

Ingeniería Mecánica: Estática

El Arte del Equilibrio

Definición: La Estática estudia el equilibrio de los cuerpos en reposo o a velocidad constante.

Fundamentos:

- **1^a Ley de Newton:** $\sum F = 0$ (Equilibrio)
- **3^a Ley de Newton:** Acción y Reacción

Idealizaciones:

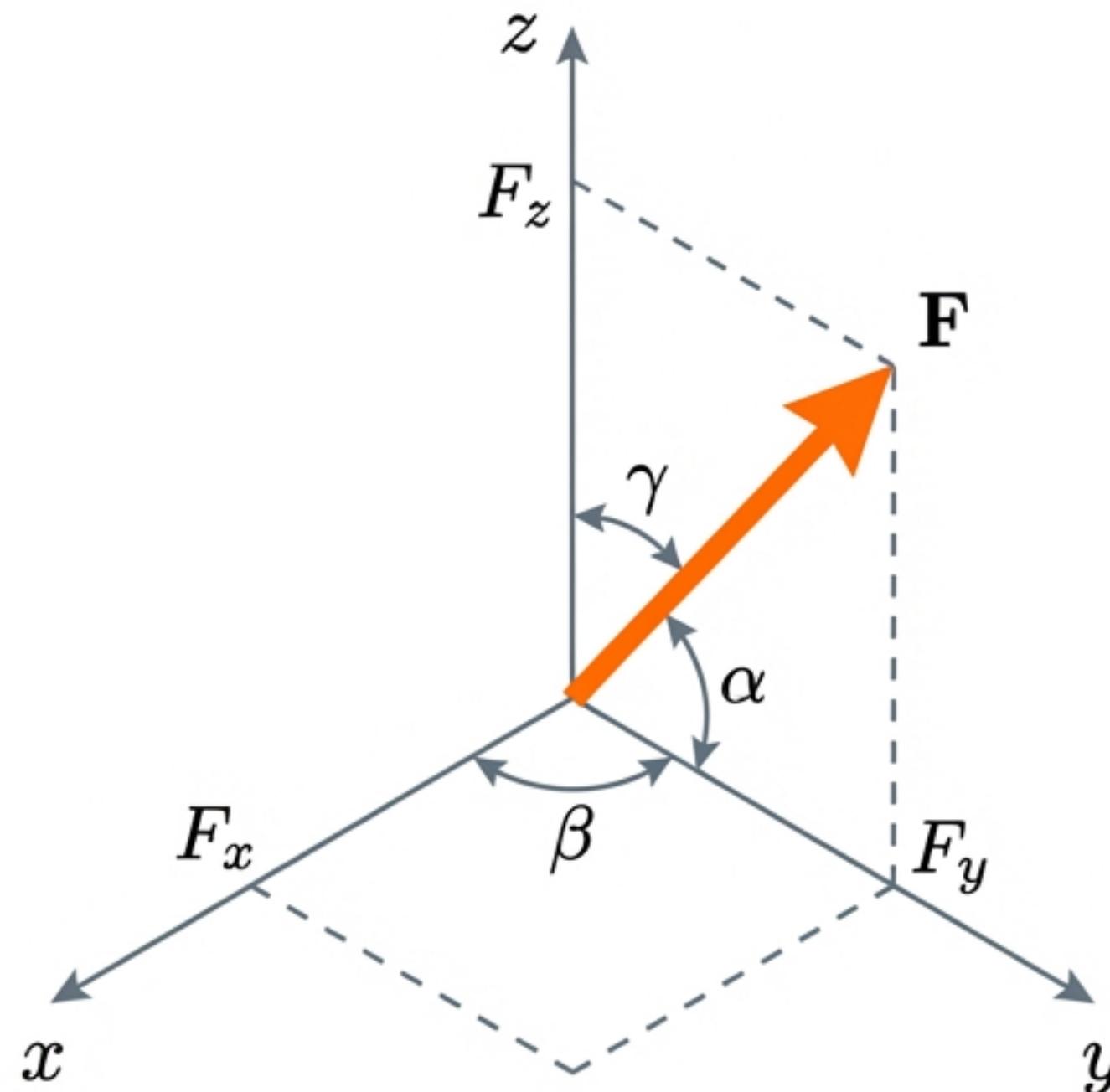
- **Partícula:** Masa sin tamaño.
- **Cuerpo Rígido:** Sin deformación bajo carga.



El Lenguaje de la Fuerza: Vectores

Escalares vs. Vectores

- **Escalar:** Magnitud (Masa, Volumen)
- **Vector:** Magnitud + Dirección (Fuerza, Posición)



Notación Cartesiana:

$$\mathbf{F} = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j} + F_z \mathbf{k}$$

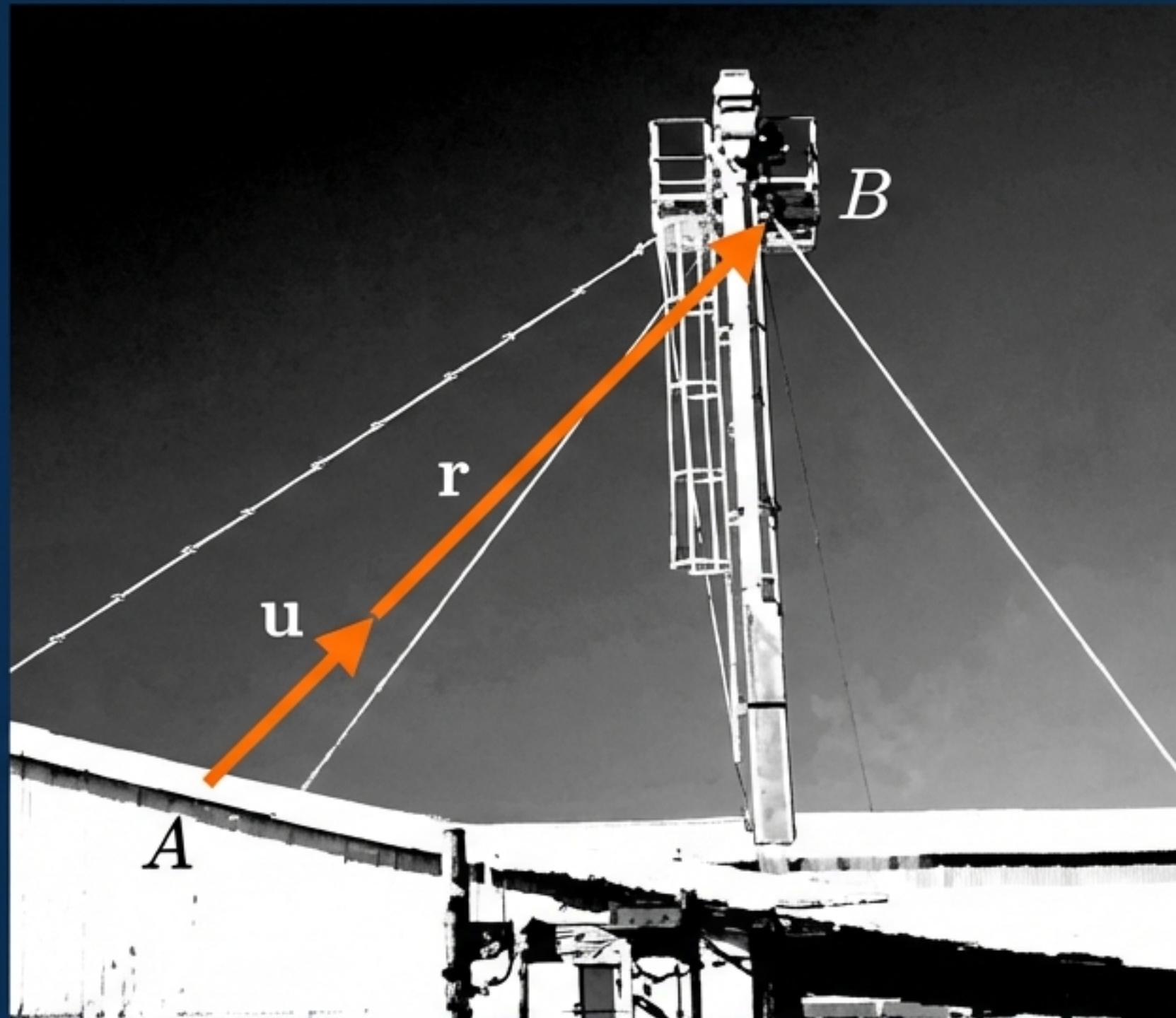
Magnitud:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$$

Dirección (Cosenos Directores):

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$$

Geometría del Espacio: Posición y Proyección



Vector de Posición (\mathbf{r}):

Localiza un punto en el espacio respecto a otro.

$$\mathbf{r}_{AB} = (x_B - x_A)\mathbf{i} + (y_B - y_A)\mathbf{j} + (z_B - z_A)\mathbf{k}$$

Fuerza como Vector:

$$\mathbf{F} = F \cdot \mathbf{u} = F \cdot \left(\frac{\mathbf{r}}{r} \right)$$

Producto Punto:

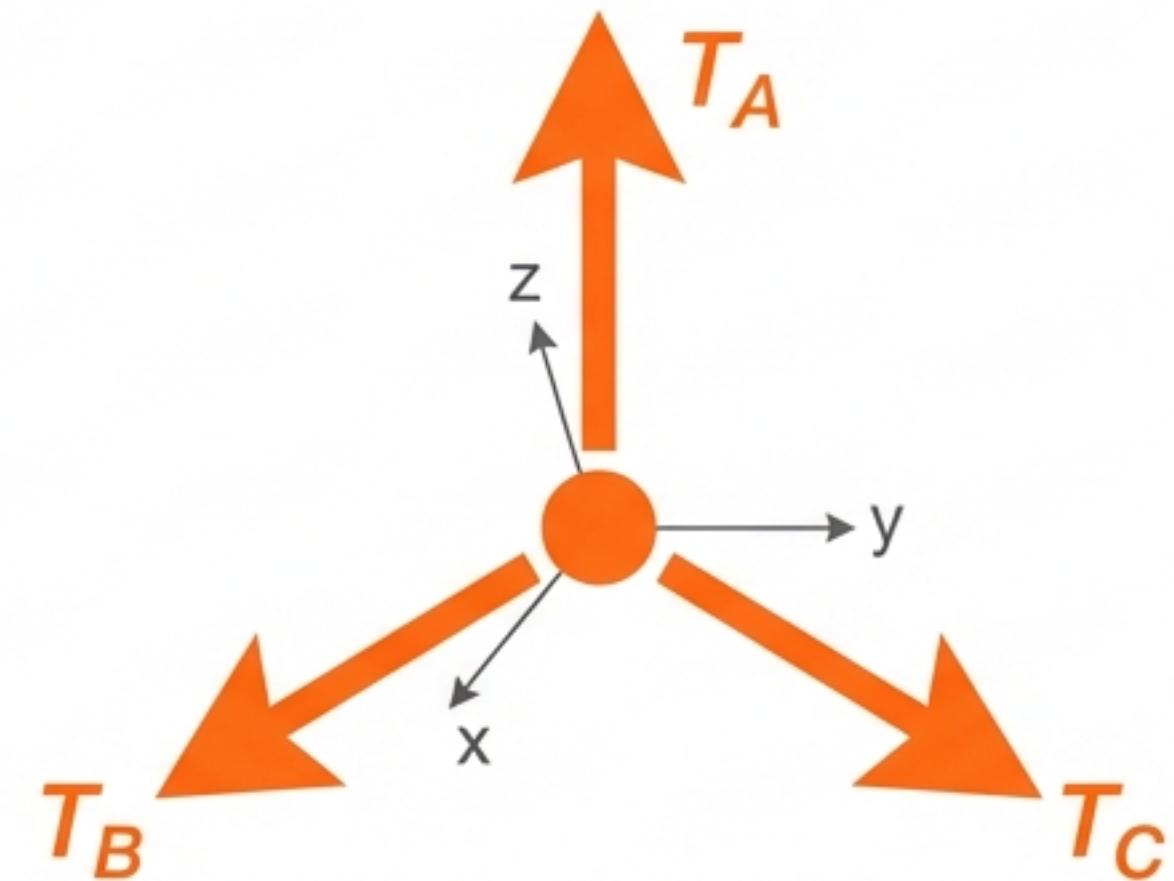
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = AB \cos \theta \quad (\text{Proyección})$$

Equilibrio de una Partícula

Realidad



Abstracción



El Diagrama de Cuerpo Libre (DCL)

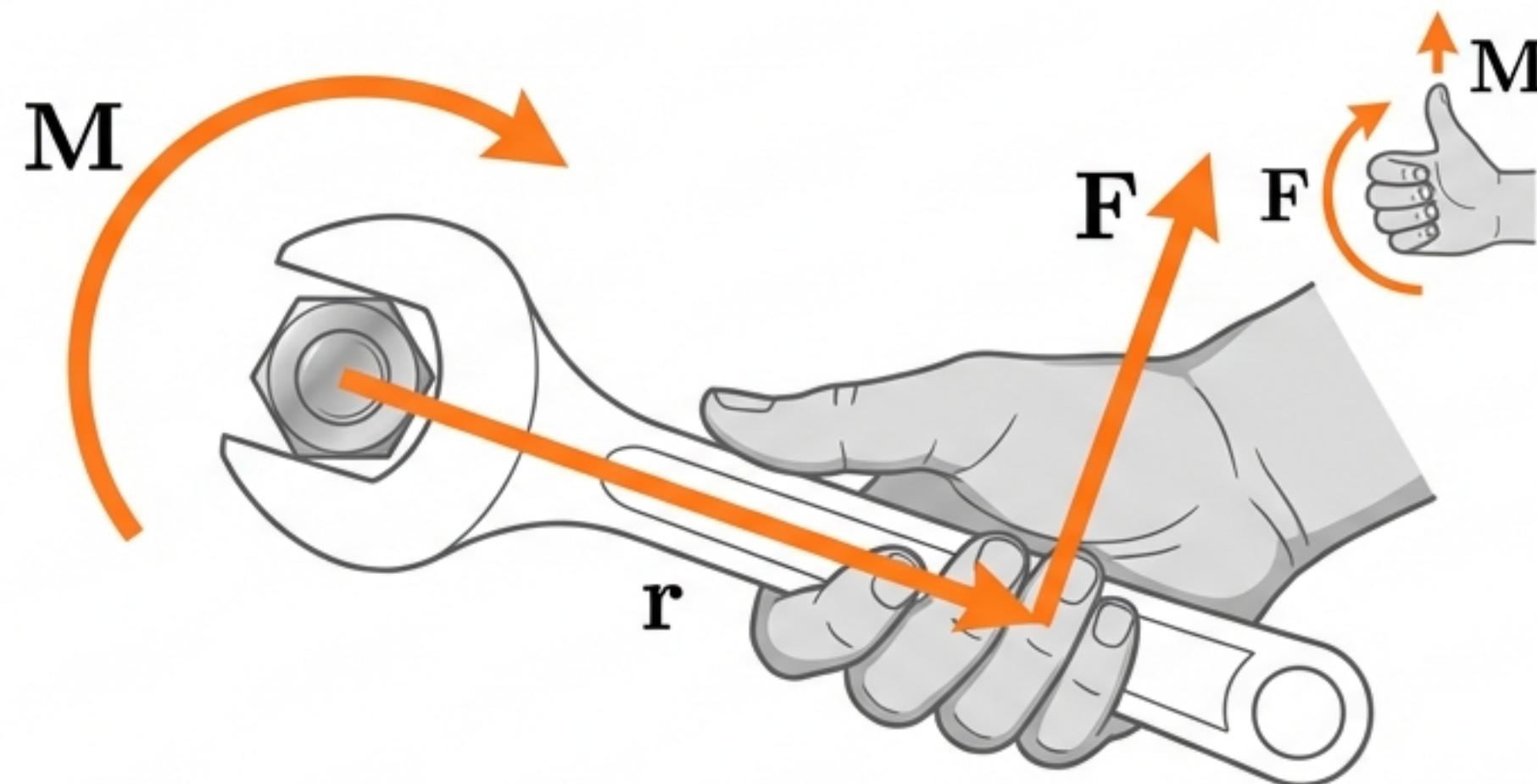
Aísla la partícula. Dibuja todas las fuerzas activas y reactivas.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

El Efecto de Giro: Momentos



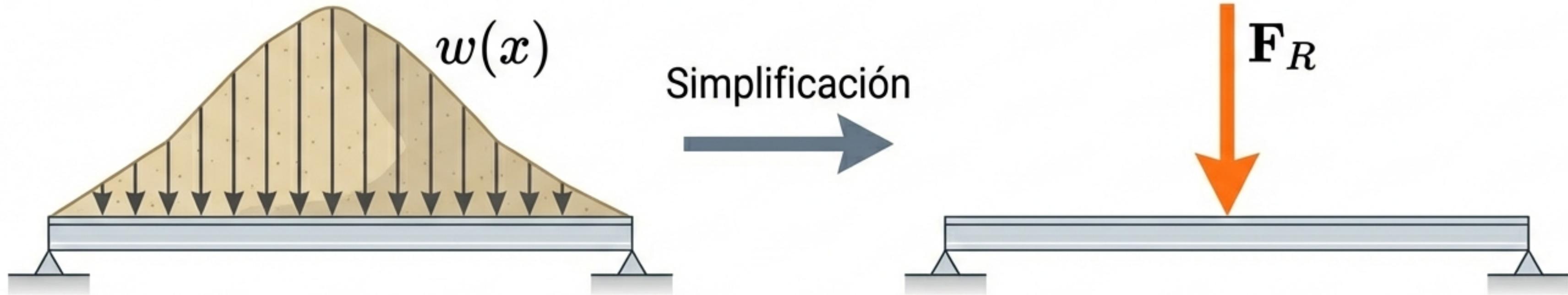
Definición: Tendencia a rotar alrededor de un eje.

Formulación Vectorial: $\mathbf{M}_O = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$

(El orden del producto cruz importa)

Teorema de Varignon: El momento de una fuerza es la suma de los momentos de sus componentes.

Simplificación de Sistemas de Fuerzas



Sistemas Equivalentes:

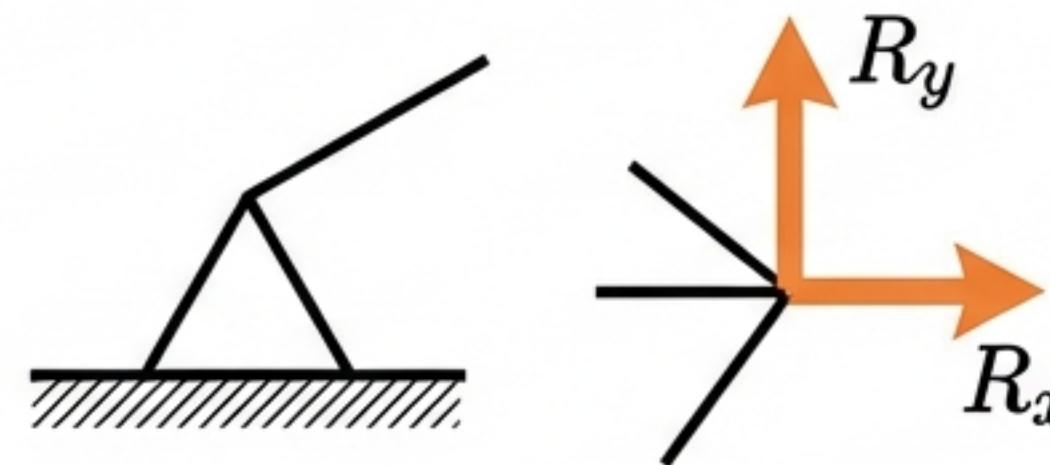
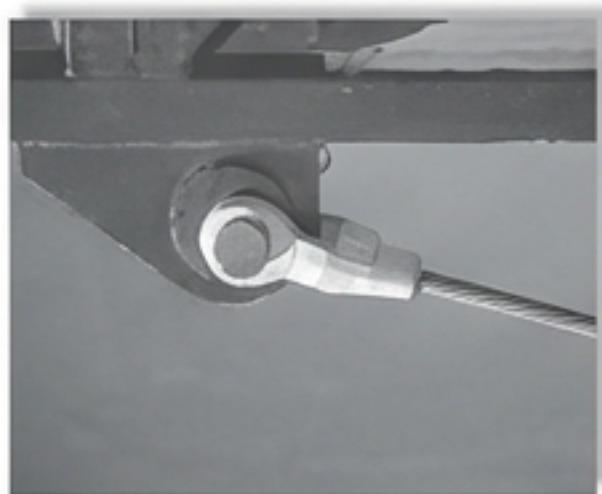
Sistemas Equivalentes: Reemplazar cargas complejas por una Fuerza Resultante y Momento Resultante.

Cargas Distribuidas:

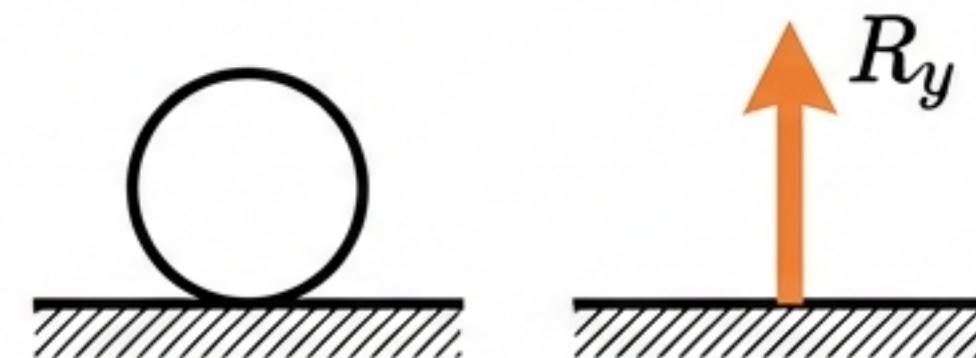
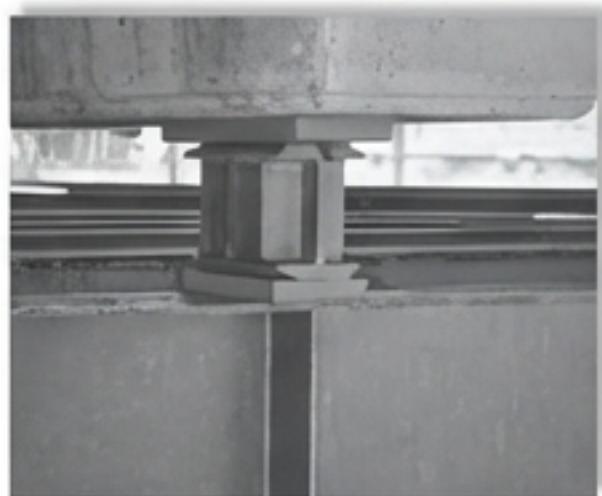
- **Magnitud:** Área bajo la curva.
- **Ubicación:** Centroide del área.

Equilibrio de Cuerpos Rígidos: Soportes

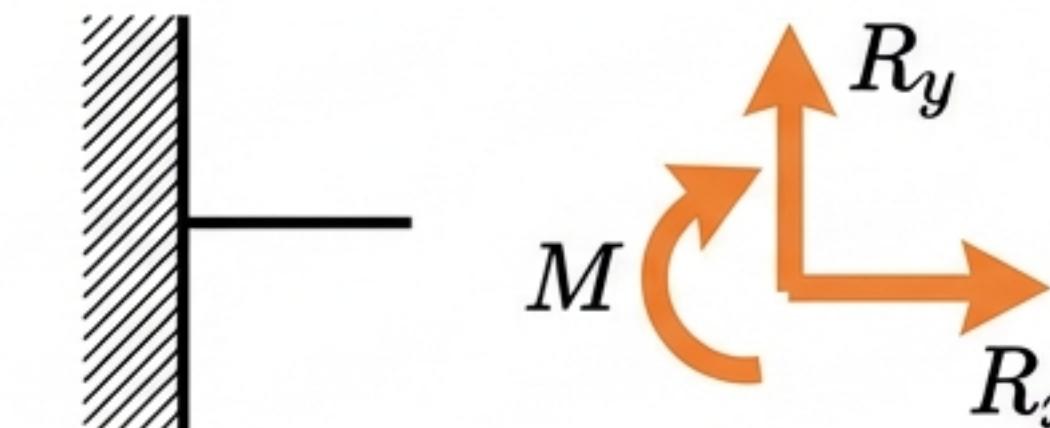
Pasador
(Pin)



Rodillo
(Roller)



Empotramiento
(Fixed)



****Condiciones (3D):**

$\sum F = 0$ (Traslación)

$\sum M = 0$ (Rotación)

Análisis Estructural: Armaduras

Método de Secciones:

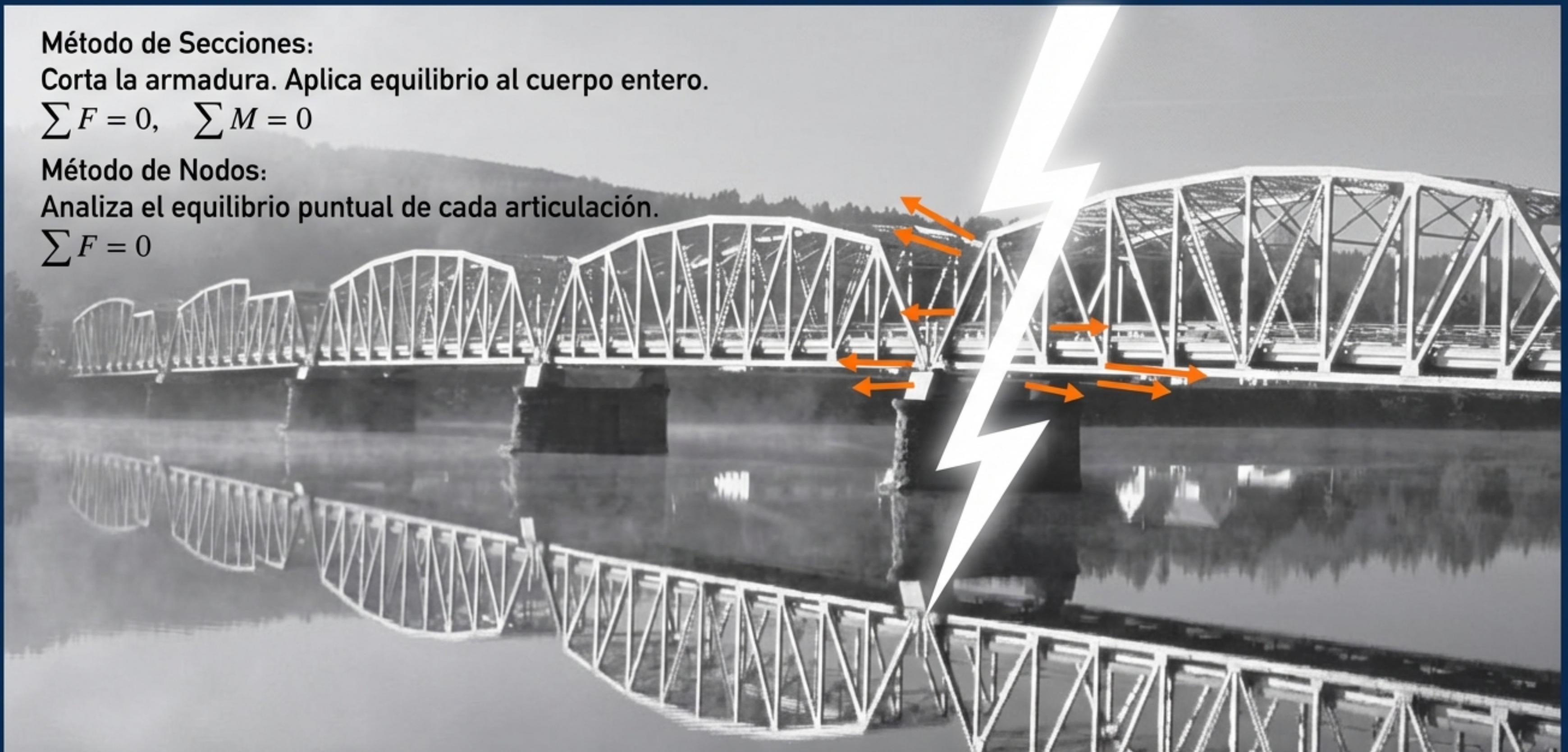
Corta la armadura. Aplica equilibrio al cuerpo entero.

$$\sum F = 0, \quad \sum M = 0$$

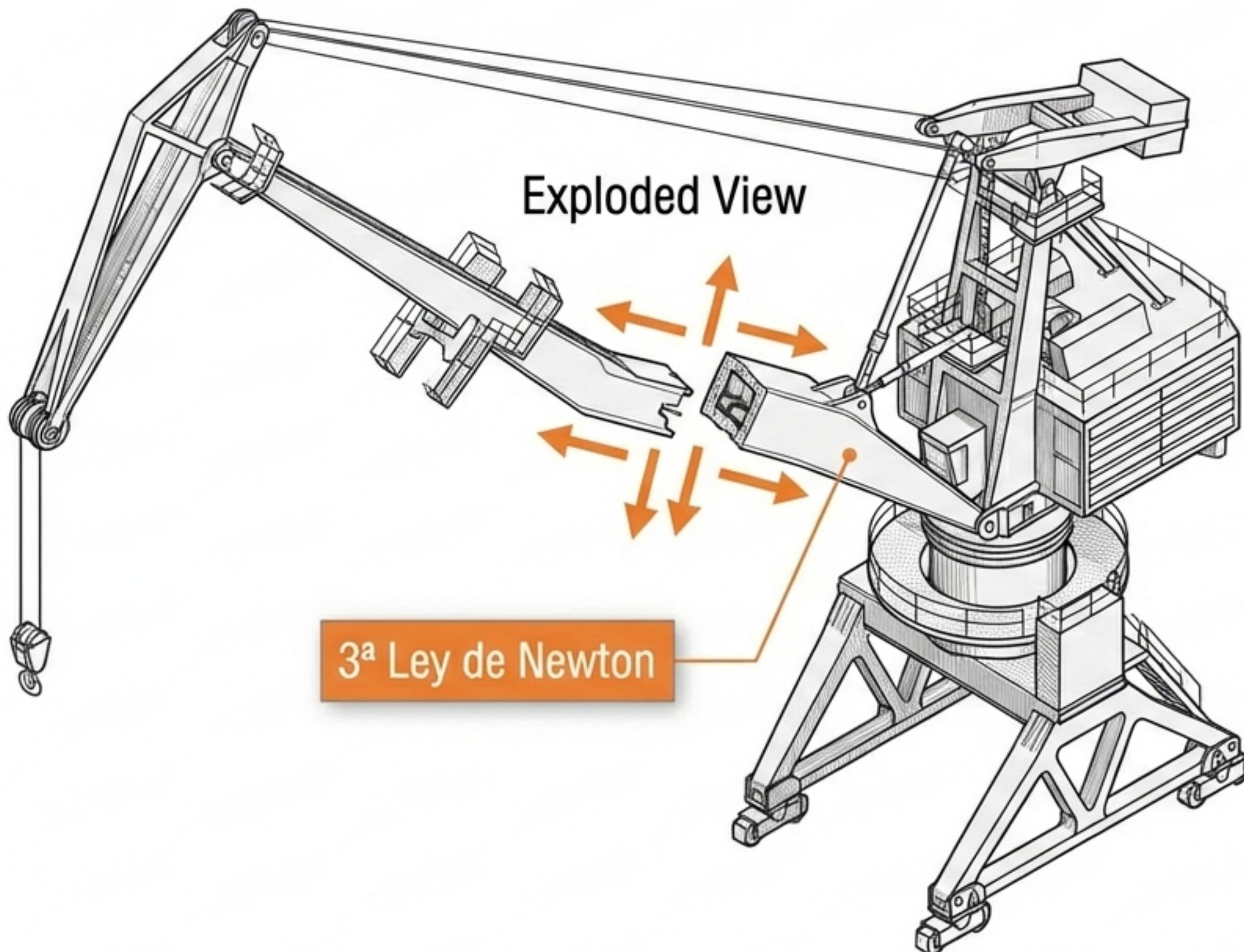
Método de Nodos:

Analiza el equilibrio puntual de cada articulación.

$$\sum F = 0$$

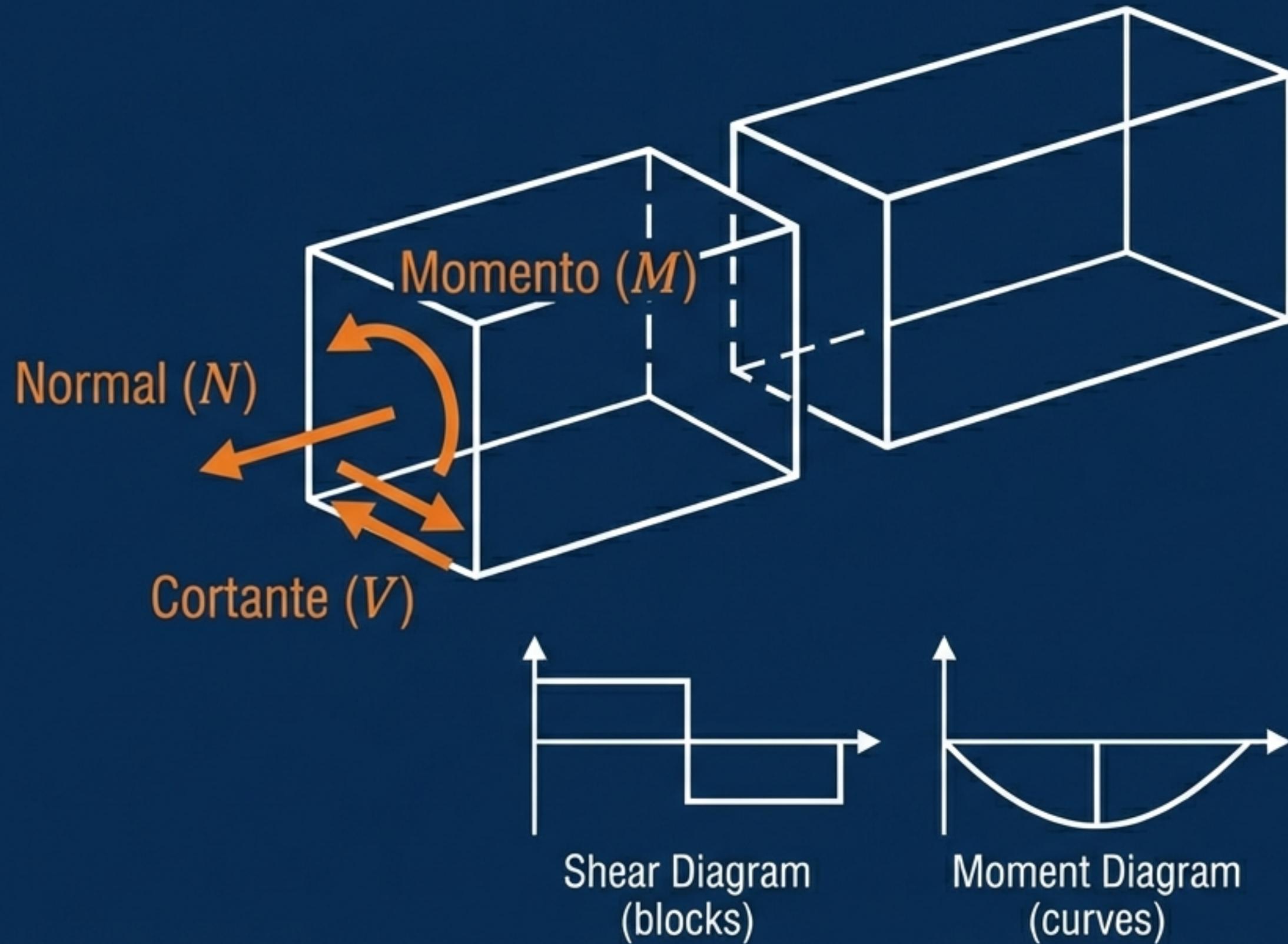


Bastidores y Máquinas



- **Bastidores:** Estructuras estacionarias con elementos de varias fuerzas.
- **Máquinas:** Partes móviles que transmiten fuerzas.
- **Estrategia:** Desmembrar la estructura y analizar los DCL de cada pieza.

Fuerzas Internas

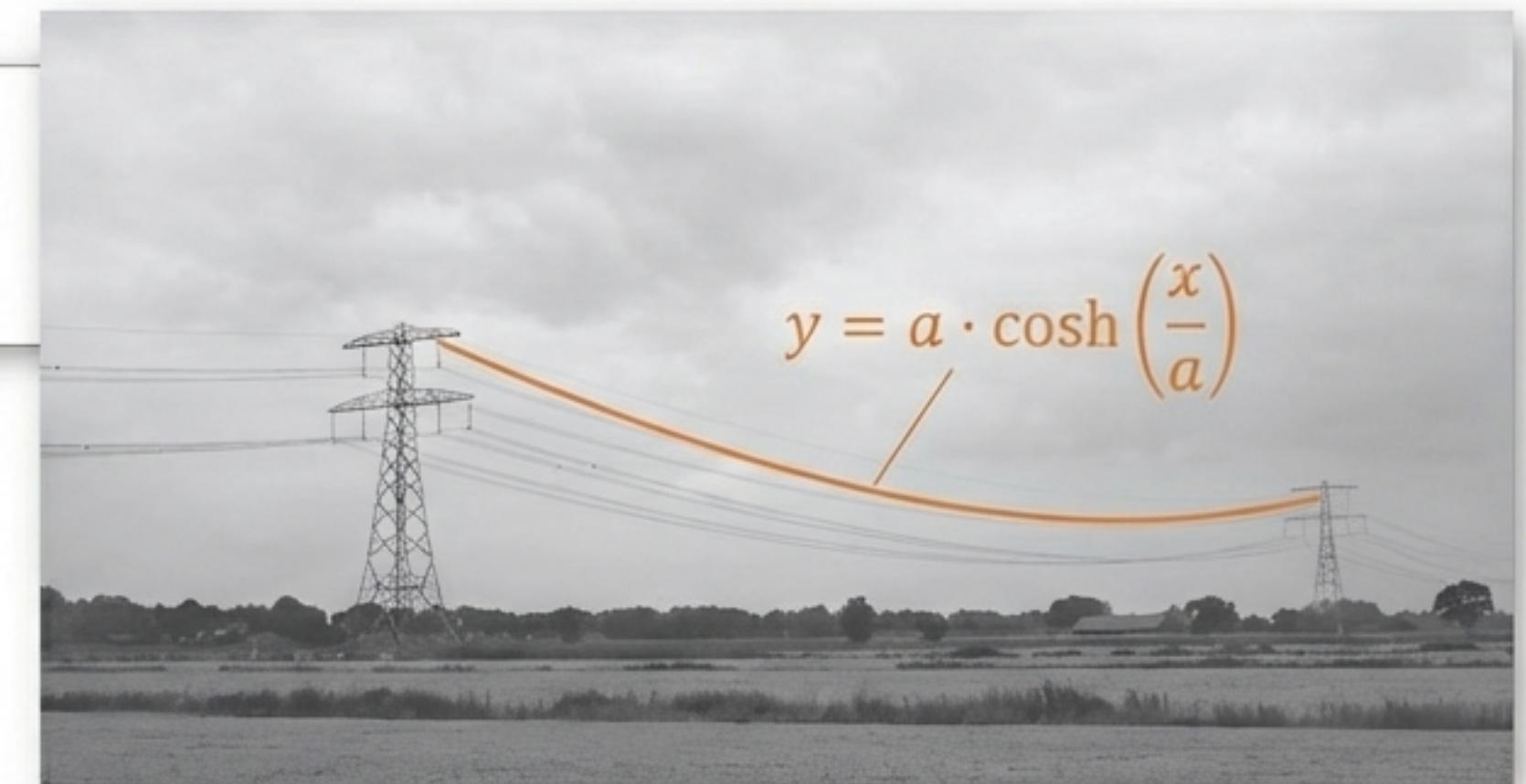
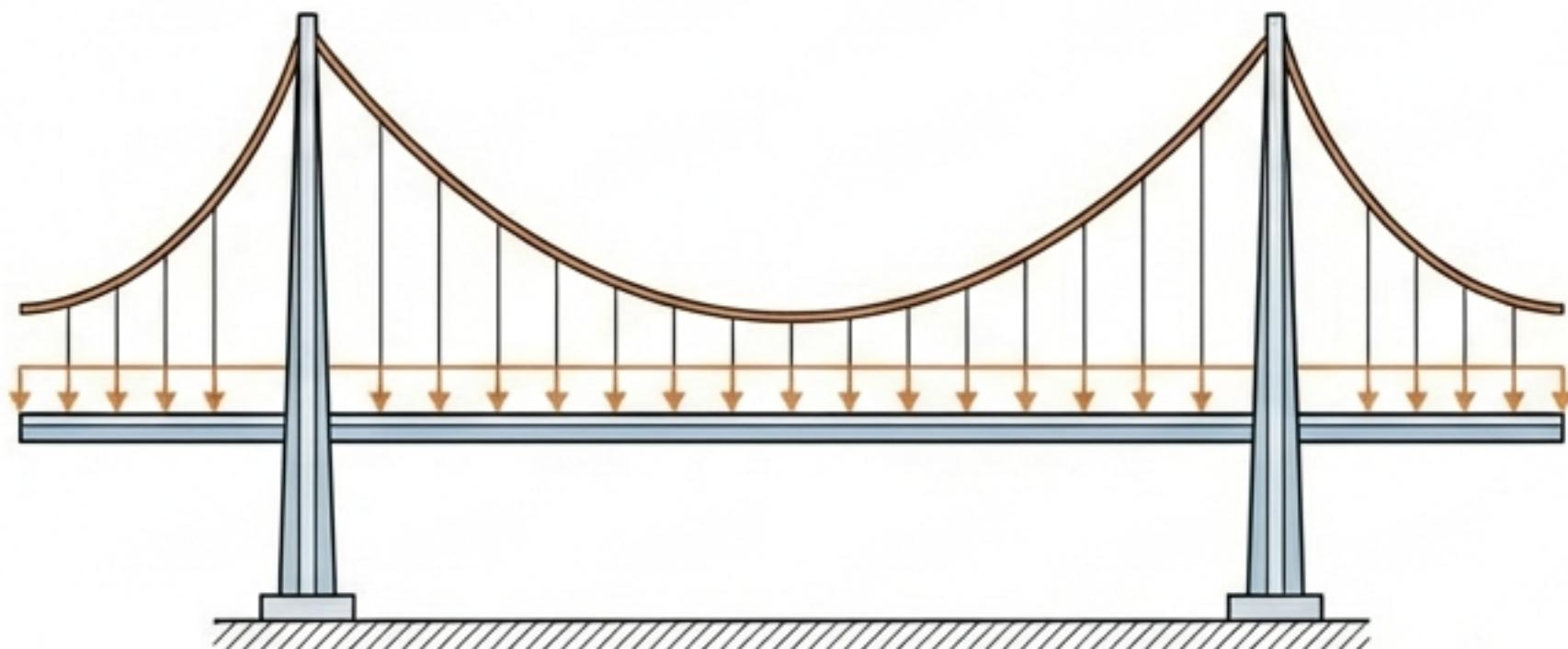


- **Fuerza Normal (N):** Tensión / Compresión
- **Fuerza Cortante (V):** Deslizamiento
- **Momento Flexionante (M):** Curvatura
- **Convención de Signos:** Vital para la consistencia.

Estructuras Flexibles: Cables

Características: Flexibles, inextensibles, solo tensión.

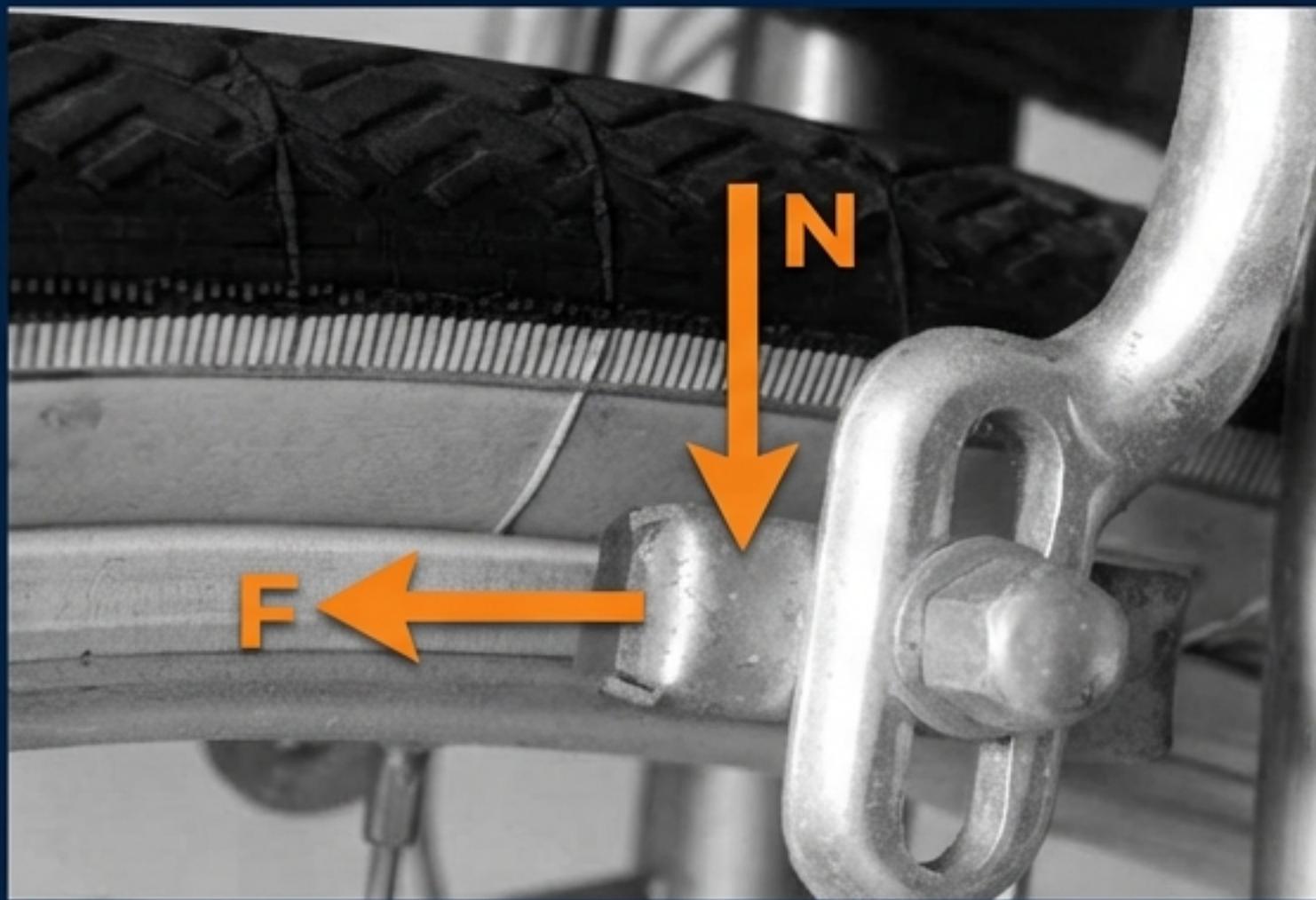
Tipos de Carga:



1. Catenaria: Peso del propio cable (Líneas de transmisión).

2. Parábola: Carga horizontal uniforme (Puentes colgantes).

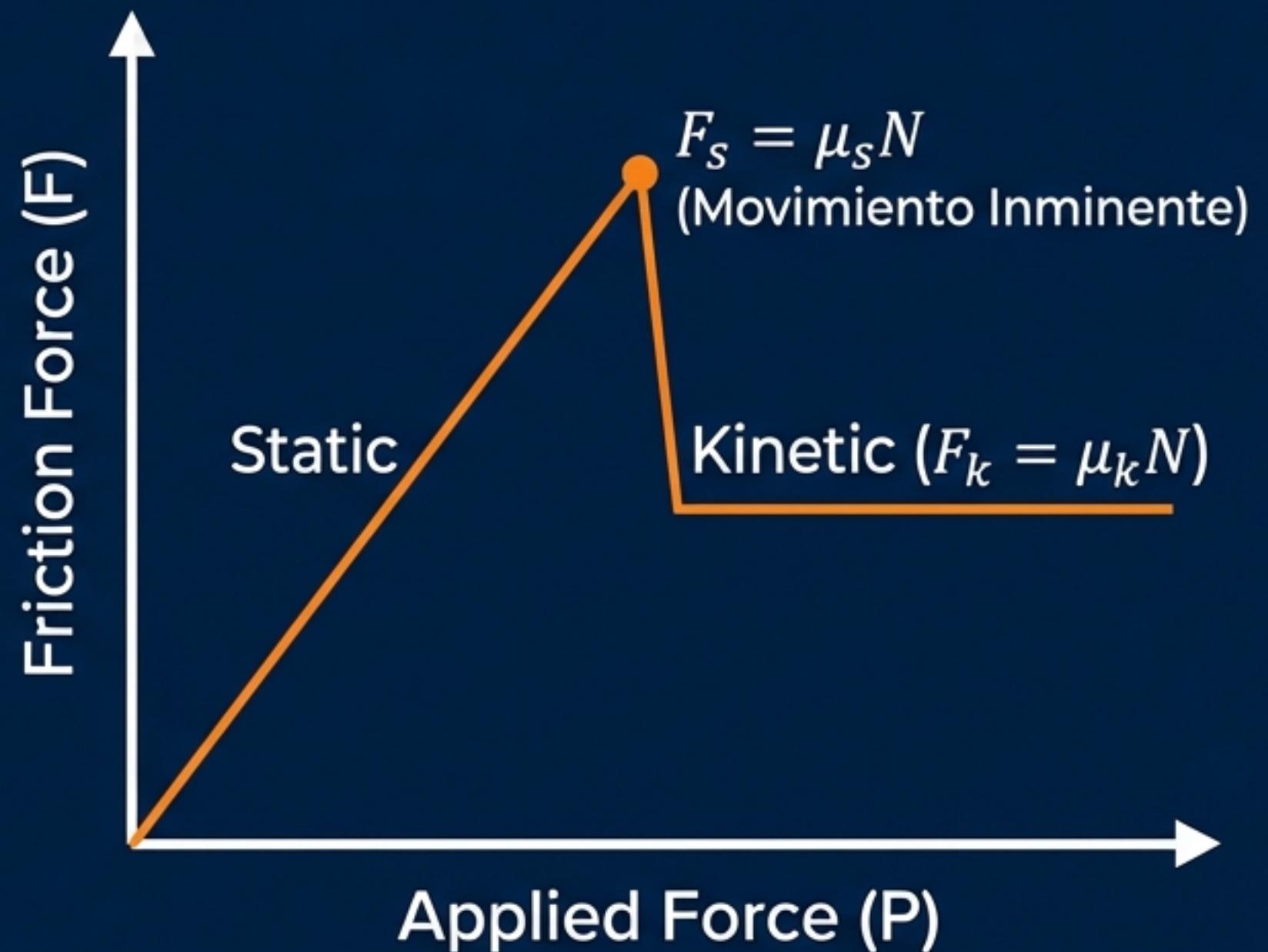
Fricción Seca y Resistencia



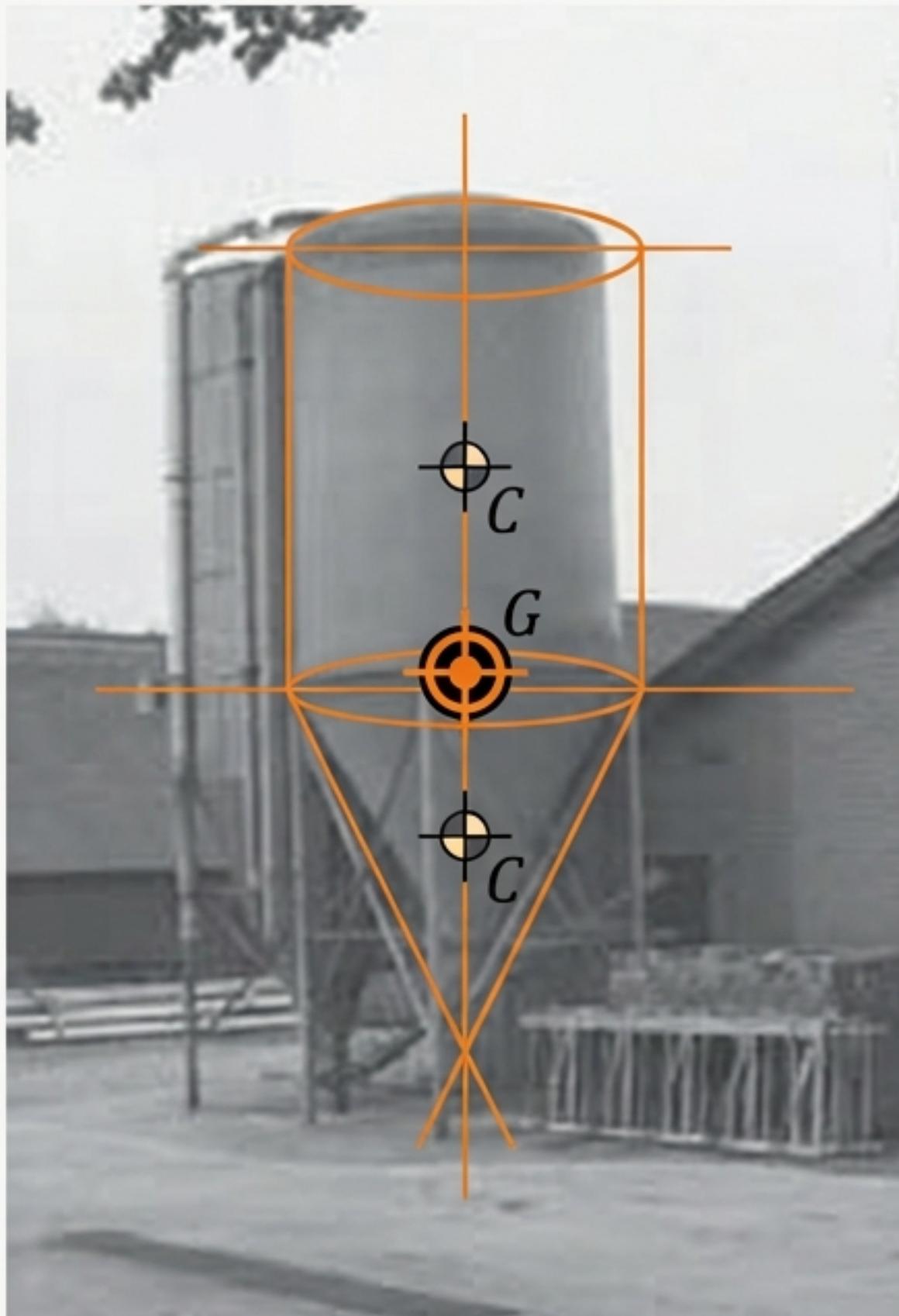
Fricción de Coulomb: $F = \mu N$

Fases:

- Estática (No mueve): $F < \mu_s N$
- Movimiento Inminente: $F = \mu_s N$
- Cinética (Deslizamiento): $F = \mu_k N$



Centro de Gravedad y Centroide



Centroide (C):
Centro geométrico.

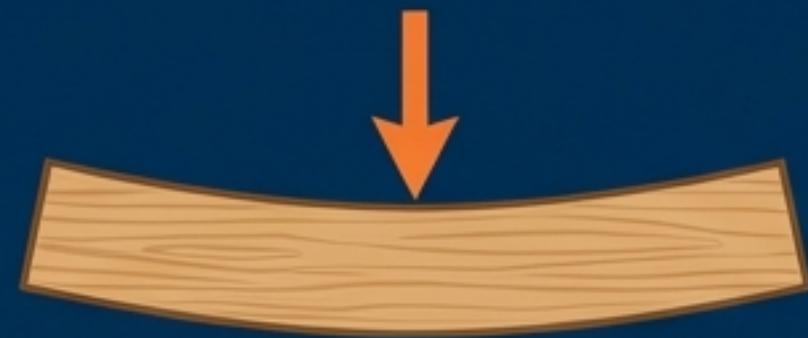
Centro de Gravedad (G):
Punto de aplicación del peso resultante.

Cuerpos Compuestos:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x} A}{\sum A}$$

Teoremas de Pappus-Guldinus:
Área y Volumen de revolución.

Momentos de Inercia



I_{bajo} (Fácil de doblar)

$$I = \int y^2 dA$$



I_{alto} (Difícil de doblar)

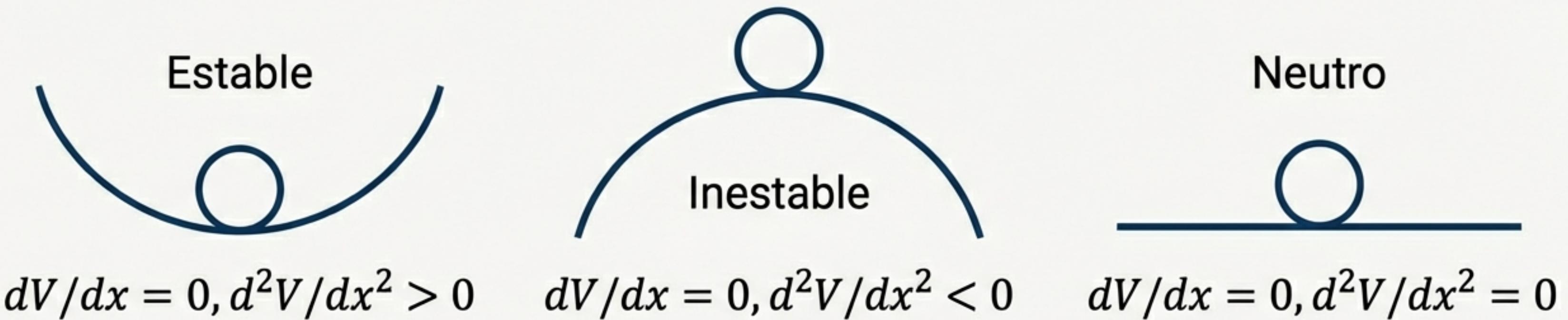
Definición (I): Resistencia a la flexión.

Teorema de Ejes Paralelos:

$$I = \bar{I} + Ad^2$$

Por esto usamos vigas tipo
“I” en construcción.

Trabajo Virtual y Estabilidad



Principio del Trabajo Virtual: $\delta U = 0$

Criterio de Energía Potencial (V):

- **Estable:** V es mínimo.
- **Inestable:** V es máximo.
- **Neutral:** V es constante.