y a  $45^\circ$  de latitud, es decir, magnitud es la cantidad de unidades de fuerza que contiene una fuerza; se da en g, k, ton, etc.

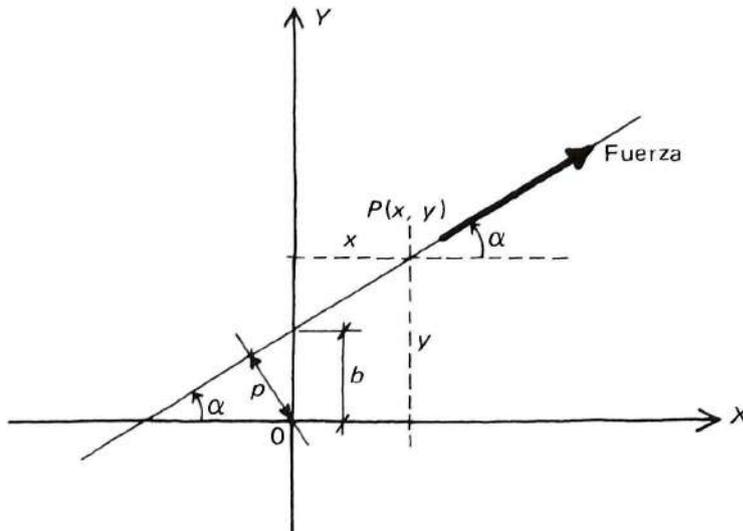
Se representa vectorialmente a una escala determinada por la longitud del vector.

### **Dirección**

Es la orientación de la línea de acción de la fuerza (línea de acción = segmento de recta sobre la cual actúa la fuerza).

Se da en unidades angulares, desde  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , en sentido contrario al giro de las manecillas del reloj y a partir del eje  $X'X$  en su sentido positivo.

La posición puede quedar determinada por las coordenadas  $(x, y)$  de un punto que pertenezca a la línea de acción de la fuerza, por la ordenada al origen,  $b$ , o por la distancia al origen,  $p$  (desde la recta de referencia hasta  $O[0,0]$ ).

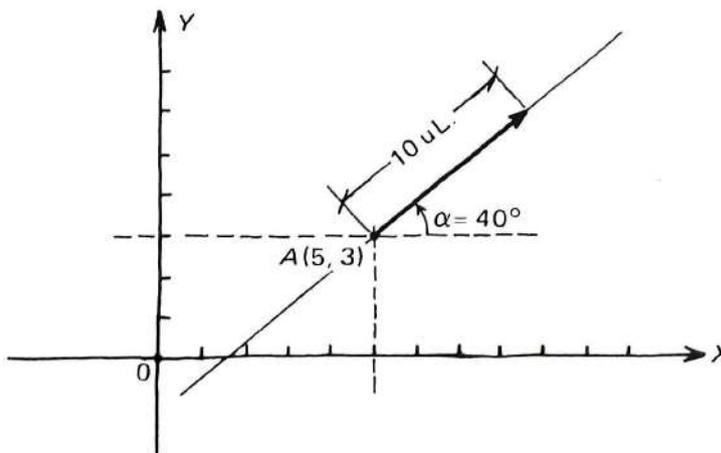


**Figura 1.1**

En este concepto queda implícito el de sentido, en virtud de que 2 fuerzas de sentido contrario serán aquellas cuyas direcciones difieran  $180^\circ$ .

**Ejemplo**

Ubicar gráficamente una fuerza  $F_1 = 10^T$ , con una dirección de  $\alpha = 40^\circ$ , que pase por un punto A de coordenadas  $(5,3)$ .



**Figura 1.2**

Las unidades lineales representan, a una escala determinada, la magnitud de la fuerza.

Podemos concluir, entonces, que las características de una fuerza son unos elementos que al variar cualquiera de ellos producen un cambio en sus efectos externos, es decir, son elementos que deben conocerse para poder definir completamente una fuerza.

## Vectores

Un vector es el segmento de recta que tiene como características:

- la magnitud = longitud medida a escala,
- la dirección = relación en grados con el eje  $X'X$ ,
- el sentido = punta de flecha colocada en su extremo,
- la posición = punto de aplicación.

Existen 3 clases de vectores:

1. Libres.
2. Deslizantes.
3. Fijos.

### Vector libre

Es el que puede trasladarse paralelamente a sí mismo, conservando siempre su magnitud; por ejemplo, el eje de un par de fuerzas.

### Vector deslizante

Es el que puede moverse libremente a lo largo de la recta que lo contiene, conservando siempre su magnitud; por ejemplo, la fuerza.

### Vector fijo

Es aquel que se encuentra ligado siempre a un punto, del cual no puede separarse; por ejemplo, la velocidad.

## Principio de transmisibilidad

“ Toda fuerza puede trasladarse a todo lo largo de su línea de acción, sin que se alteren los efectos externos que produce.”

## Efectos externos de una fuerza

Cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza o un sistema de fuerzas, éstas producen en el cuerpo un movimiento o una aceleración; pero si el cuerpo está imposibilitado para moverse aparecerán ciertas reacciones que van a equilibrar a las primeras fuerzas (para que el cuerpo quede estático).