

Resistencia de Materiales 1

Docentes: Gonzalo Cetrangolo (Responsable) gonzaloc@fing.edu.uy
Judith Rabin jrabin@fing.edu.uy
Martin Kenny mkenney@fing.edu.uy

Clases:

Clases “Teóricas”: Teórico-prácticas

desarrollos teóricos y ejemplos prácticos intercalados Martes y Jueves de 15:30 a 17:00 hs.

Clases “Prácticas”: Clases de consulta y ejemplos de resolución

En caso de ser posible será M y J de 17:00 a 18:30 hs Salón a definir, y clases de consulta virtuales por definir días y horarios con los alumnos.

Evaluaciones:

2 Entregas de ejercicios de **10 puntos** cada una.

2 Parciales de 40 puntos cada uno.

Aprobación del Curso

Según resultado de ambos parciales + Laboratorios:
4 laboratorios con entrega de 10 puntos cada uno

total \geq 60

\Rightarrow

Se aprueba la asignatura, se exigirá un mínimo de 10 puntos en el segundo parcial.

60 > total \geq 25

\Rightarrow Se Aprueba el curso, lo que permite dar el examen (completo) en cualquier período y cursar asignaturas posteriores que requieran esta previa.

25 > total

\Rightarrow No se aprueba el curso (no se permite dar el examen en diciembre, ni cursar asignaturas que requieran la previa)

Aprobación de la asignatura:

Examen con dos partes:

1ª - Escrita: Se evalúa el desempeño en ejercicios prácticos y teóricos.

2ª - Oral: Se evalúa **TODO** el contenido del curso, teórico y práctico.

Calendario

- Primera entrega: domingo 17 de setiembre

1eros parciales

Desde el 16 de setiembre

- Segunda entrega: domingo 19 de noviembre

2dos parciales

Desde el 18 de noviembre

Resistencia de Materiales 1

- Presentación del curso
 - Docentes, Clases teóricas/prácticas, Evaluaciones, Bibliografía
 - Ingeniería Civil
- Introducción al curso
 - ¿Qué es una estructura?
 - ¿Qué veremos en Resistencia de Materiales 1 (R1)?
- Sistemas de fuerzas en el plano
 - Repaso de conceptos generales de mecánica clásica
 - Se definirá la nomenclatura utilizada en el curso

Resistencia de Materiales 1

OBJETIVOS:

lograr que el alumno obtenga un **manejo fluido de los principios de la Estática** y adquisición de habilidades en sus **aplicaciones a los modelos de sistemas** usados en problemas y ejercicios. Comprensión de las relaciones entra las **cargas externas** aplicadas a estructuras **constituidas por barras y sus efectos en el interior** de las mismas (estados de tensiones y deformaciones), **solicitaciones y desplazamientos adoptando para los materiales el modelo elástico lineal.**

Bibliografía:

Mecánica de Materiales. J. M. Gere. Thomson Learning. 2006. ISBN 13: 978-9708300407.

Resistencia de Materiales . Luis Ortiz Berrocal. Mc Graw Hill, 2002. ISBN 84-481-3353-6.

Resistencia de Materiales. J.M. Gere. Timoshenko. 5. Thomson, 2002. ISBN 84-9732-065-4.

Mecánica de sólidos. E. Popov. Pearson, 2000. ISBN 970-17-0398-7

Mecánica de sólidos : Conceptos y Aplicaciones. Bickford W.B. Irwin, 1995. ISBN 8480861703

PROGRAMA

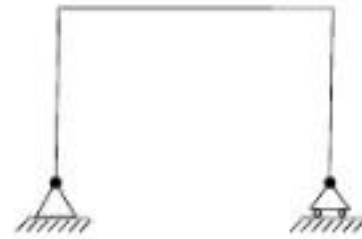
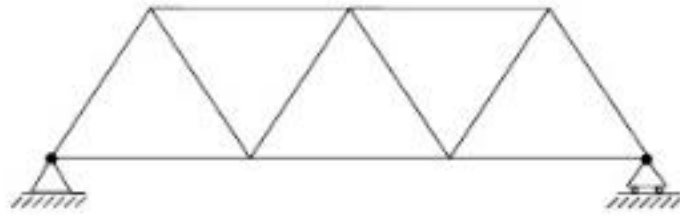
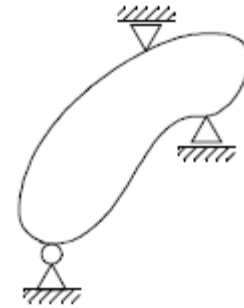
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas.
- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Líneas de Influencia.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Grados de libertad



PROGRAMA

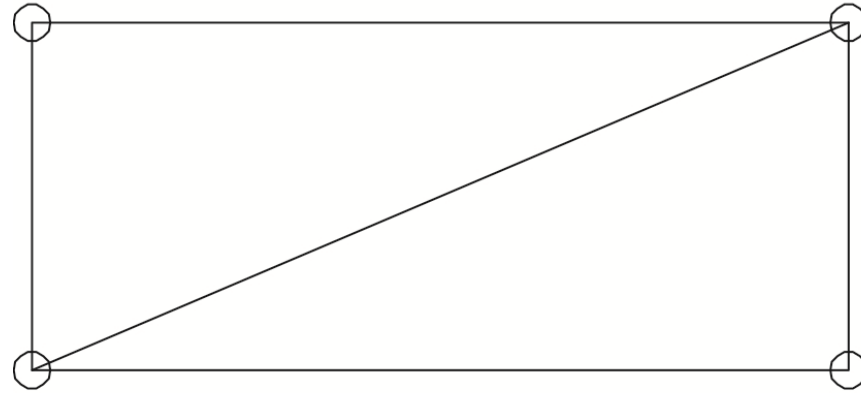
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas.
- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Barras y tensiones



PROGRAMA

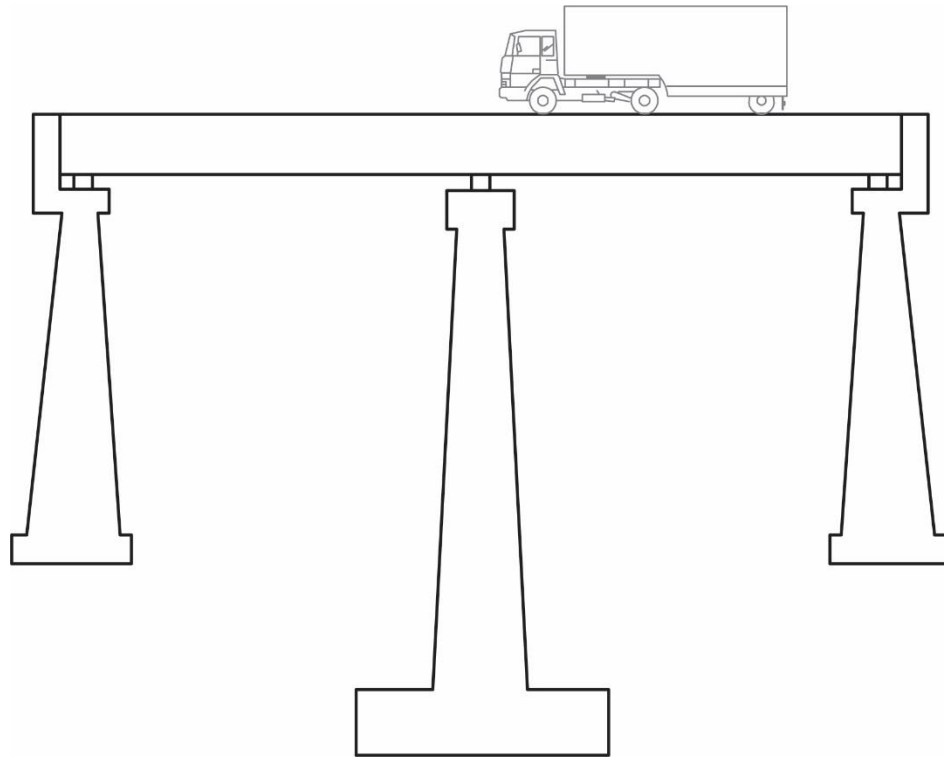
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas.
- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Fuerza axial



PROGRAMA

Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.

- Reticulados isostáticos.

- Características geométricas de las secciones.

- Flexión pura. Hipótesis de Navier.

- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.

- Ecuación fundamental de vigas.

- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Condiciones de borde. Viga

análoga.

- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.

- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Reticulados isostáticos



Reticulados isostáticos



PROGRAMA

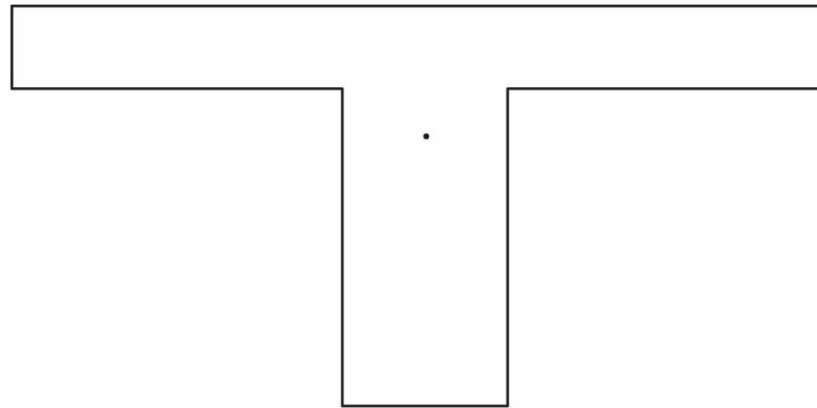
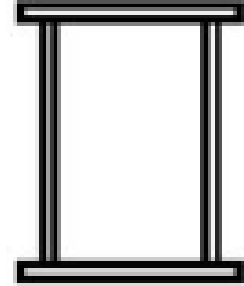
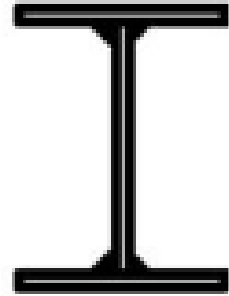
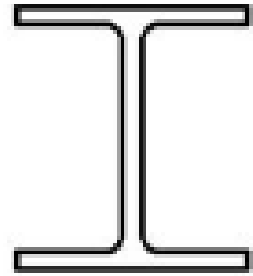
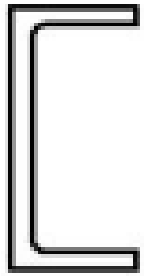
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas.
- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Secciones : Características Geométricas



PROGRAMA

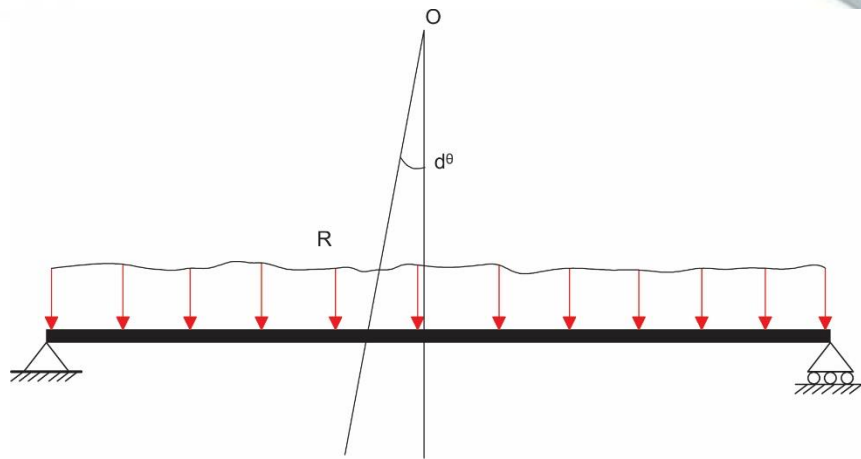
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas.
- Elástica de vigas rectas. Ecuación de la elástica. Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Flexión Pura



PROGRAMA

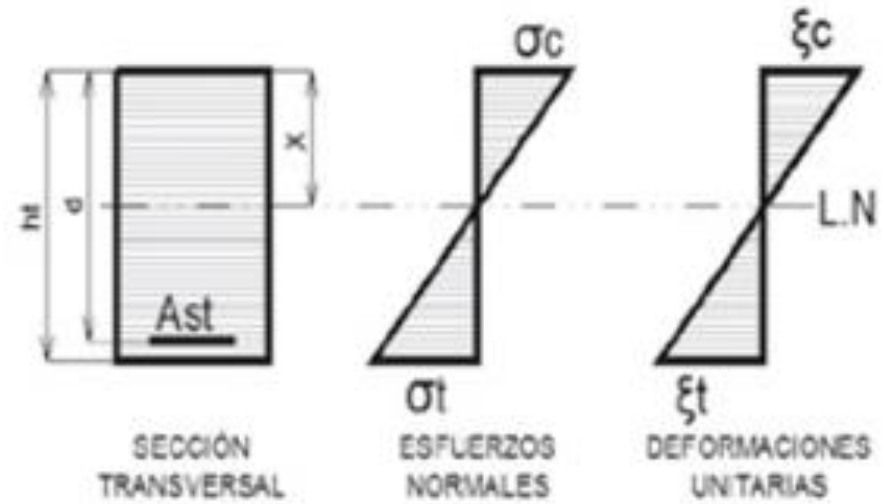
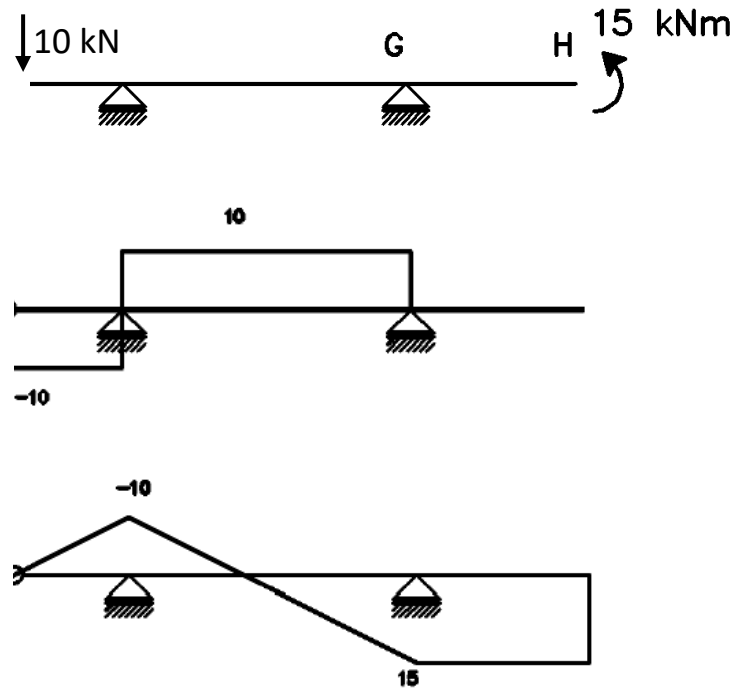
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.**
- Ecuación fundamental de vigas, Elástica de vigas rectas, Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Diagramas



PROGRAMA

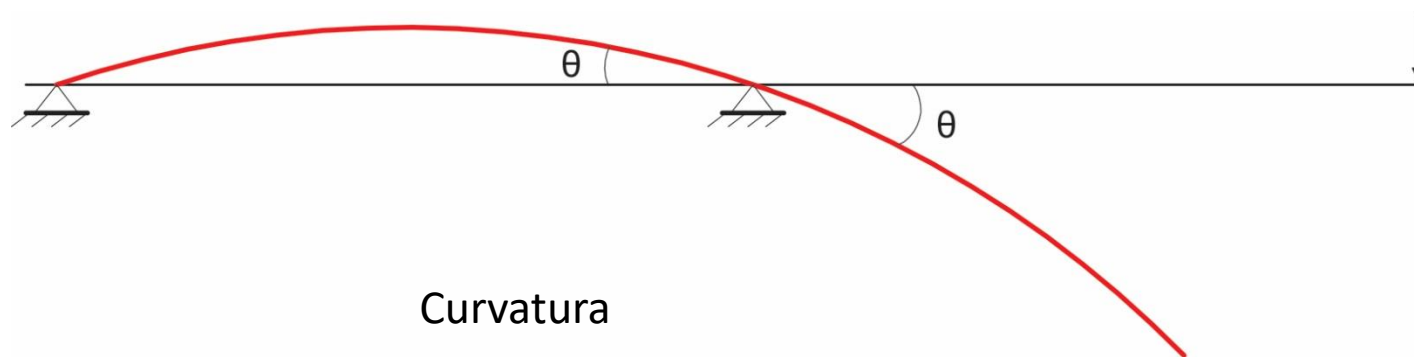
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas, Elástica de vigas rectas, Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Teoria de Vigas



PROGRAMA

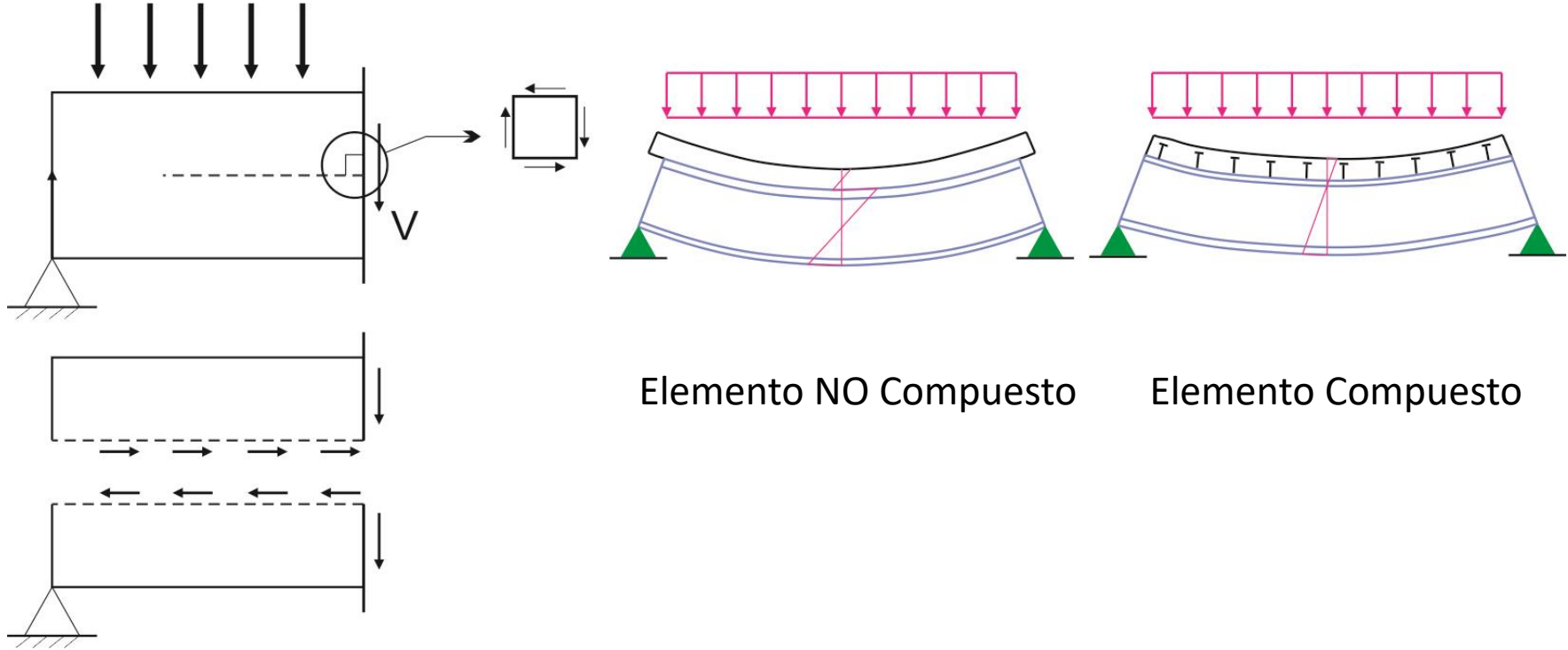
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas, Elástica de vigas rectas, Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.**
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Tensiones Rasantes



PROGRAMA

Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas, Elástica de vigas rectas, Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.**

Vigas Continuas



PROGRAMA

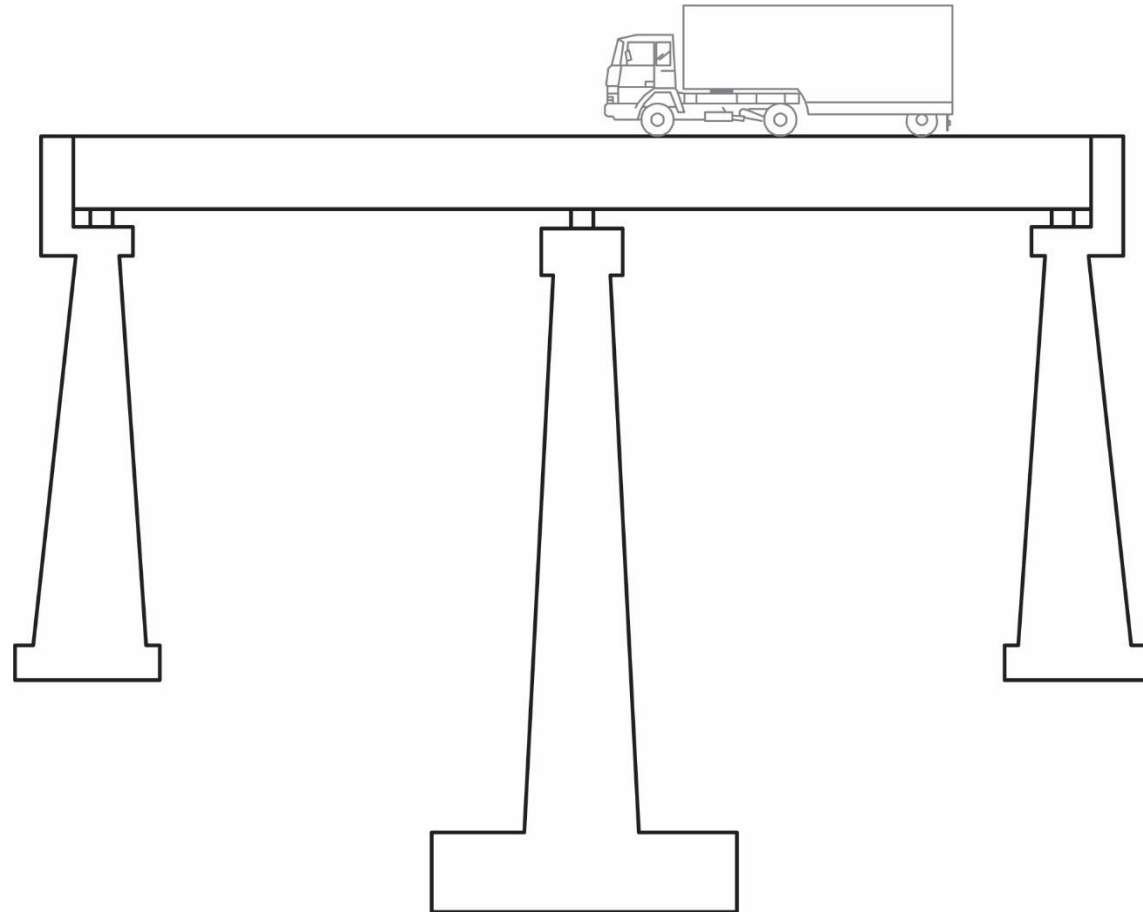
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras solicitaciones internas. Diagramas. Reticulados (sistemas de biela biarticuladas).

Teoría de barras elásticas rectas.

- Fuerza axial. Tensiones y deformaciones. Ley de Hooke. Principio de Saint-Venant.
- Reticulados isostáticos.
- Características geométricas de las secciones.
- Flexión pura. Hipótesis de Navier.
- Diagrama de tensiones y deformaciones. Módulo resistente.
- Ecuación fundamental de vigas, Elástica de vigas rectas, Viga análoga.
- Tensiones Rasantes (Jouravski). Vigas compuestas de sección rectangular.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.
- Líneas de influencia.**

Líneas de Influencia



Unidades

- Fuerza → Newton N
- Tensión o Presión → [Fuerza] / [Area]

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \times 10^6 \text{ Pa} = 1 \times 10^6 \text{ N/(m}^2\text{)}$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \times 10^6 \text{ N/(1000 mm x 1000 mm)}$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/(mm}^2\text{)}$$

$$1 \text{ GPa} = 1 \times 10^9 \text{ Pa}$$

Definición

- Resistencia de Materiales, se enmarca en la Mecánica de Sólidos Deformables
 - estudio de la resistencia (**estado de tensiones**)
 - estudio de la rigidez (**estado de deformaciones**)

Aplicación a **sólidos deformables** sometidos a la acción de sistemas de fuerzas en equilibrio estático.

Ing. Civil y Resistencia de Materiales





Conceptos

- Dureza (Escala de Mohs)
- Rigidez (geometría y de E)
- Tensión (esfuerzos internos)
- Resistente (tensión de rotura)
- Deformable (E)
- Frágil
- Dúctil
- Deformación
- Desplazamiento

Estructuras

Análisis de Estructuras:

- **Modelo Físico** de la estructura (de un edificio o de cualquier otro elemento).
- **Modelo Matemático** que permiten modelar el estado tensional y deformacional (pequeñas deformaciones, material elástico y lineal, etc.) .

Requisitos Generales:

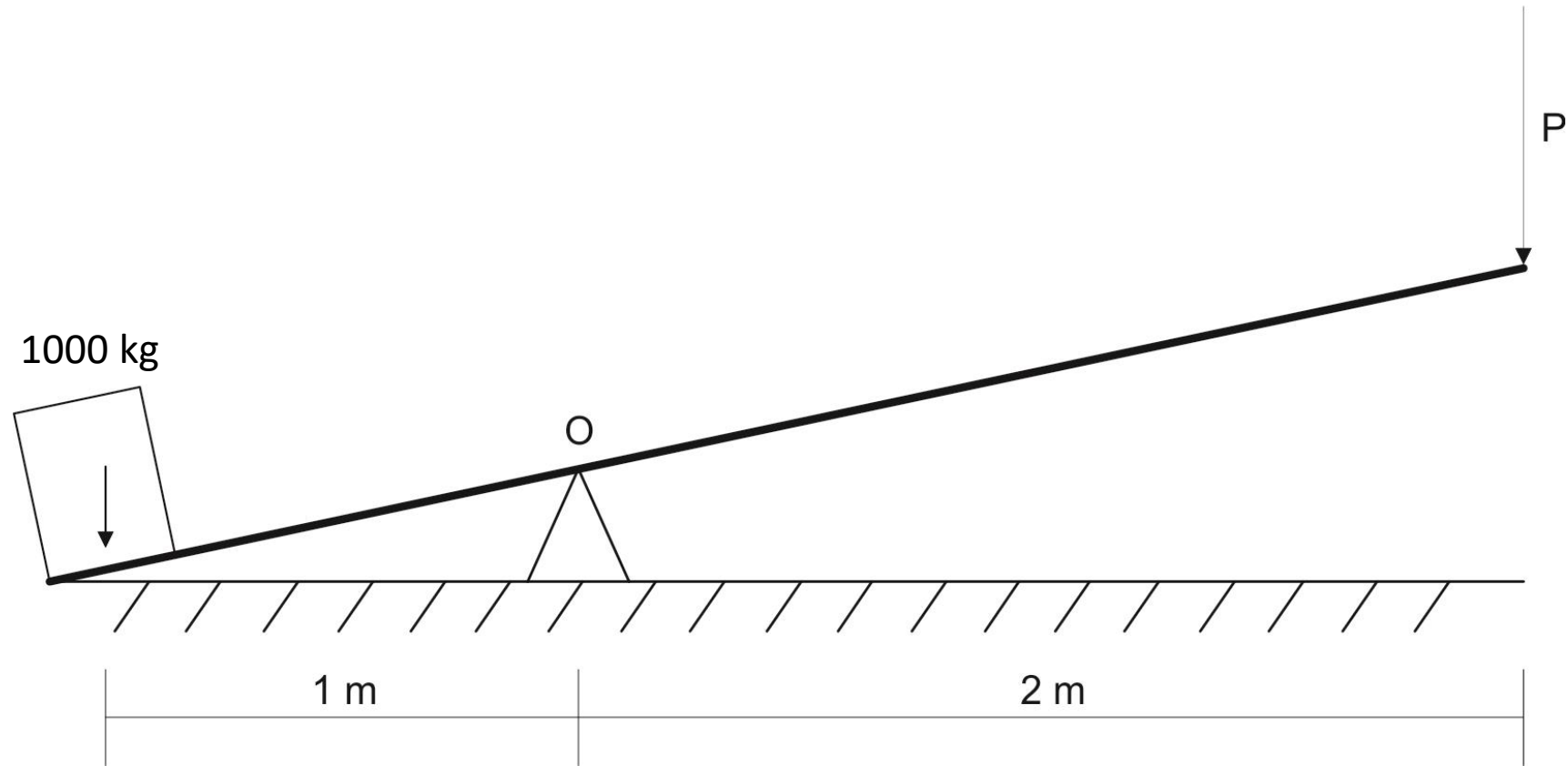
Seguridad: no debe colapsar, ni total, ni parcialmente.

Servicio: la estructura no se debe deformar, vibrar, fisurar en exceso.

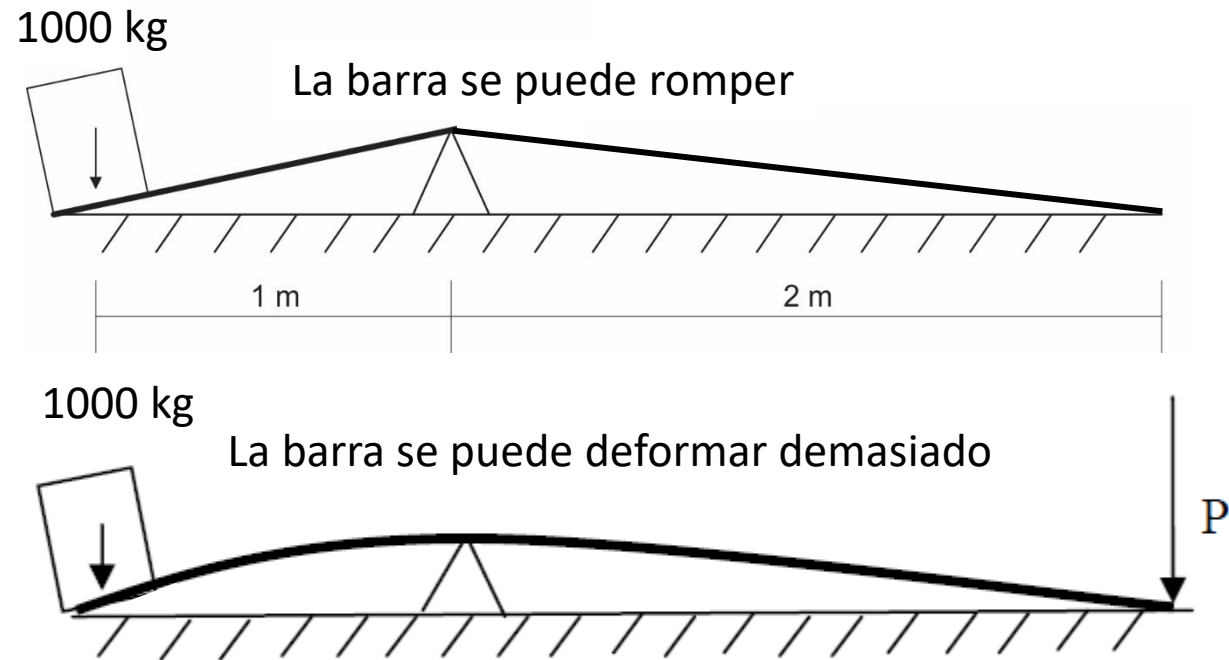
Sostenibilidad: cumplir las necesidades actuales sin comprometer las futuras generaciones.



Conceptos anteriores



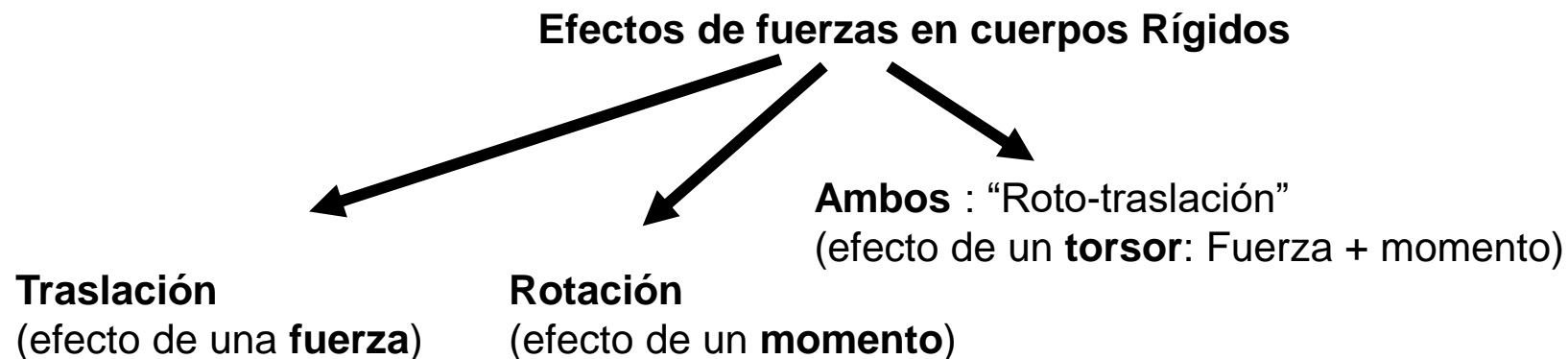
Resistencia de Materiales



Módulo 1: Sistemas de Fuerzas; y Sistemas de cuerpos vinculados

Fuerzas Aplicadas a Sólidos

- **Sólido Rígido:** la distancia entre **2 puntos** del sólido cualesquiera, **no cambia** al aplicar una fuerza
- **Sólido Elástico:** la distancia entre **2 puntos** del sólido cualesquiera, **cambia** al aplicar una fuerza, y estos vuelven a su posición al retirar la fuerza
- **Sólido verdadero**



Campo de aplicación

- Vigas
- Pilares o columnas
- Barras o bielas
- Sistemas de barras

Conceptos: Fuerza, desplazamiento, tensión, deformación, equilibrio, compatibilidad

Hipótesis: linealidad, elasticidad, pequeñas deformaciones, homogéneo e isótropo

Estructuras y Resistencia de Materiales

Para que construimos estructuras:

1) Aislar un determinado volumen del exterior.

Techos, covertedizos, muros de cierre.

2) Sostener cargas cargas fijas o móviles. Puentes, pasarelas, techos de edificios.

3) Contener empujes horizontales. Muros de contencion, presas, silos.

Estructuras

- Resistencia de Materiales 1:

Principios básicos de diseño y cálculo de estructuras.

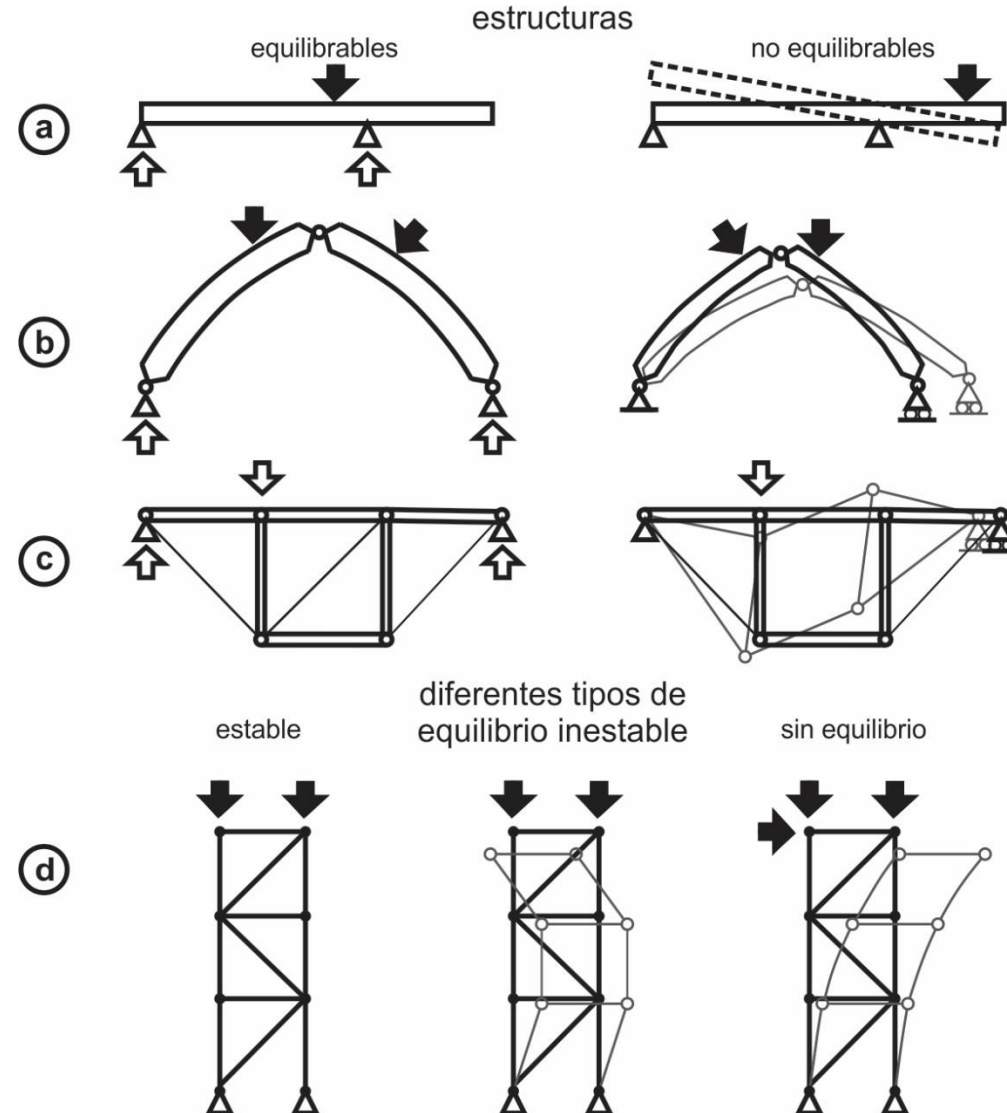
Principalmente: en estructuras formadas por barras.



Estructuras visibles



Condiciones de Estabilidad



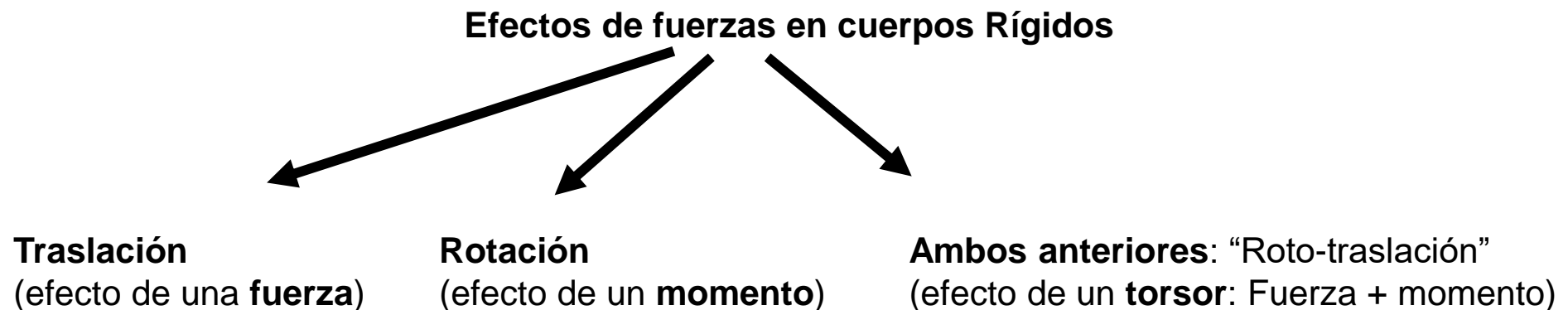
Procedimiento de Análisis

- Vínculos
 - Tipos de vínculos
 - Características mecánicas y cinemáticas
 - Condición necesaria de equilibrio
- Clasificación estática de sistemas de cuerpos
- Diagramas de barras y de cuerpo libre
- Comportamiento estructural

SISTEMAS DE
FUERZAS PLANOS
(Repaso)

Fuerzas Aplicadas a Sólidos

- **Sólido Rígido:** la distancia entre 2 puntos del sólido cualesquiera, no cambia al aplicar una fuerza
- **Sólido Elástico:** la distancia entre 2 puntos del sólido cualesquiera, cambia al aplicar una fuerza, y estos vuelven a su posición al retirar la fuerza
- **Sólido verdadero**



Fuerzas

Las fuerzas son magnitudes vectoriales.

Poseen:

Dirección	(ángulo)
Magnitud	(largo del vector)
Sentido	(“flecha”)

Además, su efecto en una estructura, depende de su
Punto de aplicación (origen o línea de acción)

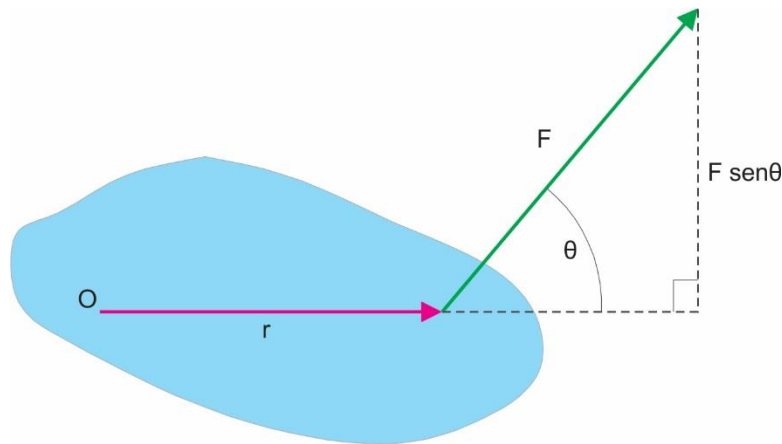
Tipos de cargas:

Cargas muertas o permanentes

Cargas de uso, vivas o impuestas

Idealización: Fuerza / Momento / Torsor

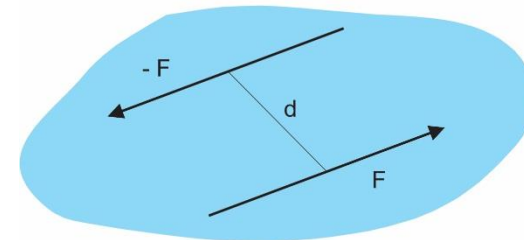
1) El **momento (M_o)** que causa una fuerza (**F**) respecto a un punto (**O**) se define como el **producto vectorial** de la **distancia (r)** de la **línea de acción de la fuerza al punto O**, por el **vector de la fuerza (F)**.



$$M_o = \vec{r} \times \vec{F}$$



2) El efecto de un **momento puro (M)** es equivalente al de un **par de fuerzas**: dos cargas opuestas, paralelas, del mismo módulo, actuando en líneas distintas.



Un par causa el mismo efecto, no importa el punto en el que se lo evalúe.

Un torsor (M,F) es equivalente a sólo una fuerza (F) aplicada en otra línea de acción a una distancia $d=M/F$.

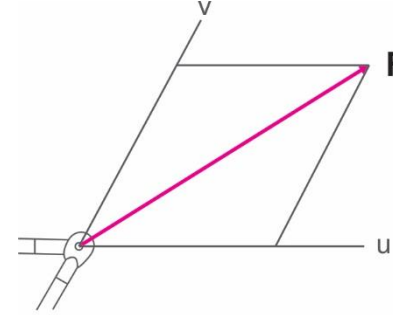
Suma y descomposición de fuerzas

FUERZAS CONCURRENTES

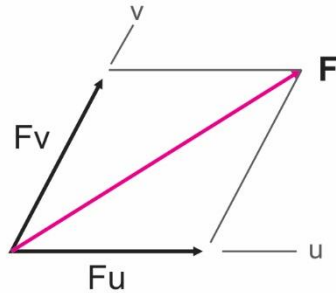
Gráficamente:

Sistemas de **2 fuerzas concurrentes**:

(La línea de acción de las fuerzas coincide en un punto.
Por lo tanto, la resultante pasa por dicho punto)

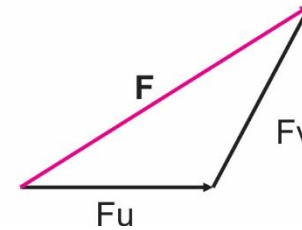


Para conocer la magnitud y el sentido, trazo el **Paralelogramo de fuerzas**.



(Se puede simplificar, dibujando medio paralelogramo: triángulo de fuerzas)

En forma inversa, una fuerza se puede **dividir en dos componentes**. (en cualquier ángulo).



Generalmente es útil dividir las fuerzas en componentes ortogonales.

Suma y descomposición de fuerzas

FUERZAS CONCURRENTES

Analíticamente :

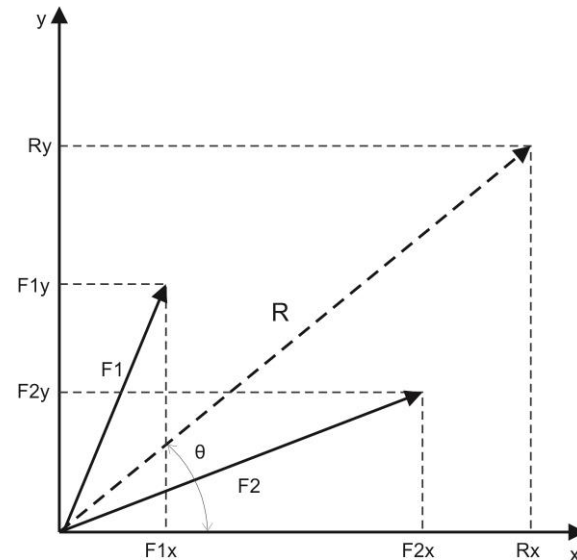
$$R_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y}$$

Sumando componentes

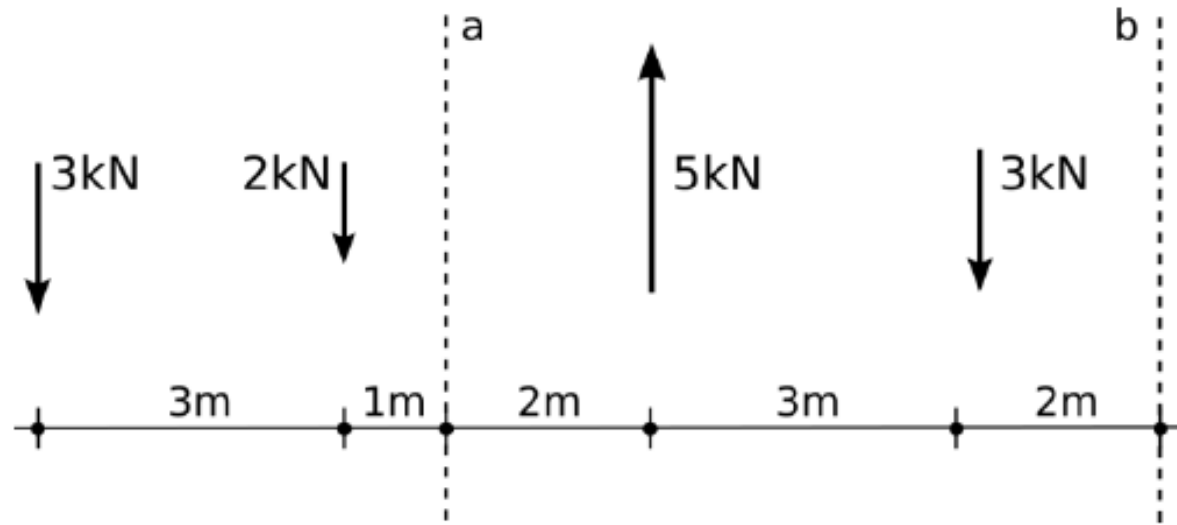
$$R = \sqrt{(R_x^2 + R_y^2)}$$

$$\theta = \tan^{-1}(R_y / R_x)$$



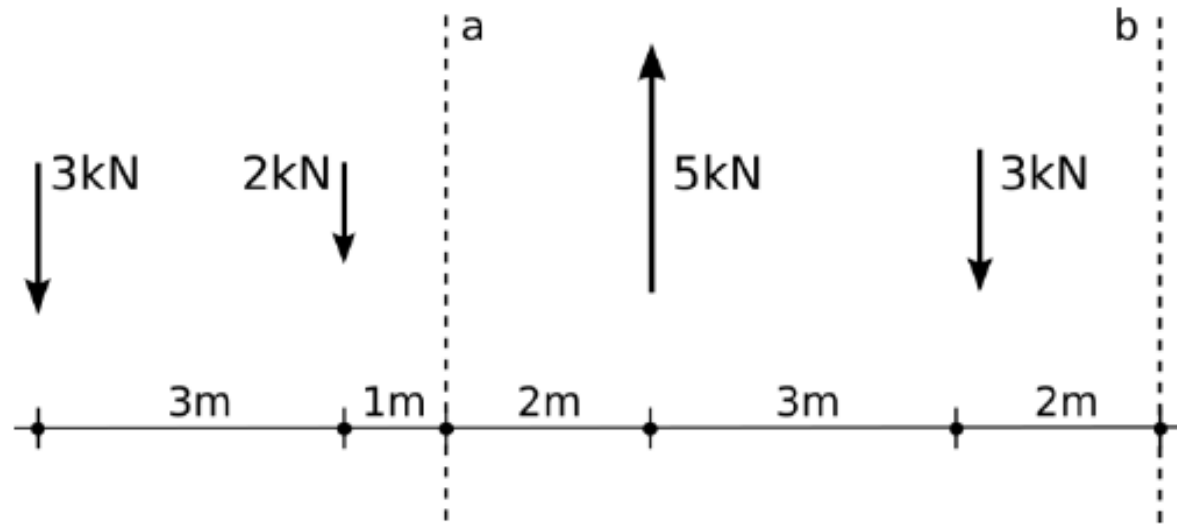
Ejercicio 0.1

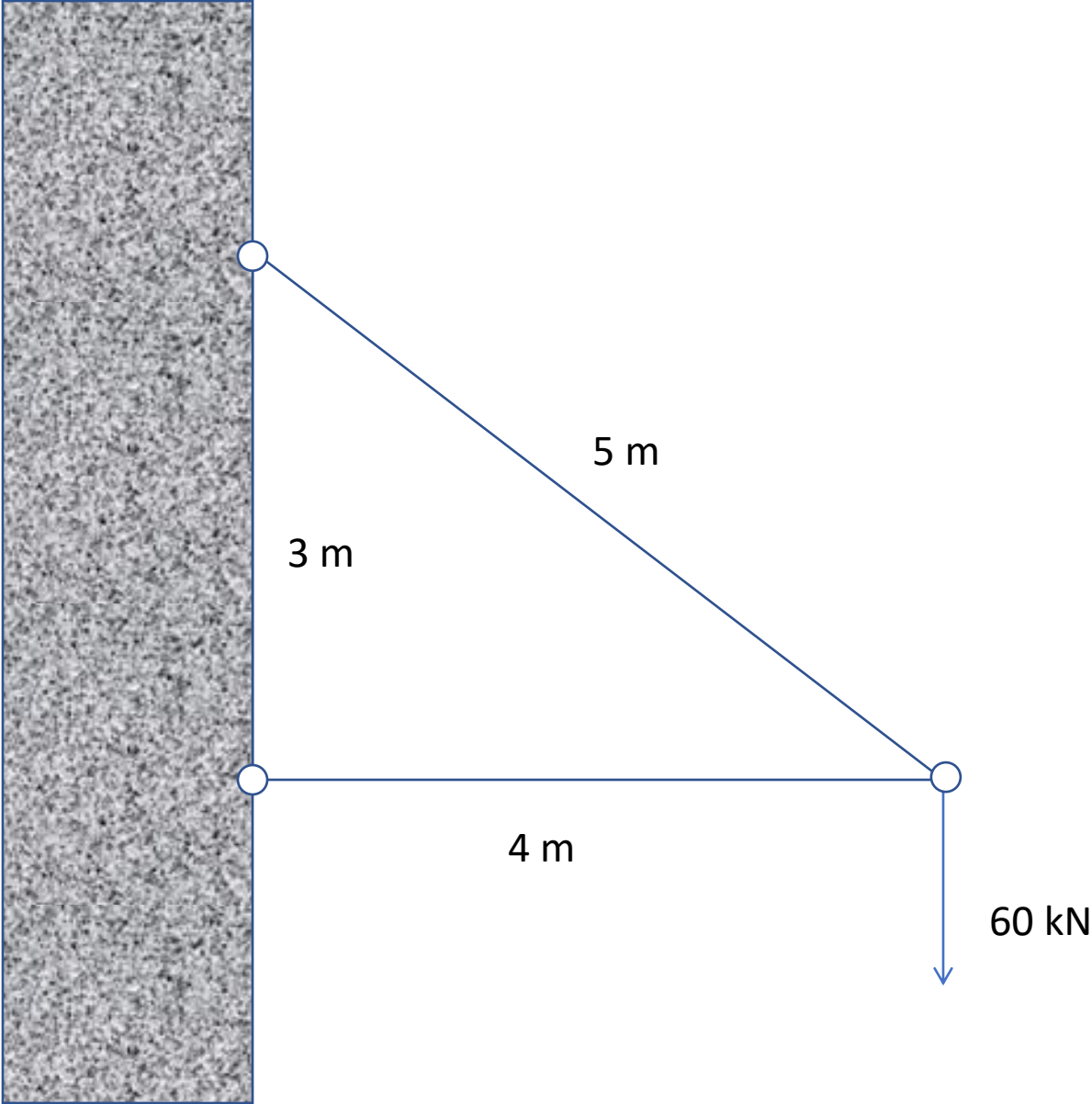
- a) Hallar la resultante del sistema de fuerzas de la figura. (Indicar valor y recta de aplicación)
- b) Sustituir el sistema dado por dos fuerzas cuyas rectas de acción sean **a** y **b** indicadas en la figura.



Ejercicio 0.1

- a) Hallar la resultante del sistema de fuerzas de la figura. (Indicar valor y recta de aplicación)
- b) Sustituir el sistema dado por dos fuerzas cuyas rectas de acción sean **a** y **b** indicadas en la figura.



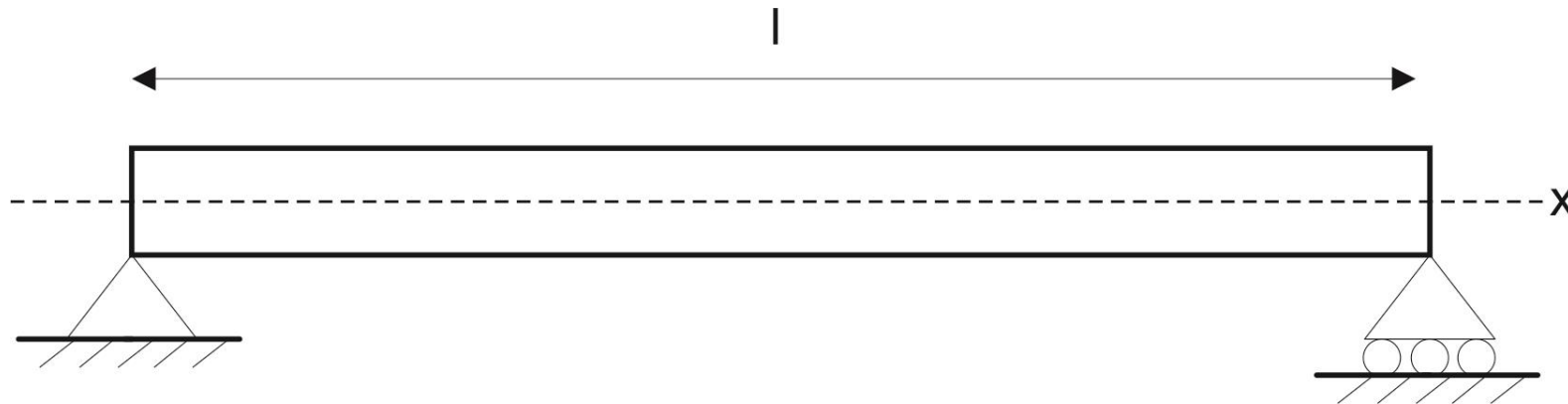


Equilibrio y Sistemas de fuerzas

Un cuerpo está en **equilibrio** si **la suma de fuerzas y momentos actuantes sobre el cuerpo son nulos**. (Es decir que, las fuerzas externas no producen traslación ni rotación).

En términos analíticos tenemos 3 ecuaciones:

$$\Sigma V=0; \Sigma H=0; \Sigma M_P=0$$



Por lo tanto, por lo general, tendremos que determinar qué fuerza (reacción) equilibra al sistema de fuerzas actuantes.

Suma de fuerzas

FUERZAS **NO** CONCURRENTES

Gráficamente:

1) Si par a par se encuentran líneas concurrentes, se puede seguir aplicando la regla del paralelogramo.

2) ¿Si no hay líneas concurrentes?

Hay que determinar el **valor de la resultante** y su **punto de aplicación**.

Analíticamente:

$$\sum_n F_{ix} = R_x \quad \sum_n F_{iy} = R_y$$

$$\sum_n M(F_i)_A = M(R)_A \quad \forall A$$

Campo de aplicación

- Vigas
- Pilares o columnas
- Barras o bielas
- Sistemas de barras

Conceptos: Fuerza, desplazamiento, tensión, deformación, equilibrio, compatibilidad

Hipótesis: linealidad, elasticidad, pequeñas deformaciones, homogéneo e isótropo

Estructuras y Resistencia de Materiales

Para que construimos estructuras:

- 1) Aislar un determinado volumen** del exterior.
Techos, covertedizos, muros de cierre.
- 2) Sostener cargas** cargas fijas o móviles. Puentes, pasarelas, techos de edificios.
- 3) Contener empujes** horizontales. Muros de contencion, presas, silos.

Estructuras

- Resistencia de Materiales 1:

Principios básicos de diseño y cálculo de estructuras.

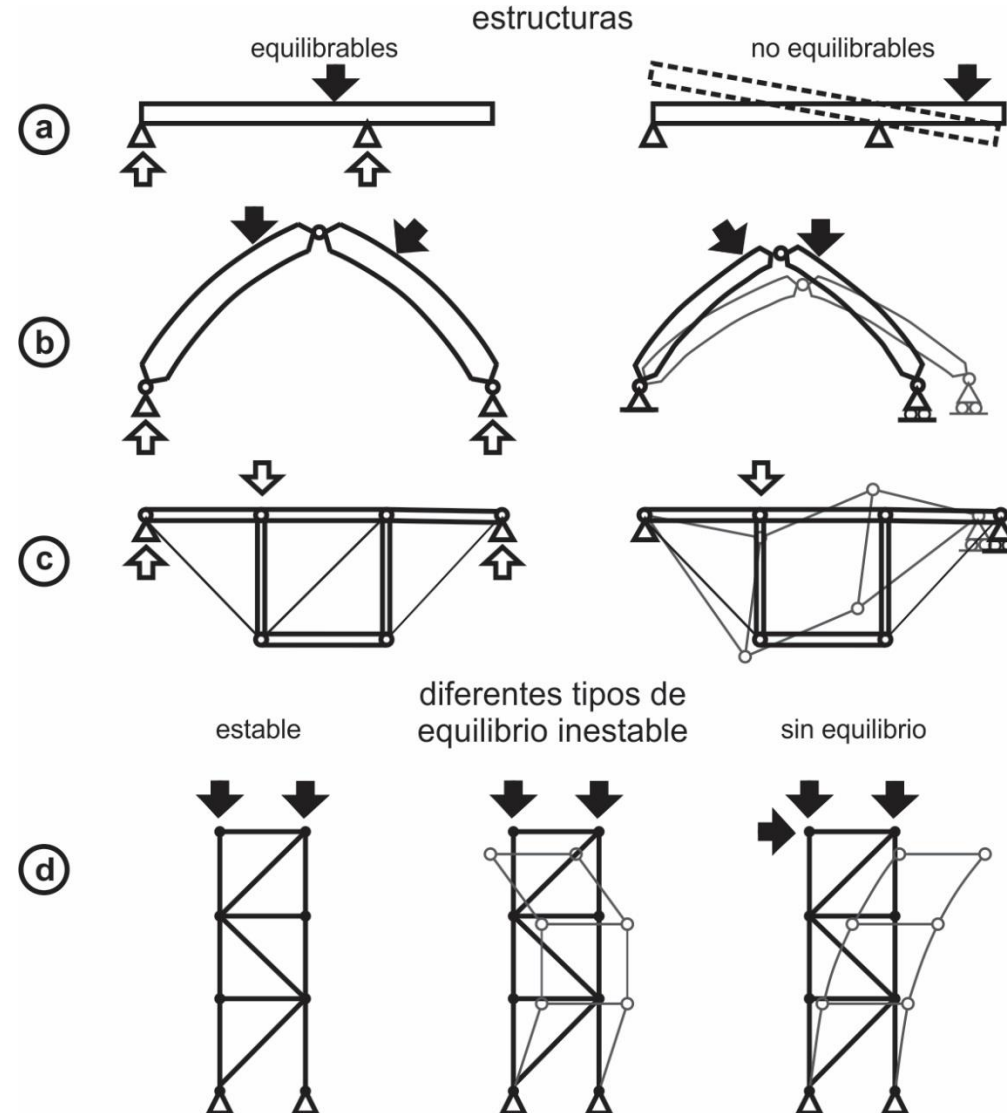
Principalmente: **en estructuras formadas por barras.**



Estructuras visibles



Condiciones de Estabilidad



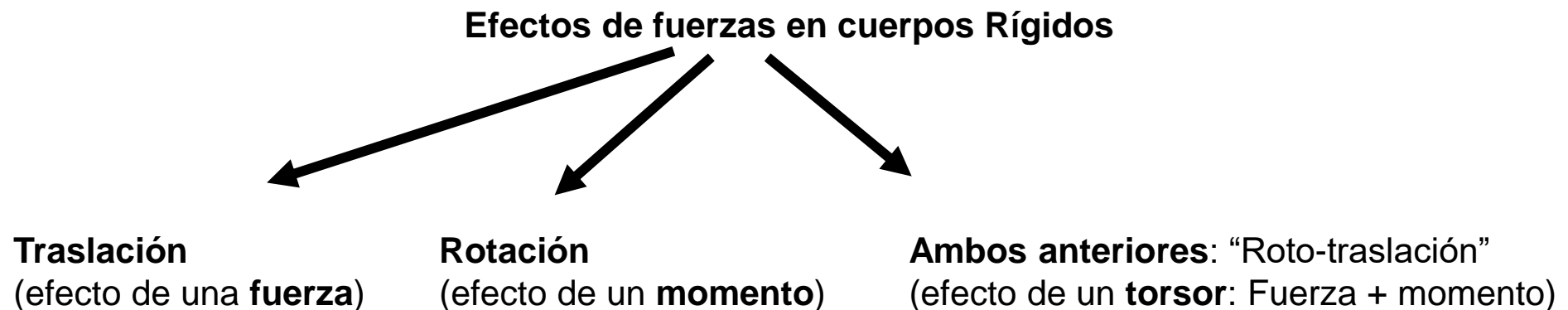
Procedimiento de Análisis

- Vínculos
 - Tipos de vínculos
 - Características mecánicas y cinemáticas
 - Condición necesaria de equilibrio
- Clasificación estática de sistemas de cuerpos
- Diagramas de barras y de cuerpo libre
- Comportamiento estructural

SISTEMAS DE
FUERZAS PLANOS
(Repaso)

Fuerzas Aplicadas a Sólidos

- **Sólido Rígido:** la distancia entre 2 puntos del sólido cualesquiera, no cambia al aplicar una fuerza
- **Sólido Elástico:** la distancia entre 2 puntos del sólido cualesquiera, cambia al aplicar una fuerza, y estos vuelven a su posición al retirar la fuerza
- **Sólido verdadero**



Fuerzas

Las fuerzas son magnitudes vectoriales.

Poseen:

Dirección	(ángulo)
Magnitud	(largo del vector)
Sentido	(“flecha”)

Además, su efecto en una estructura, depende de su
Punto de aplicación (origen o línea de acción)

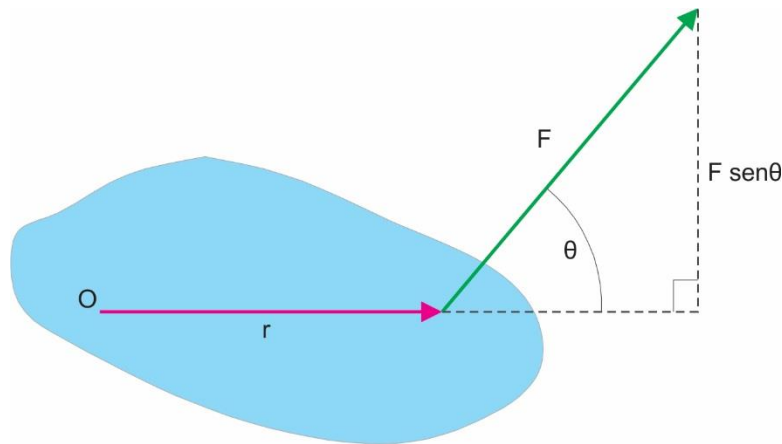
Tipos de cargas:

Cargas muertas o permanentes

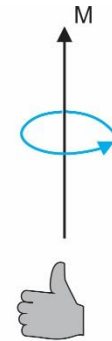
Cargas de uso, vivas o impuestas

Idealización: Fuerza / Momento / Torsor

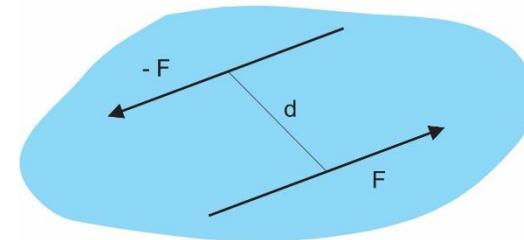
1) El **momento (M_o)** que causa una fuerza (**F**) respecto a un punto (**O**) se define como el **producto vectorial** de la **distancia (r)** de la **línea de acción de la fuerza al punto O**, por el **vector de la fuerza (F)**.



$$M_o = \vec{r} \times \vec{F}$$



2) El efecto de un **momento puro (M)** es equivalente al de un **par de fuerzas**: dos cargas opuestas, paralelas, del mismo módulo, actuando en líneas distintas.



Un par causa el mismo efecto, no importa el punto en el que se lo evalúe.

Un torsor (M,F) es equivalente a sólo una fuerza (F) aplicada en otra línea de acción a una distancia $d=M/F$.

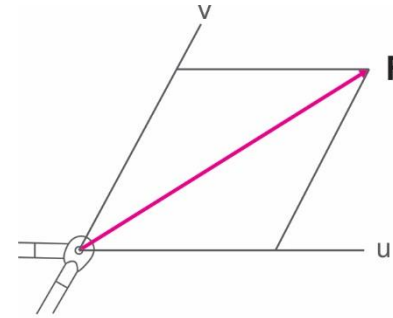
Suma y descomposición de fuerzas

FUERZAS CONCURRENTES

Gráficamente:

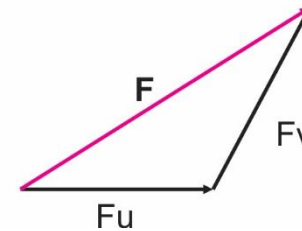
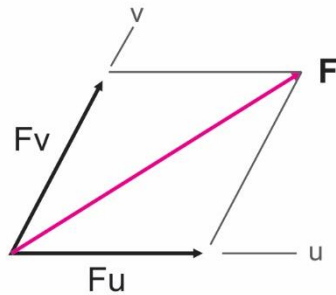
Sistemas de **2 fuerzas concurrentes**:

(La línea de acción de las fuerzas coincide en un punto.
Por lo tanto, la resultante pasa por dicho punto)



Para conocer la magnitud y el sentido, trazo el **Paralelogramo de fuerzas**.

En forma inversa, una fuerza se puede **dividir en dos componentes**. (en cualquier ángulo).



(Se puede simplificar, dibujando medio paralelogramo: triángulo de fuerzas)

Generalmente es útil dividir las fuerzas en componentes ortogonales.

Suma y descomposición de fuerzas

FUERZAS CONCURRENTES

Analíticamente :

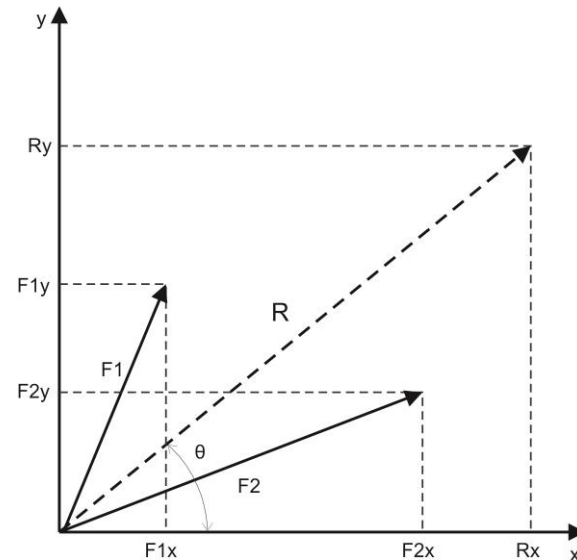
$$R_x = F_{1x} + F_{2x}$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y}$$

Sumando componentes

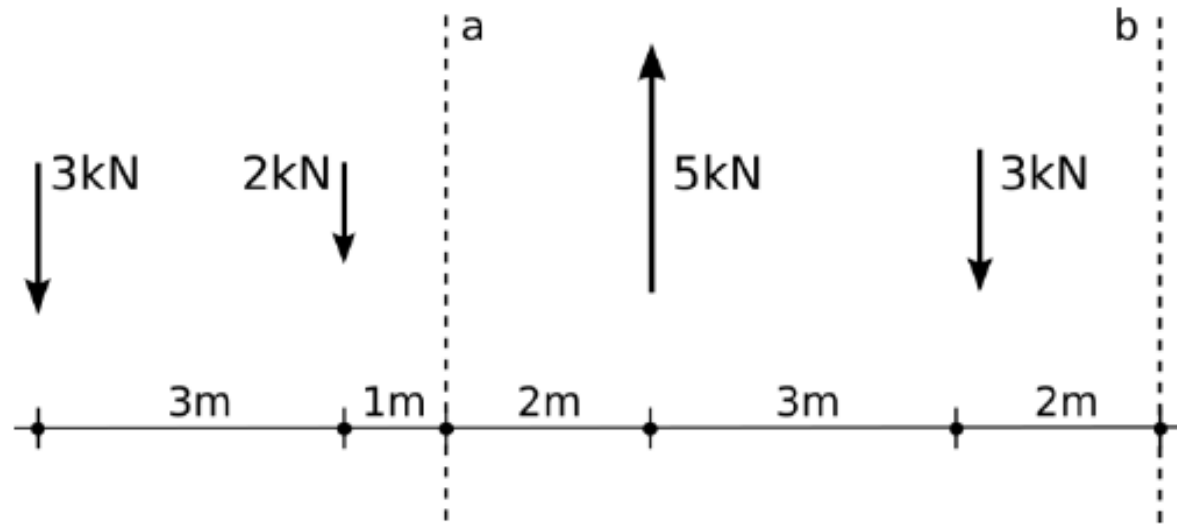
$$R = \sqrt{(R_x^2 + R_y^2)}$$

$$\theta = \tan^{-1}(R_y / R_x)$$



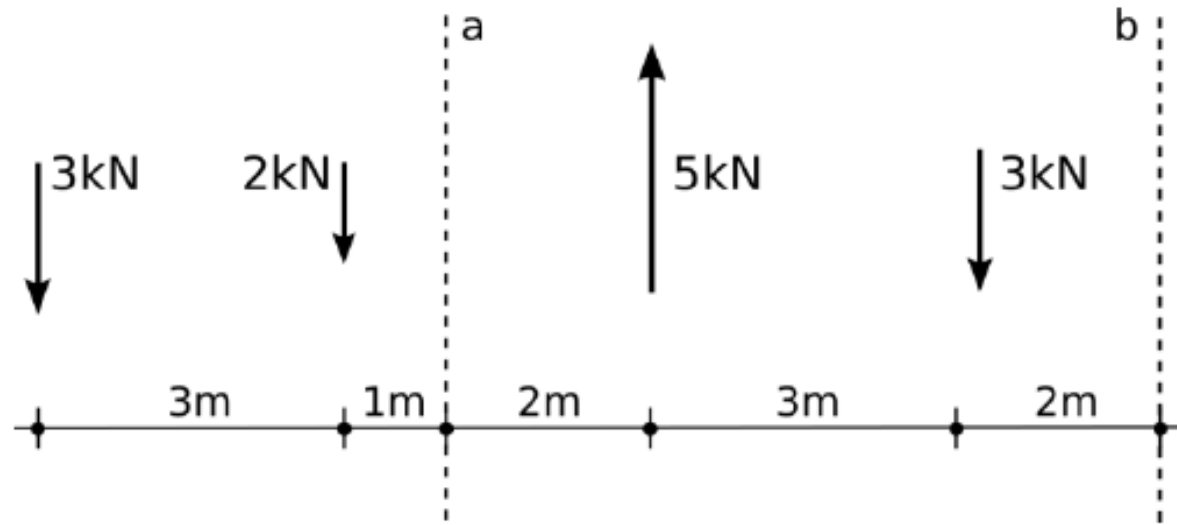
Ejercicio 0.1

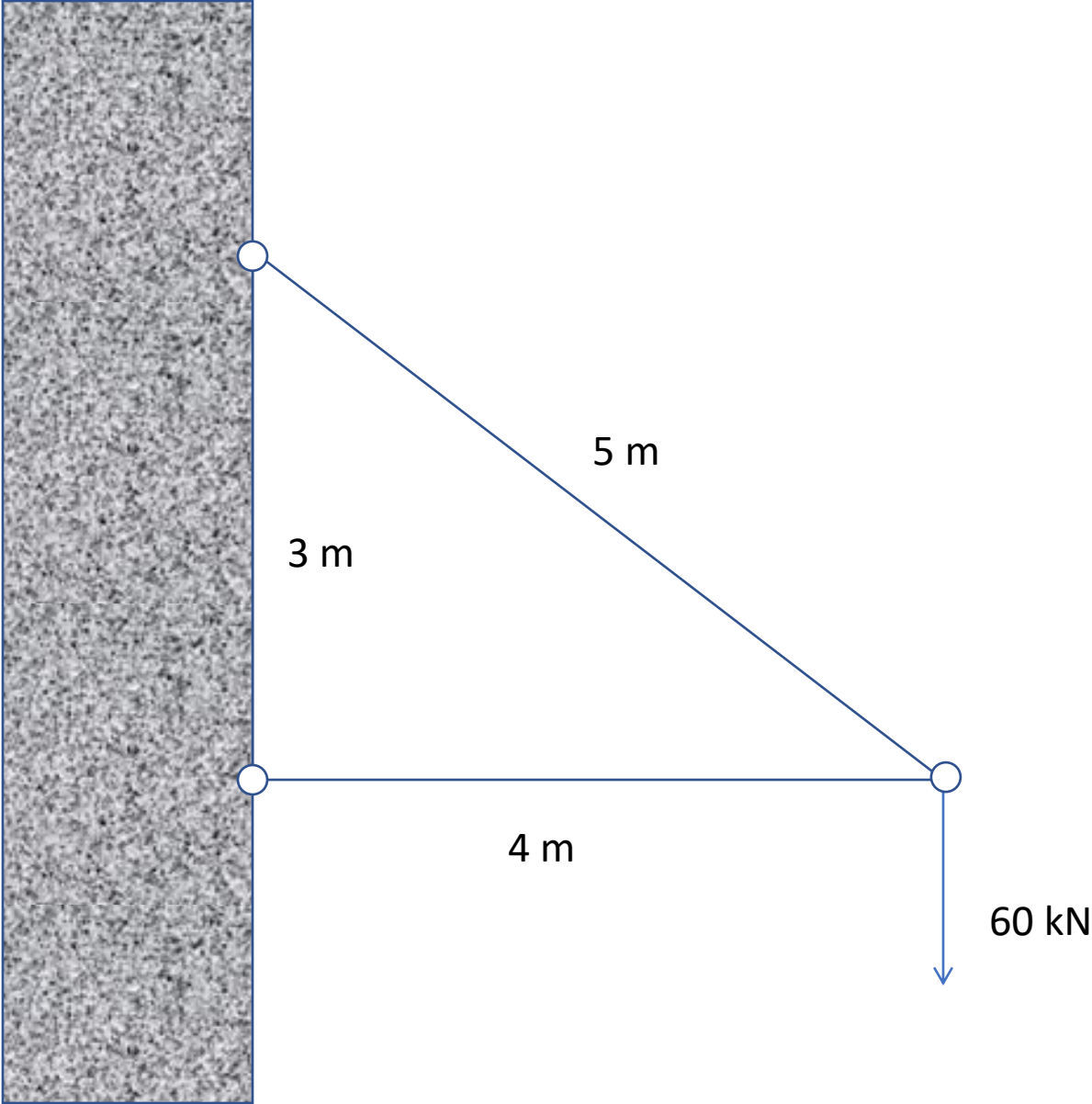
- a) Hallar la resultante del sistema de fuerzas de la figura. (Indicar valor y recta de aplicación)
- b) Sustituir el sistema dado por dos fuerzas cuyas rectas de acción sean **a** y **b** indicadas en la figura.



Ejercicio 0.1

- a) Hallar la resultante del sistema de fuerzas de la figura. (Indicar valor y recta de aplicación)
- b) Sustituir el sistema dado por dos fuerzas cuyas rectas de acción sean **a** y **b** indicadas en la figura.



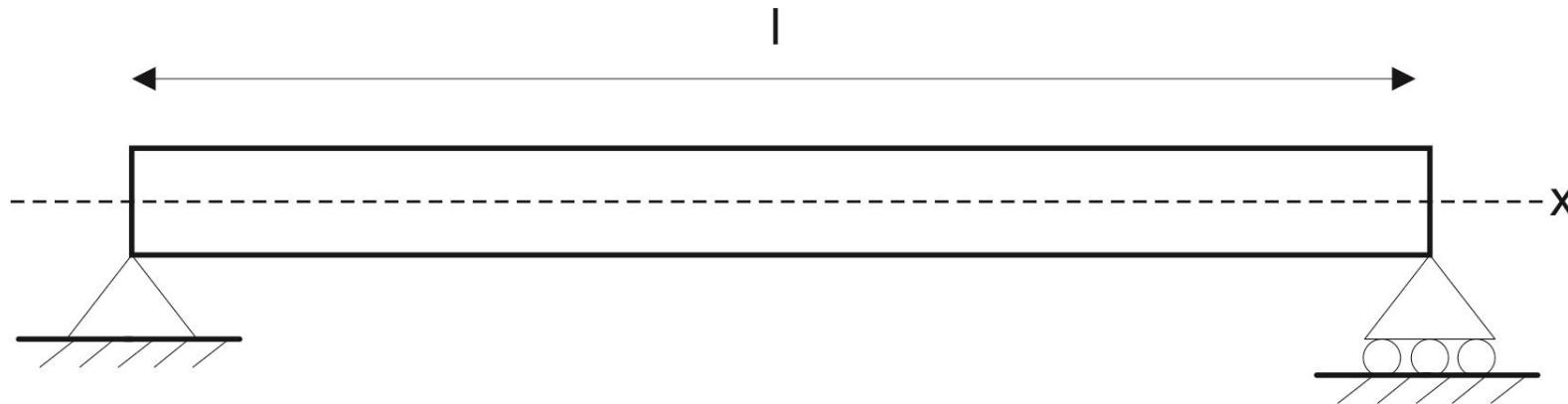


Equilibrio y Sistemas de fuerzas

Un cuerpo está en **equilibrio** si **la suma de fuerzas y momentos actuantes sobre el cuerpo son nulos**. (Es decir que, las fuerzas externas no producen traslación ni rotación).

En términos analíticos tenemos 3 ecuaciones:

$$\Sigma V=0; \Sigma H=0; \Sigma M_P=0$$



Por lo tanto, por lo general, tendremos que determinar qué fuerza (reacción) equilibra al sistema de fuerzas actuantes.

Suma de fuerzas

FUERZAS **NO** CONCURRENTES

Gráficamente:

1) Si par a par se encuentran líneas concurrentes, se puede seguir aplicando la regla del paralelogramo.

2) ¿Si no hay líneas concurrentes?

Hay que determinar el **valor de la resultante** y su **punto de aplicación**.

Analíticamente:

$$\sum_n F_{ix} = R_x \quad \sum_n F_{iy} = R_y$$

$$\sum_n M(F_i)_A = M(R)_A \quad \forall A$$