

Resistencia de Materiales 1

Docentes: Gonzalo Cetrangolo (Responsable) gonzaloc@fing.edu.uy
Pablo Paez ppaez@fing.edu.uy
Gonzalo Moltini gmoltini@fing.edu.uy
Ian Bonner ibonner@fing.edu.uy
Gonzalo Cabrera

Clases:

Clases “Teóricas”: Teórico-prácticas
Desarrollos teóricos y ejemplos prácticos intercalados

Clases “Prácticas”: Clases de consulta y ejemplos de resolución
17:00 a 18:30 hs Salón B23

Evaluaciones:

2 **Entregas** de laboratorio de **10 puntos** cada una,
con **defensa oral.**

2 **Parciales de 40 puntos** cada uno.

Aprobación del Curso

Según resultado de ambos parciales + Laboratorios:

Dos laboratorios con entrega de 10 puntos cada uno y defensa oral

total \geq 60

⇒

Se aprueba la asignatura

60 > total \geq 25

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

25 > total

⇒ 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:

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

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

Calendario

1eros parciales

Desde el 20 al 28 de Set.

- Primera entrega: viernes 14 de Setiembre
Defensa: 16, 17, 18 y 19 de Set.

2dos parciales

Desde el 16 de Nov. al 30 de Nov.

- Segunda entrega: viernes 9 de Noviembre
Defensa: 11, 12, 13 y 14 de Nov.

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

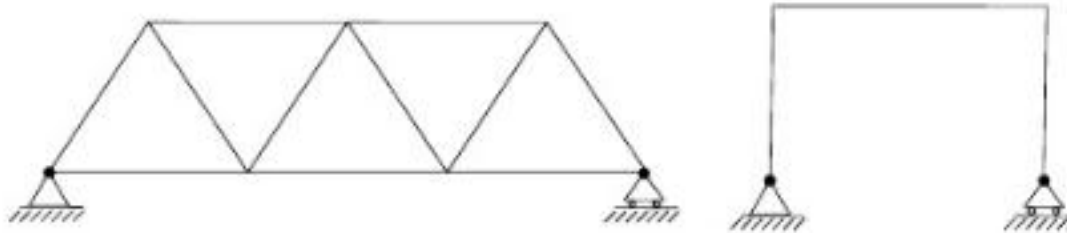
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

Barras sollicitaciones 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.
- Lineas de Influencia.
- Vigas continuas hiperestáticas, ecuación de tres momentos.

Grados de libertad



PROGRAMA

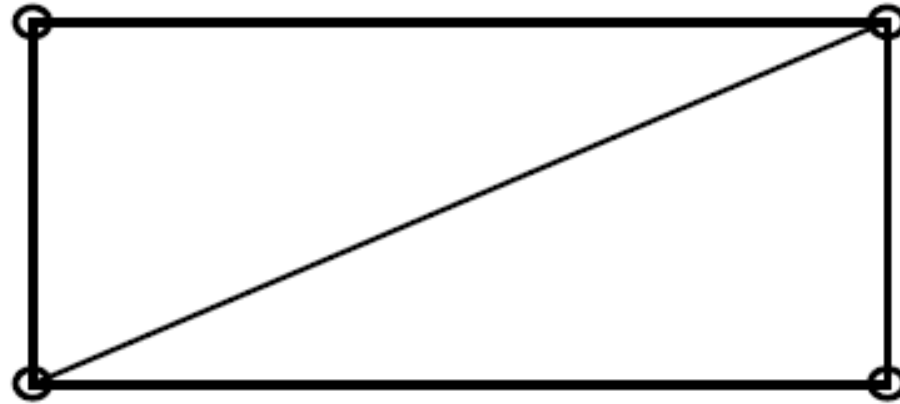
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

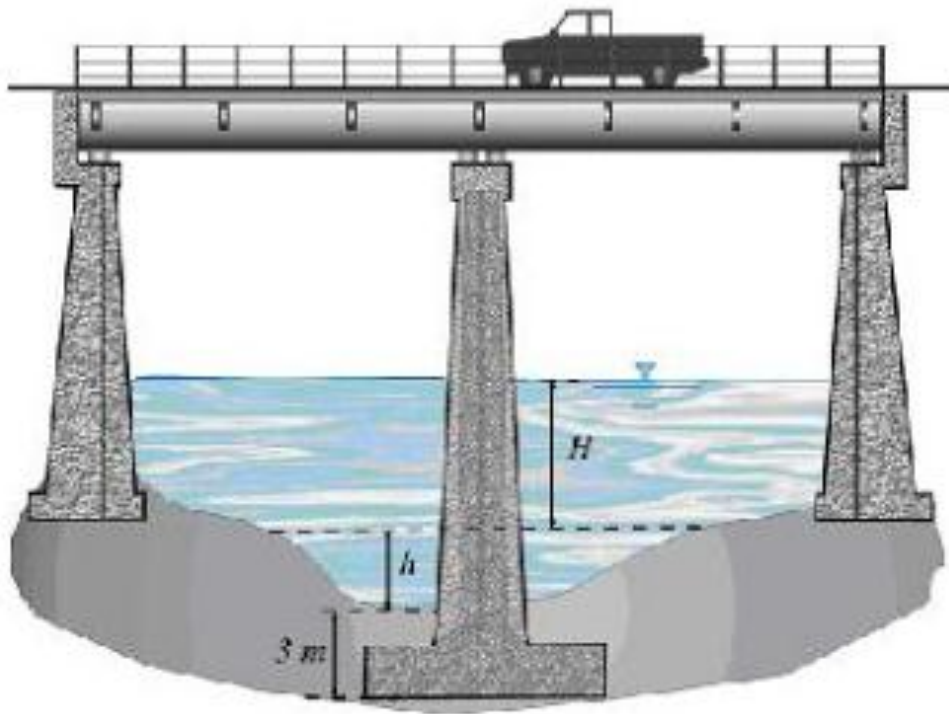
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

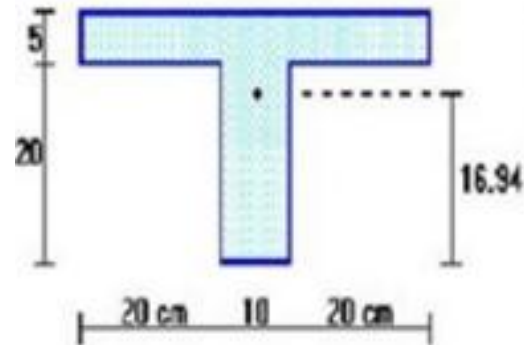
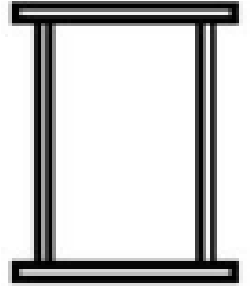
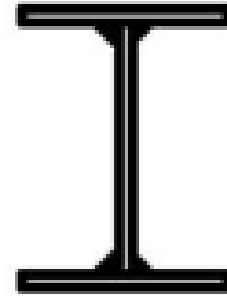
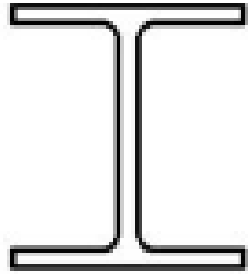
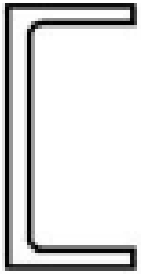
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

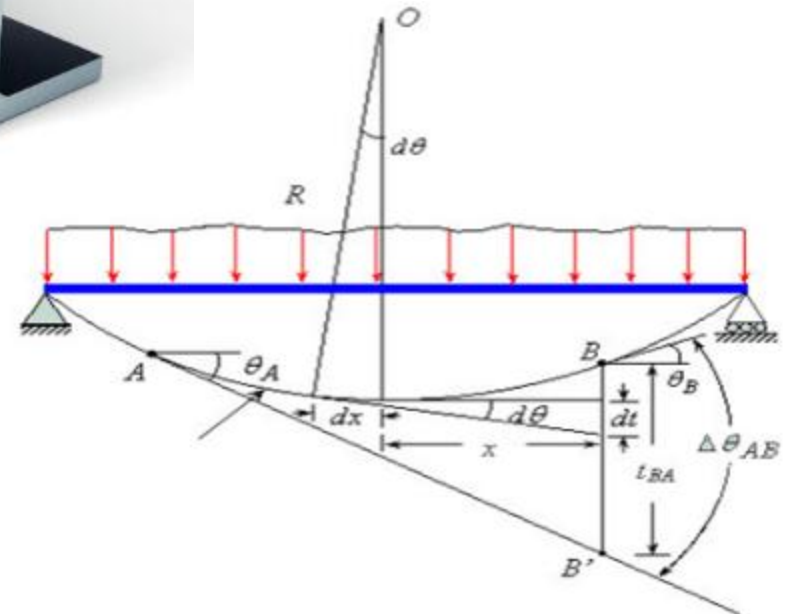
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

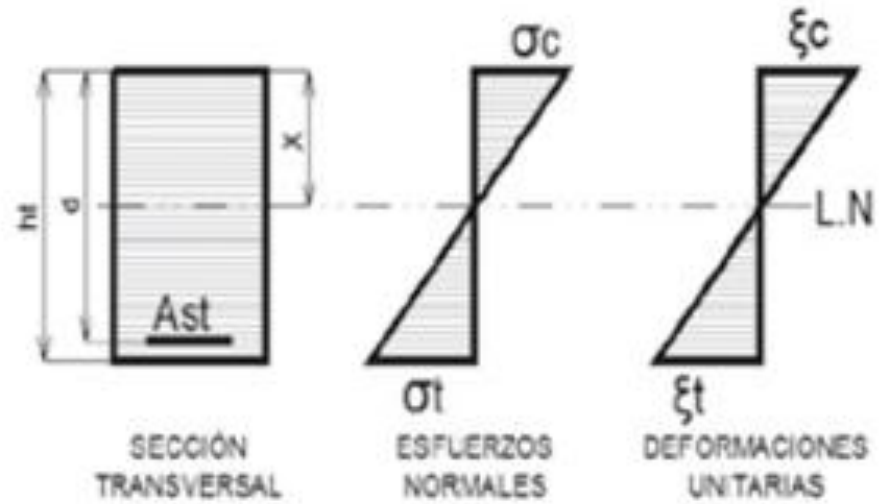
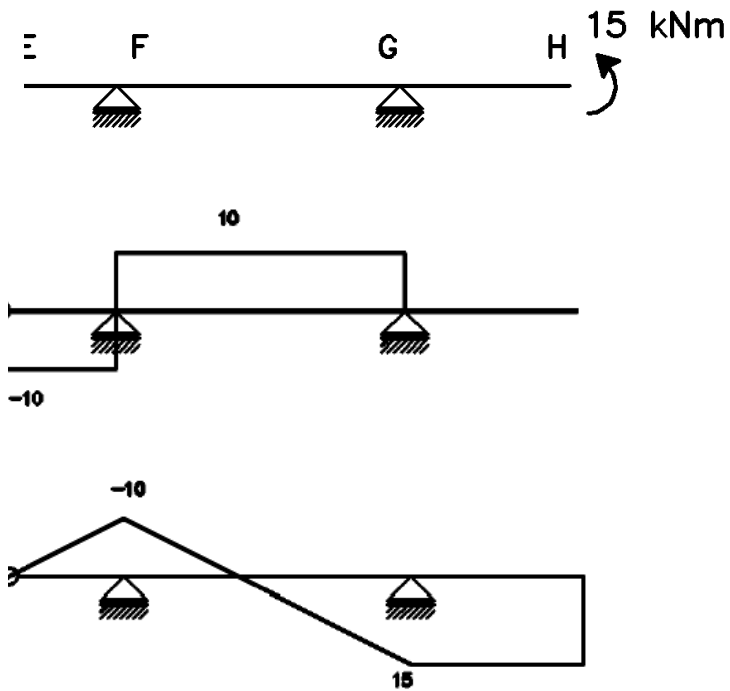
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

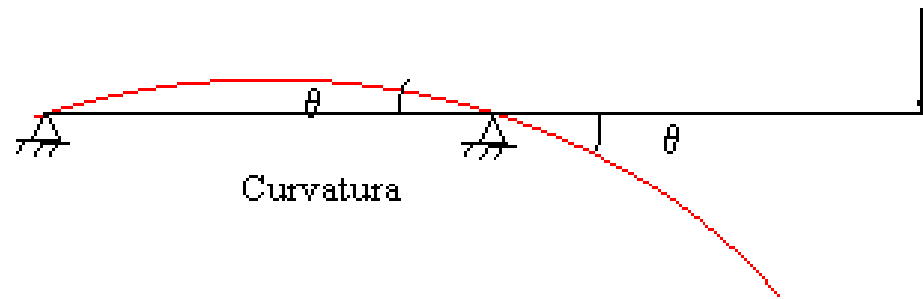
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

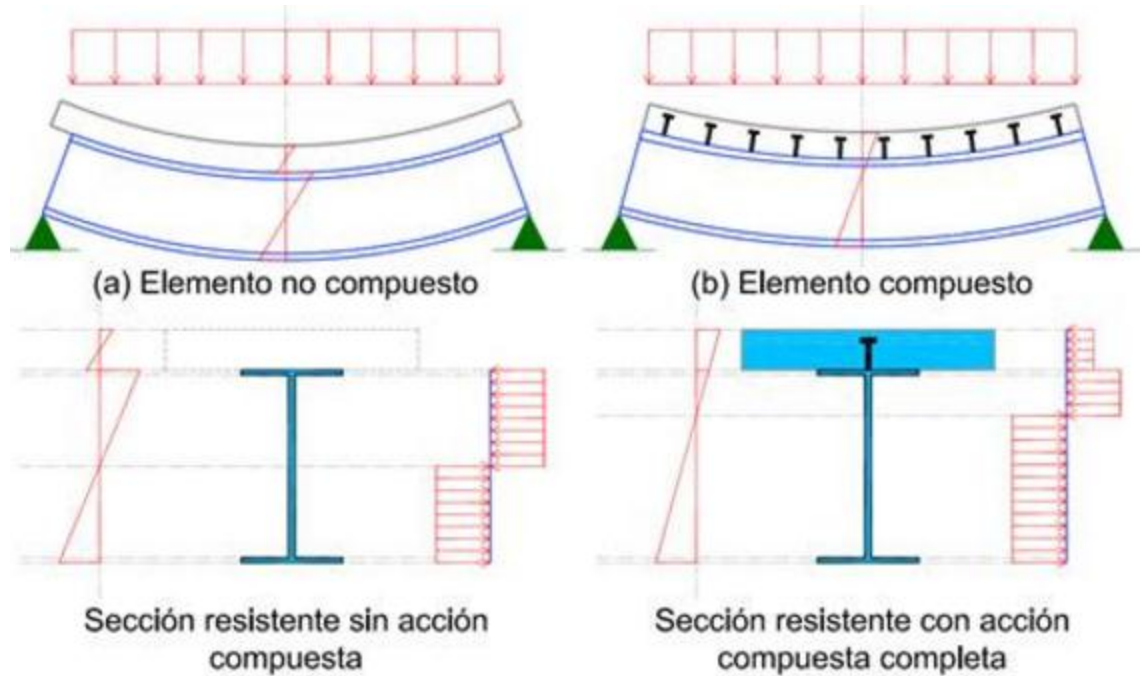
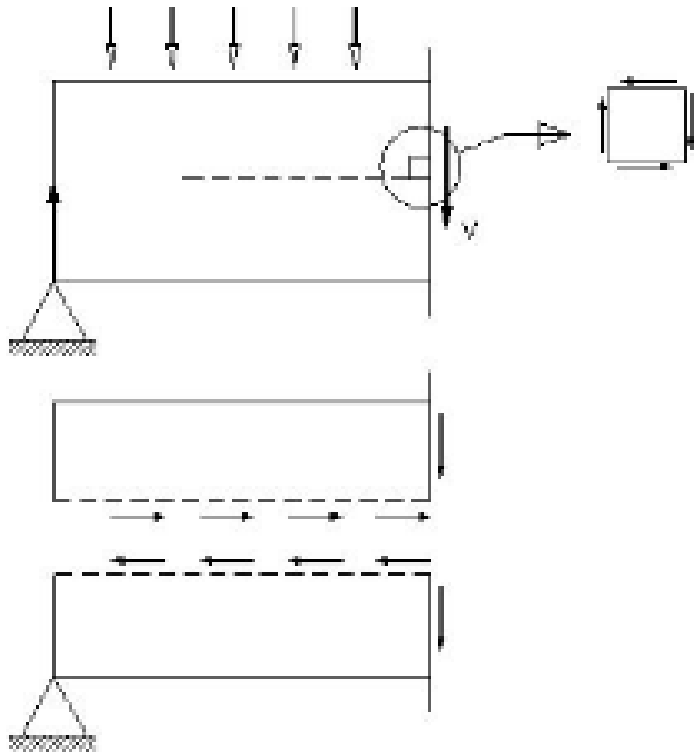
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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

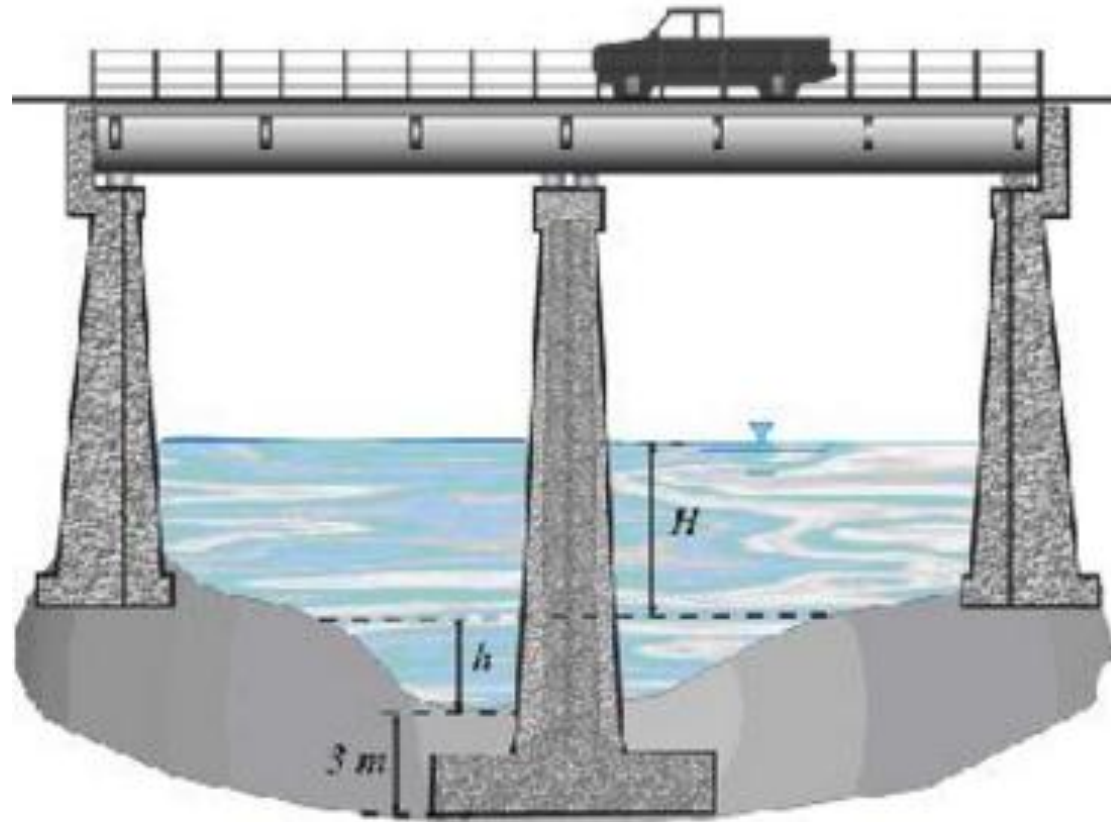
Sistemas planos de cuerpos rígidos vinculados. Grados de libertad. Sistemas isostáticos e hiperestáticos. Criterios de clasificación.

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 \rightarrow Newton N
- Tensión o Presión \rightarrow [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:

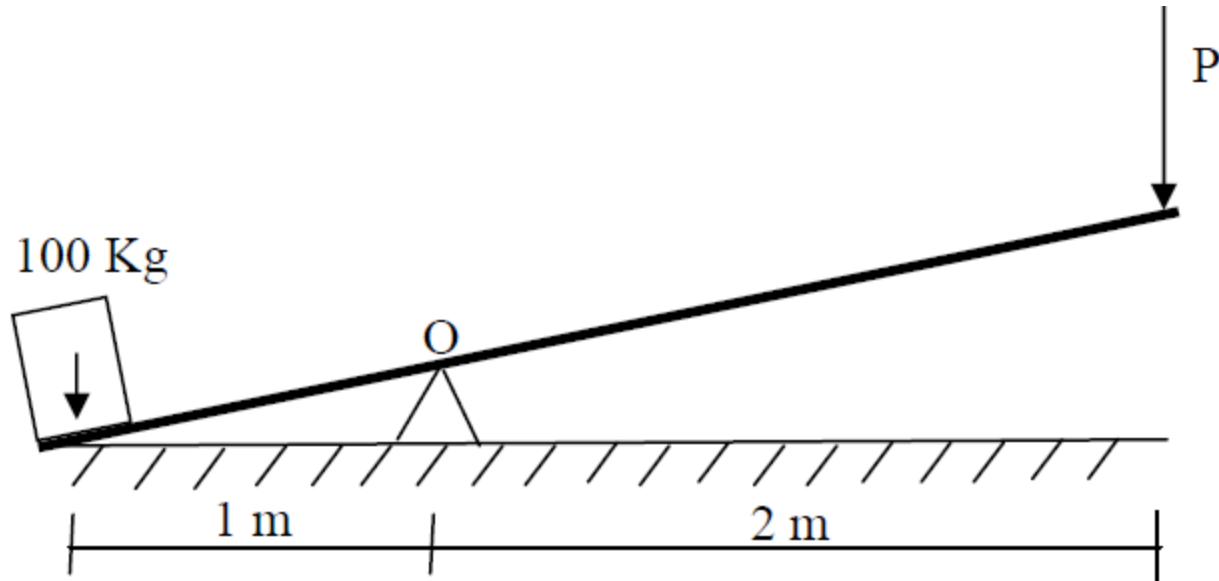
Seguridad: no debe colapsar, ni total, ni parcialmente.

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

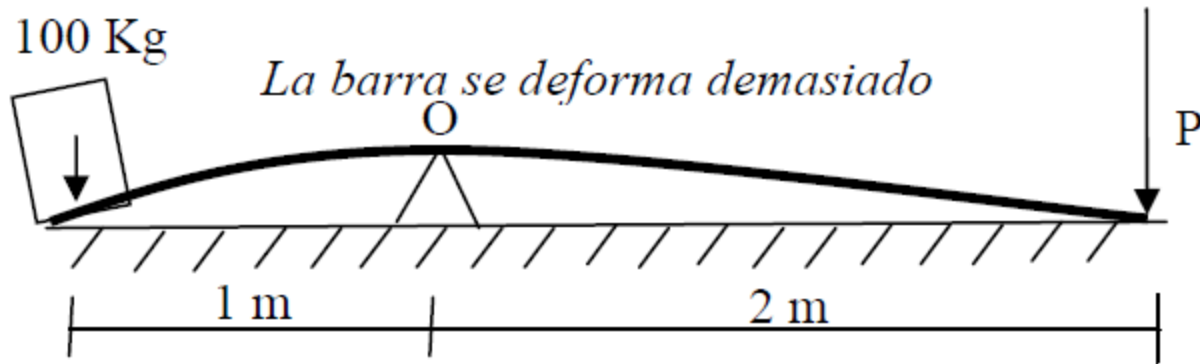
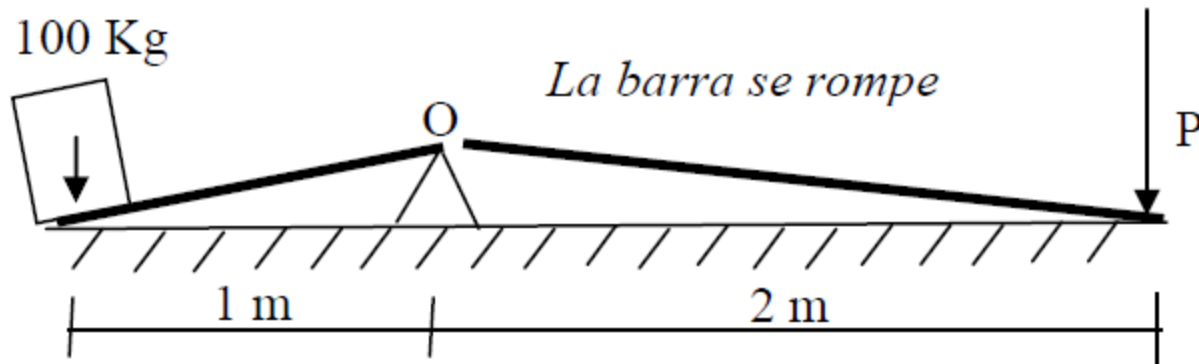
Sostenibilidad: cumplir las necesidades actuales sin comprometer las futuras generaciones.



Conceptos anteriores



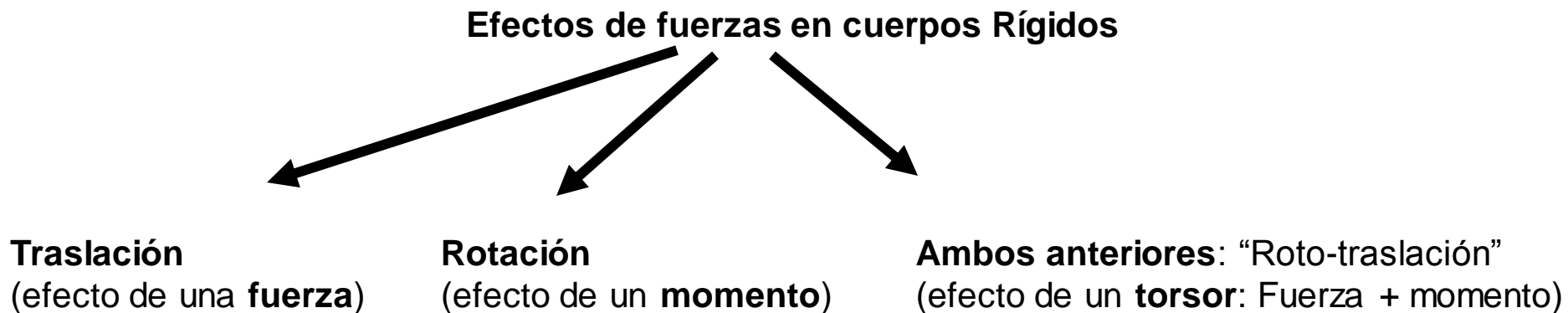
Resistencia de Materiales



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

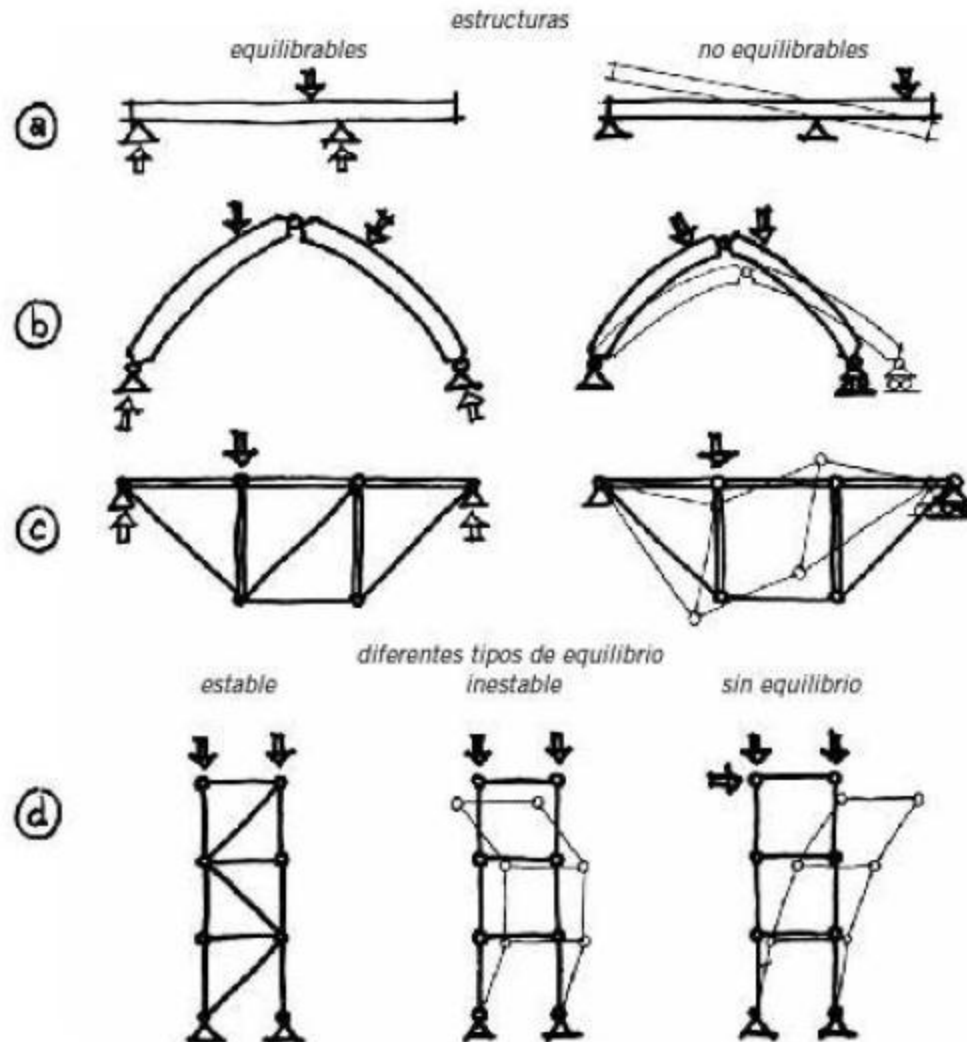
- Resistencia de Materiales 1:
Principios básicos de diseño y cálculo de estructuras.
Principalmente: **en estructuras formadas por barras.**



Estructuras visibles



Condiciones de Estabilidad



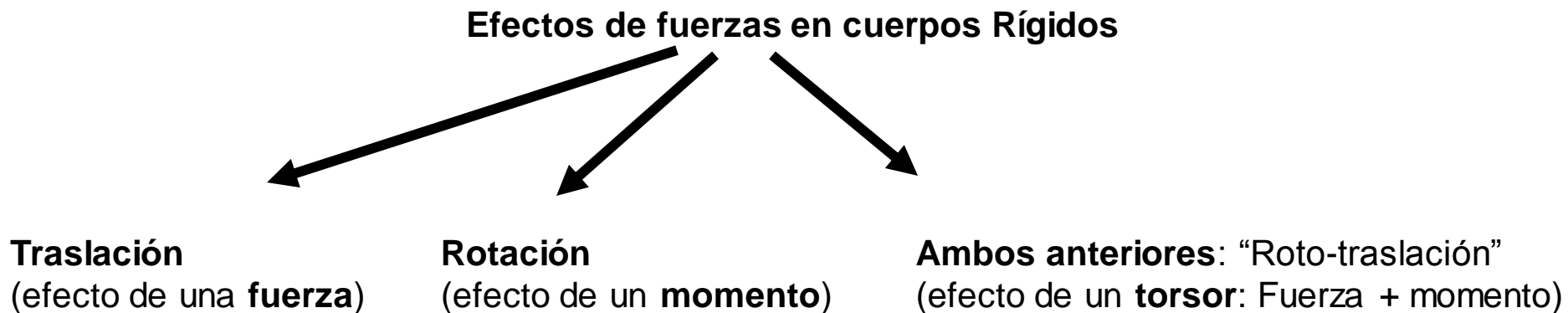
Procedimiento de Análisis

- 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)

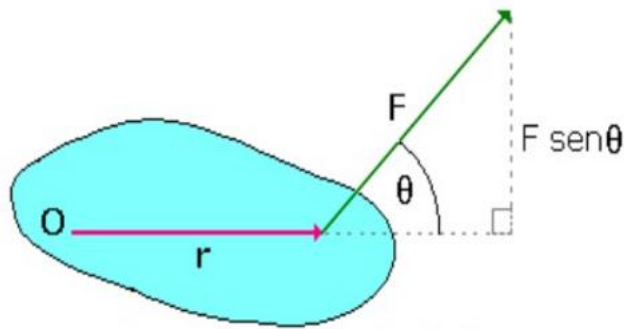
Tipos de cargas:

Cargas muertas o permanentes

Cargas de uso, vivas o impuestas

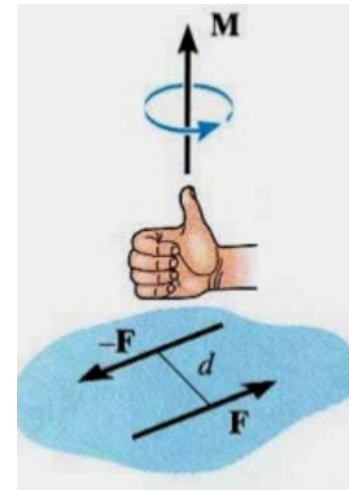
Idealización: Fuerza / Momento / Torsor

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**).



$$M_o = r \times F$$

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 $d = M/F$.

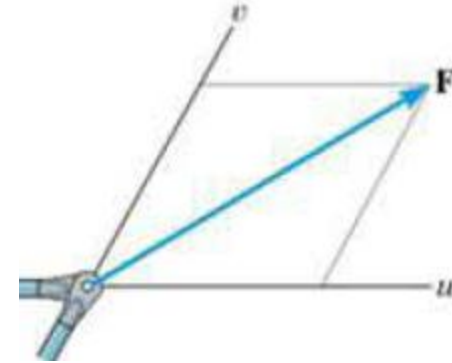
Suma y descomposición de fuerzas

FUERZAS CONCURRENTES

Gráficamente:

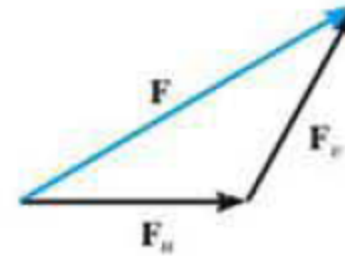
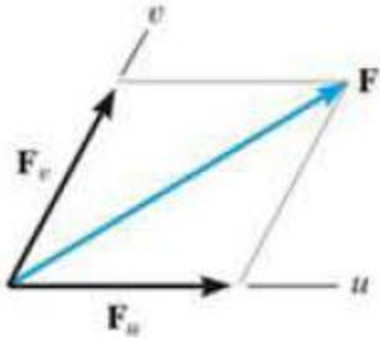
Sistemas de **2 fuerzas concurrentes**:

(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 :

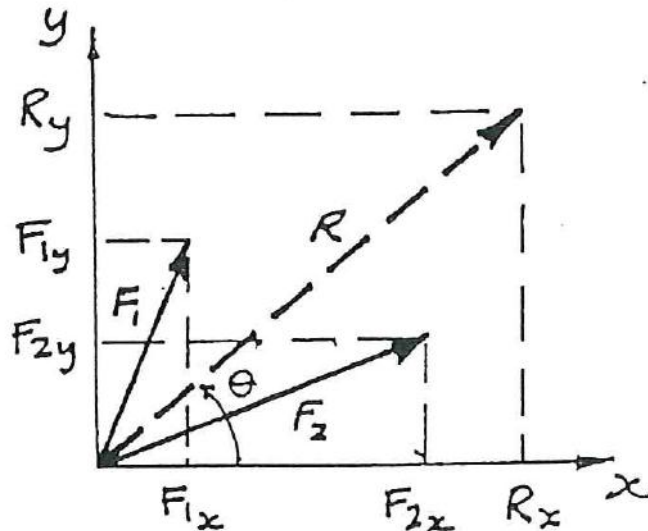
$$R_x = F_{1x} + F_{2x}$$

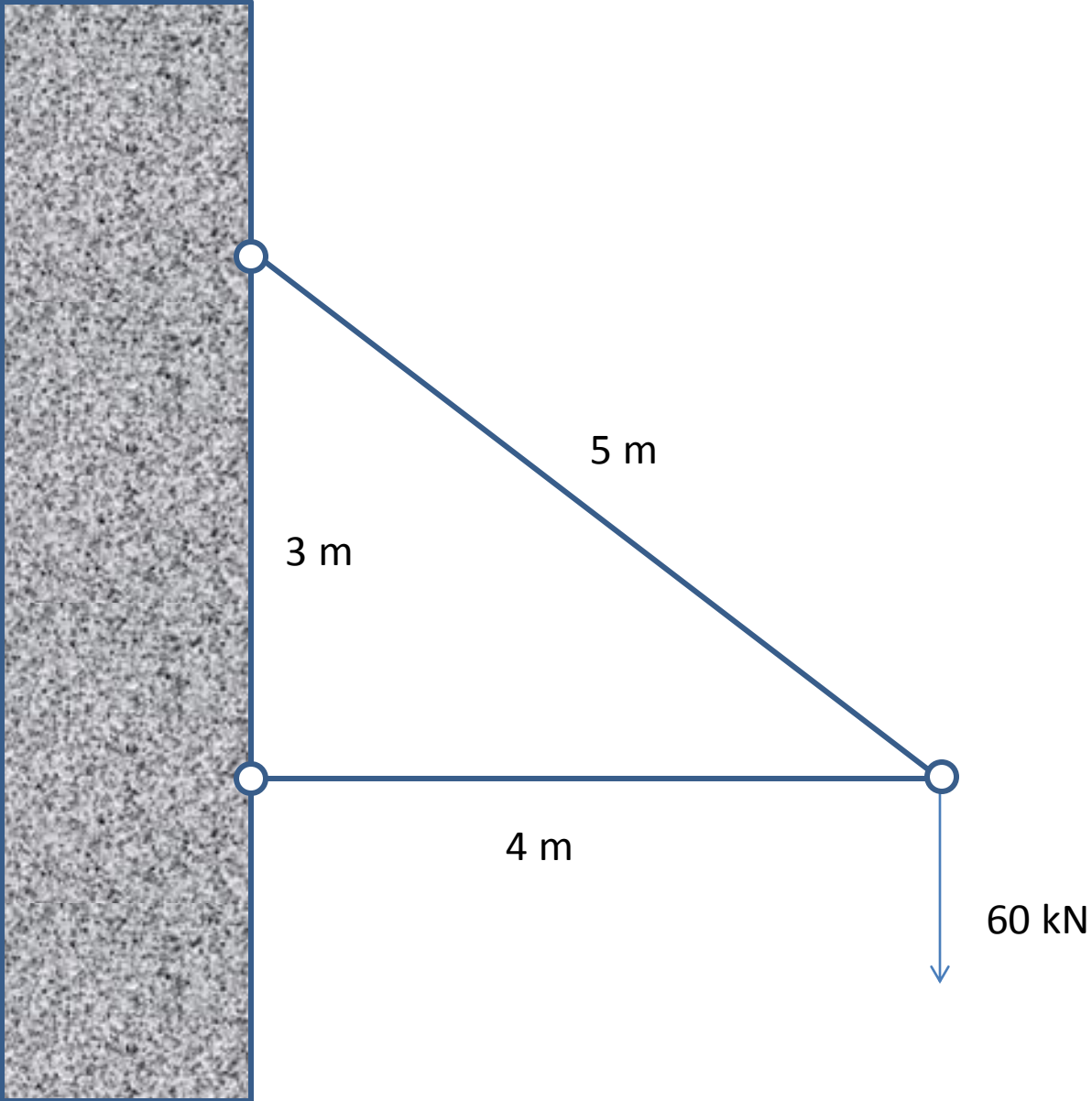
$$R_y = F_{1y} + F_{2y}$$

Sumando componentes

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

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



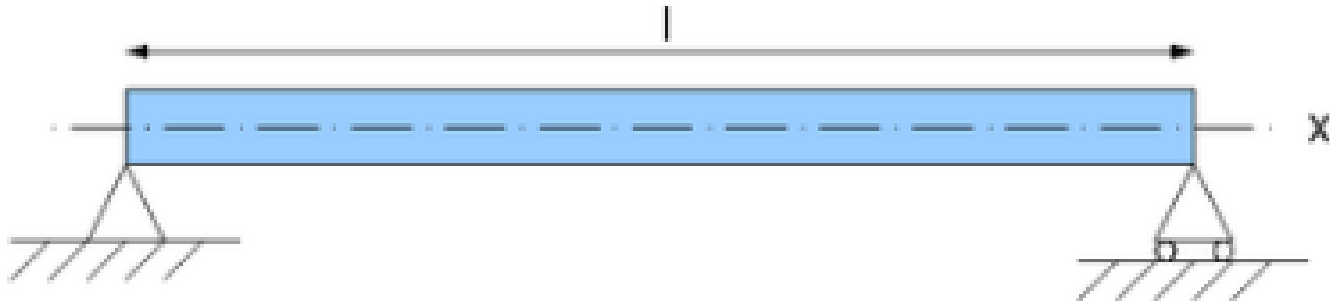


Equilibrio y Sistemas de fuerzas

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:

$$\sum_n F_{ix} = R_x$$

$$\sum_n F_{iy} = R_y$$

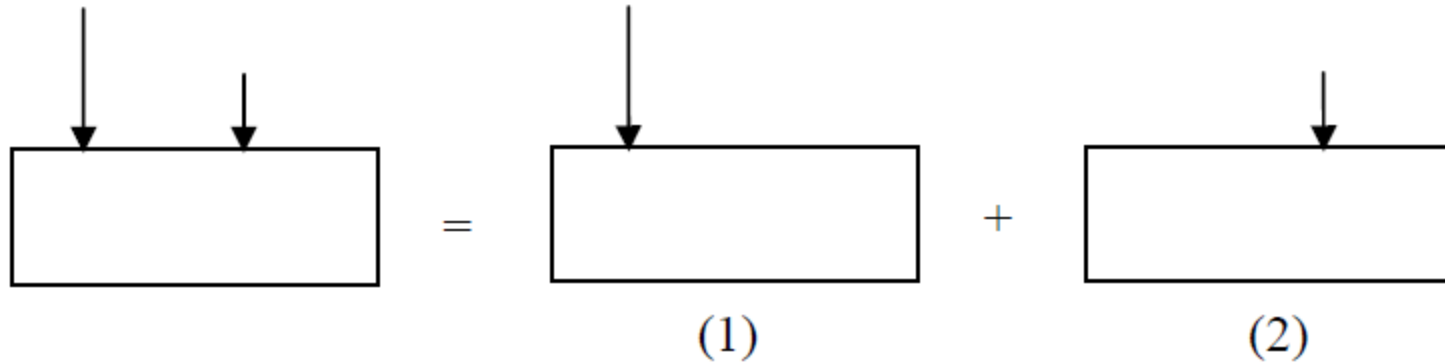
$$\sum_n M(F_i)_A = M(R)_A \quad \forall A$$

VÍNCULOS Y SISTEMAS DE ELEMENTOS

Superposición

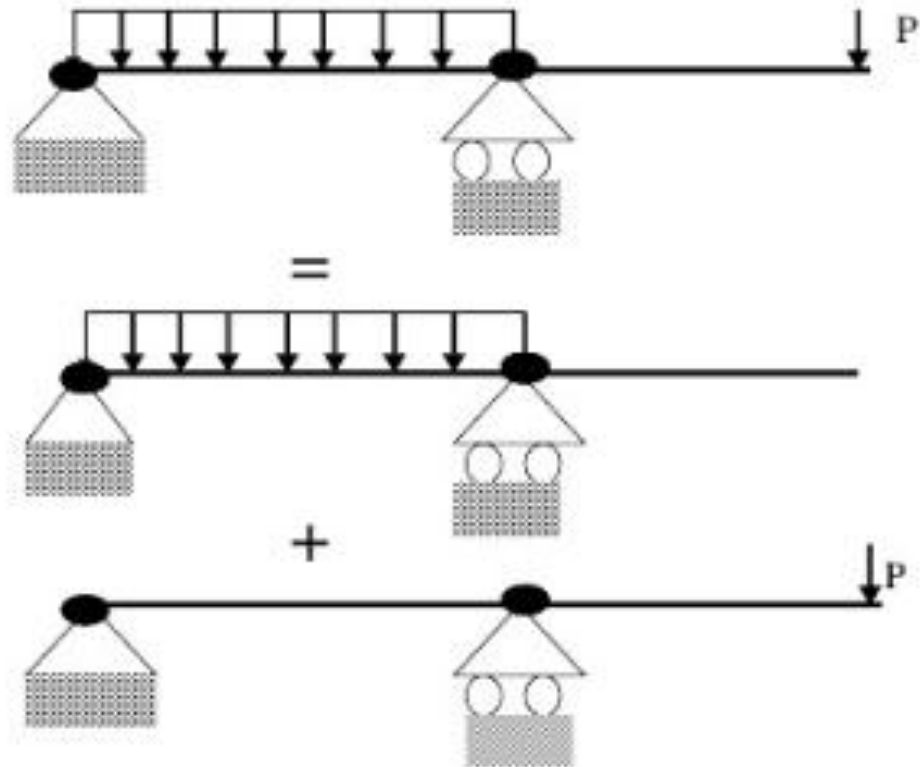
Principio de superposición de efectos:

Los efectos producidos por **varias cargas** actuando sobre un cuerpo (**fuerzas internas o tensiones y deformaciones**), se pueden obtener como la suma de los efectos producidos por **cada una de las cargas** actuando de forma separada (en pequeñas deformaciones).



tensiones = tensiones (1) + tensiones (2)
deformaciones = deformaciones (1) + deformaciones (2)

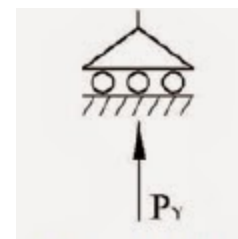
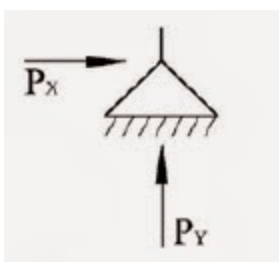
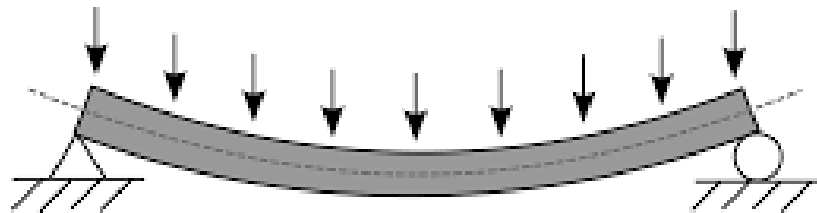
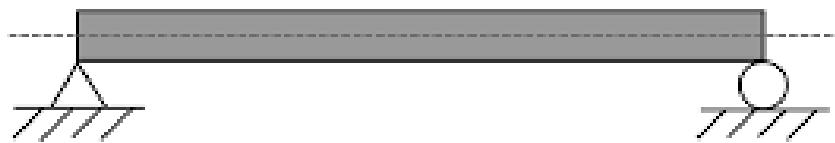
Superposición



Bielas o Barras



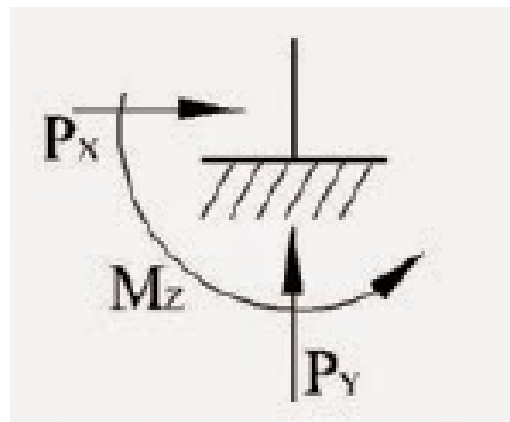
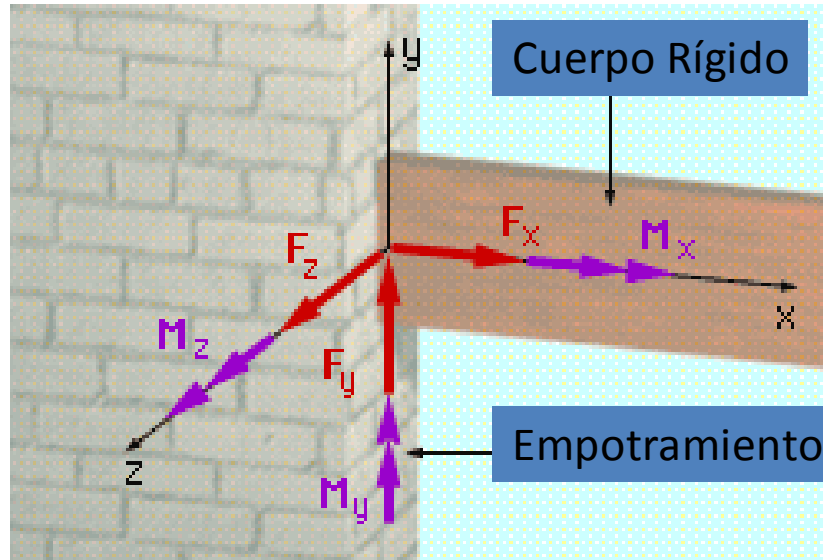
Apoyos Fijos y deslizable



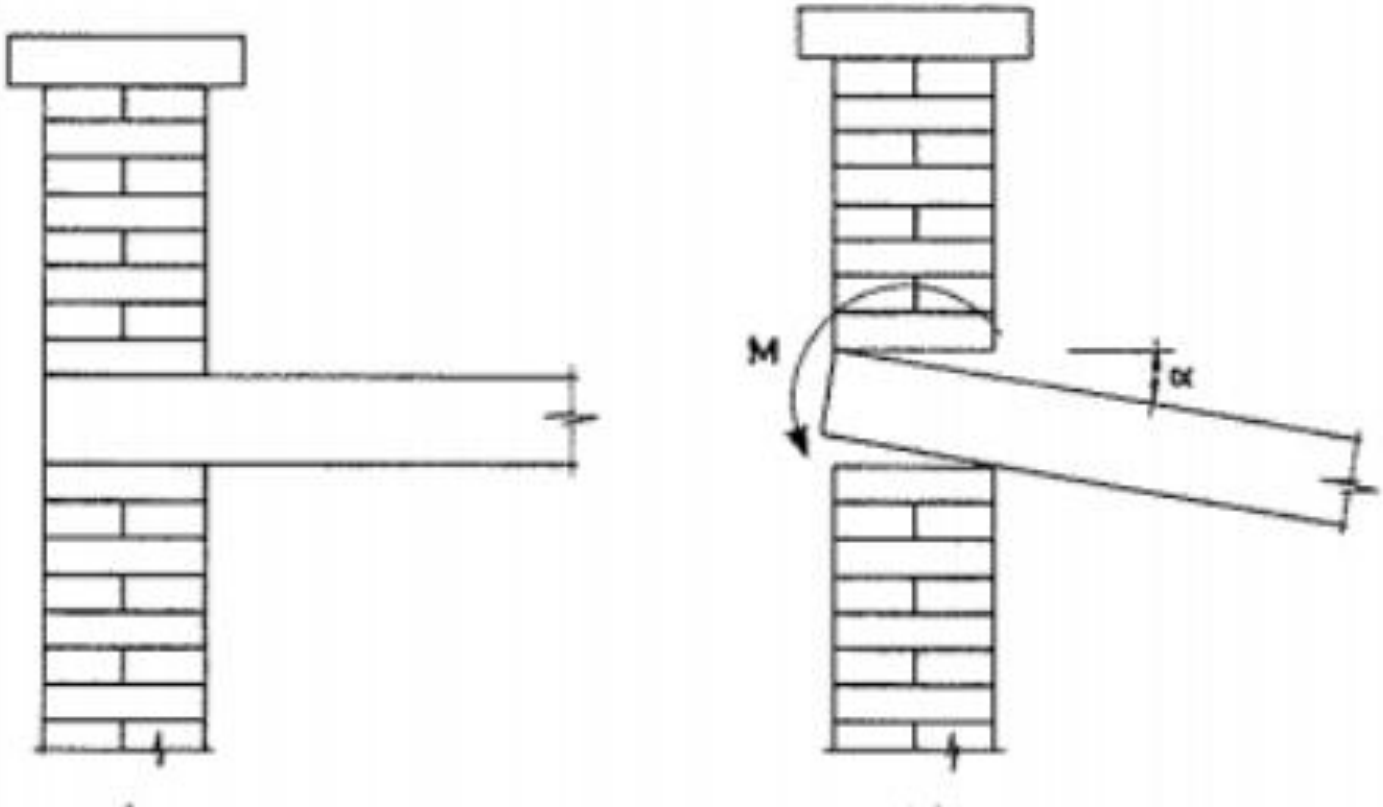
Apoyos



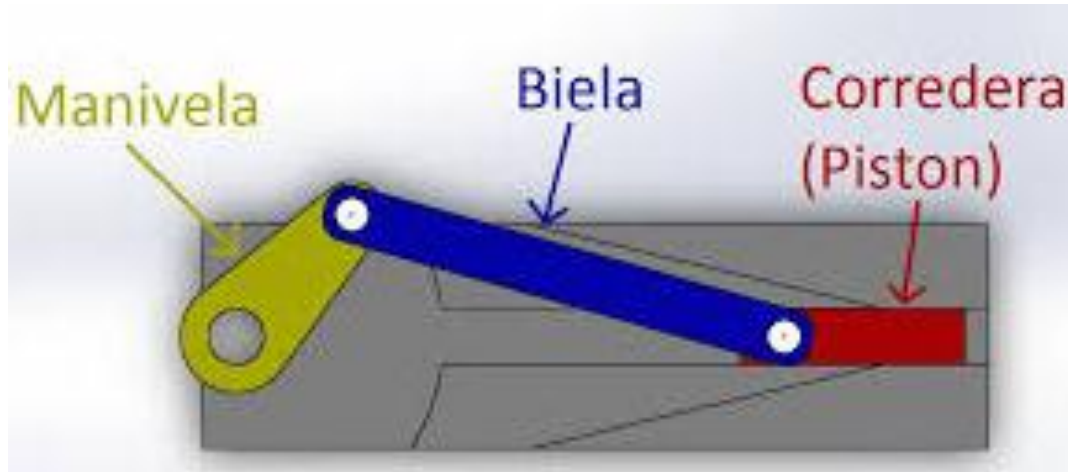
Empotramiento



Empotramiento



Definición de biela: Cuerpo rígido vinculado por dos articulaciones, que pueden ser a otros cuerpos o a tierra (Apoyo fijo) y que, además, **no tiene cargas aplicadas sobre él.**



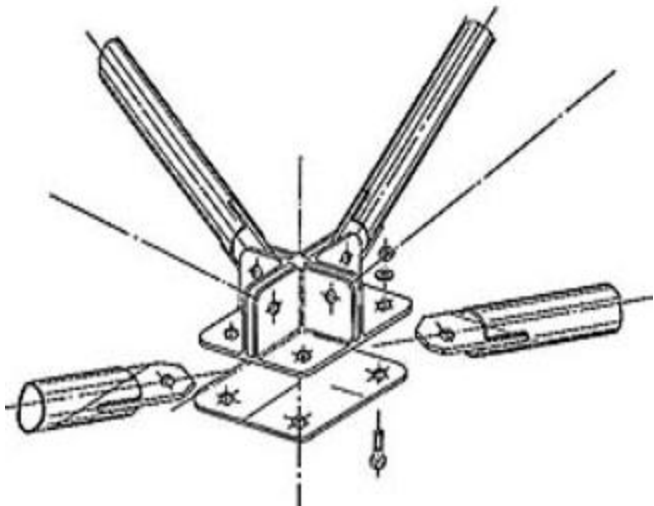
Respecto a las reacciones y desplazamientos que permiten, un **apoyo deslizante** es “equivalente” a una **biela**.

Vínculos internos

Si tenemos un sistema de varios cuerpos rígidos, estos se pueden vincular entre si.

Articulación

Restringe el desplazamiento relativo en dos direcciones. Es capaz de transmitir una fuerza en cualquier dirección (o dos fuerzas en dos direcciones ortogonales) (Restringe 2 GL)



“Soldadura”

Restringe totalmente el desplazamiento y el giro relativo. Es capaz de transmitir una fuerza en cualquier dirección y un momento. (Los cuerpos unidos podrían considerarse un único cuerpo) (Restringe 3 GL)



Condición de equilibrio

Para restringir completamente el desplazamiento de un cuerpo rígido se deben proveer vínculos suficientes para restringir todos sus grados de libertad (3GL por cuerpo).



Condición necesaria, pero no suficiente: Por más que se cuente con el número de vínculos necesarios, si no se disponen correctamente, el sistema igual permite movimientos.

Independiente de las cargas aplicadas.

Condición de equilibrio

Para restringir completamente el desplazamiento de un cuerpo rígido se deben proveer vínculos suficientes para restringir todos sus grados de libertad (3GL por cuerpo).



No suficiente:

tiene el número de vínculos necesarios, pero no se disponen correctamente, el sistema igual permite movimientos.

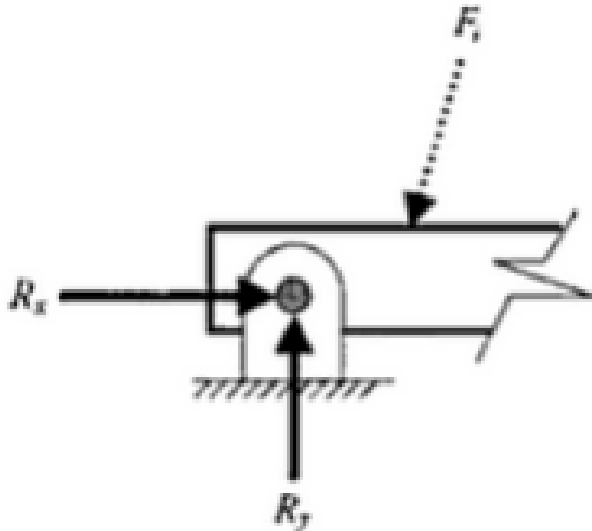
Grados de libertad (GL)

Grados de libertad de un cuerpo rígido:

Mínimo número de coordenadas necesarias para describir completamente su posición.

Un cuerpo rígido, moviéndose en el plano, tiene 3 grados de libertad:

- Traslación en 2 direcciones de un punto de referencia **A**.
- Rotación del cuerpo de otro punto de referencia **B** en torno al punto **A**.



En un sistema con varios cuerpos rígidos se tienen 3 GL por cada cuerpo.

$$GL = 3 * n$$

Para asegurarnos que el movimiento de un cuerpo está impedido, se deben restringir sus grados de libertad.

Para ello, agregaremos vínculos. Estos pueden ser:

Externos: a puntos fijos (“tierra”).

Internos: restringen movimientos relativos entre distintos cuerpos.

Condición necesaria de equilibrio

Si se tienen varios cuerpos, para cada cuerpo hay que restringir 3 GL.

Grados de libertad total para n cuerpos: $n * 3$ (GL)

Generalizando
la idea anterior:

$$\text{Condición necesaria:}$$
$$\mathbf{1*B + 2*A + 3*E \geq 3*n}$$

Con:

B = N° de Bielas o barras

A = N° de articulaciones

E = N° de empotramientos

Ejemplos:



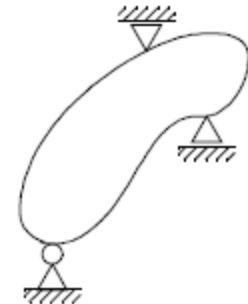
Clasificación estática de sistemas

Si no se tienen vínculos para asegurar la condición necesaria, o hay vínculos necesarios pero mal dispuestos: la estructura es un **mecanismo** (admite movimientos).

Si se cumple la condición necesaria, y los vínculos están “bien dispuestos”, el sistema es **isoestático**.

Si se tienen más vínculos (“bien dispuestos”) que los estrictamente necesarios, la estructura es **hiperestática**.

En este curso se resolverán **estructuras isostáticas e hiperestáticas simples**



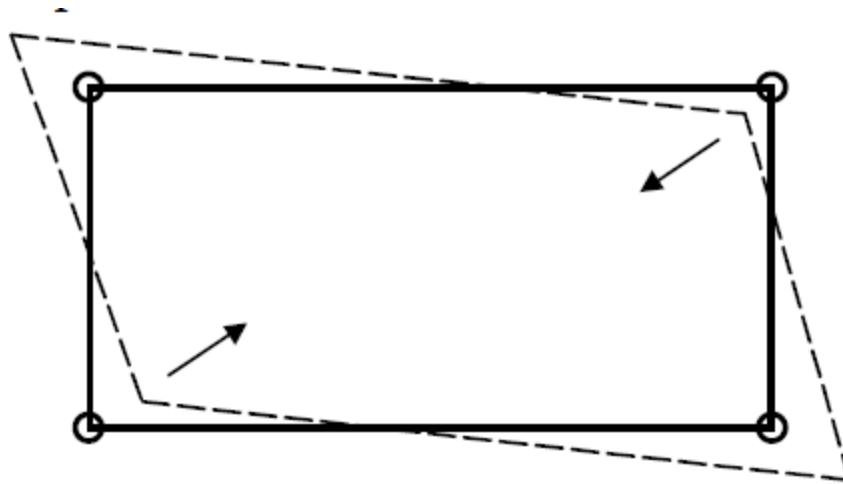
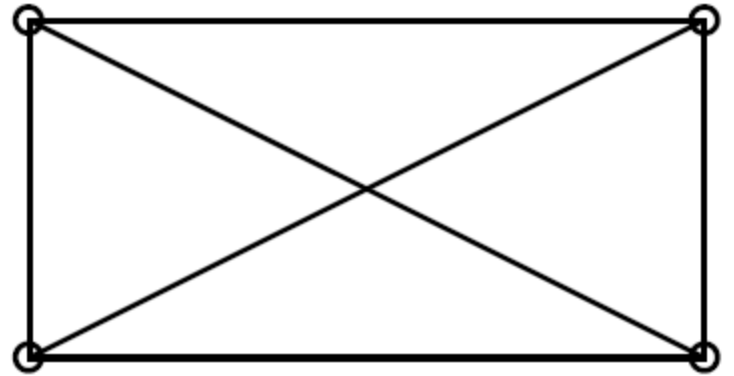
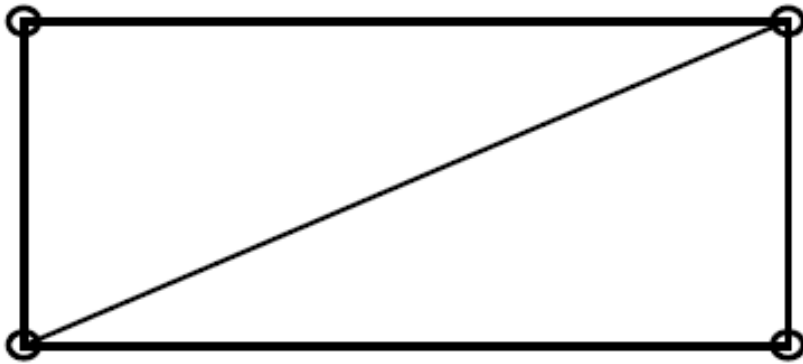
Clasificación estática de sistemas

Si los vínculos no pueden aportar fuerzas suficientes para equilibrar los cuerpos, el sistema admite movimientos: la estructura es un **mecanismo**.

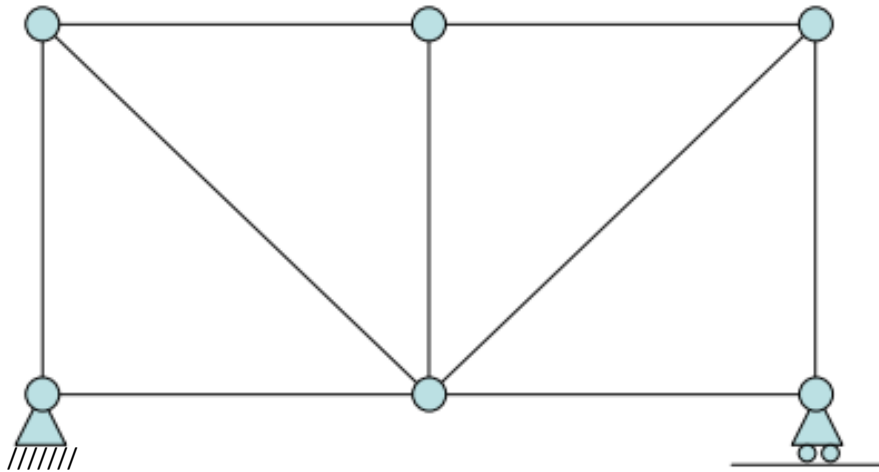
Si se cumple la condición necesaria, y las fuerzas que aportan los vínculos están “bien dispuestas”, el sistema es ***isostático***.

Visión externa del sistema (vínculos externos)

Visión interna del sistema (vínculos internos)



Condición de Isoestaticidad



$$2*n=b$$

n: número de nudos

b: número de barras

Apoyo fijo \rightarrow 2 barras

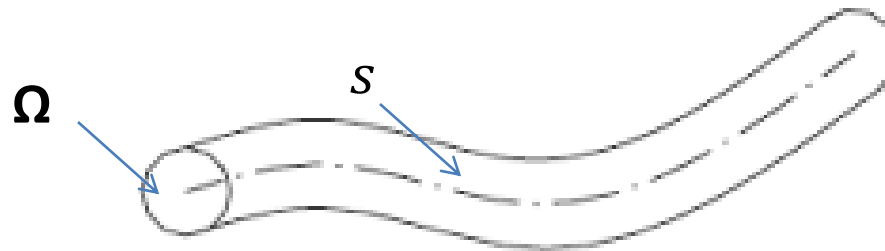
Apoyo desl. \rightarrow 1 barra

Definición de Barra

Se llama **barra** a un cuerpo en el que **una dimensión es mucho mayor que las dos restantes**.

Estos cuerpos se pueden generar, o describir, mediante una figura plana (Ω), cuyo baricentro se traslada por una línea (s), siempre con el plano de la figura perpendicular a la línea antedicha. (Por lo tanto, el largo de la línea debe ser mucho mayor que las dimensiones de la figura plana)

Se denomina **eje** a la línea que describe el trazo, y **sección** a la figura plana.



El **eje** puede ser **recto** o **curvo**, en cuyo caso la curvatura debe ser pequeña.

A su vez, la **sección** puede ser **constante**, o **variable**, en cuyo caso, la variación debe suceder en forma suave.

Estructura formada por barras



Diagramas de barras y de cuerpo libre

El **análisis estructural** implica representar la estructura mediante diagramas de **líneas simples**, mostrando sus vínculos, las acciones actuantes, dividir a la estructura en partes más fácilmente manejables

Las acciones se pueden clasificar en 3 tipos:

1) Cargas externas

2) Reacciones (en los apoyos o vínculos)

3) Acciones internas



Estructuras tipo

Vigas

- 1) Simplemente apoyada (S.A.)
- 2) En ménsula
- 3) Bi-empotrada
- 4) Continua
- 5) S.A. con voladizo
- 6) Vigas Gerber

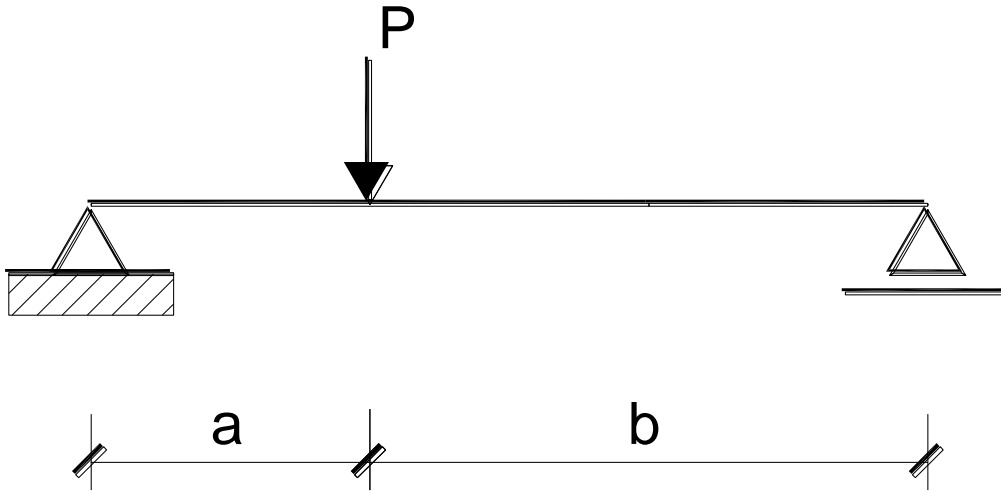
Pórticos (o Marcos)

- 7) Pórtico simplemente apoyado
- 8) Pórticos múltiples
- 9) Arco de 3 articulaciones

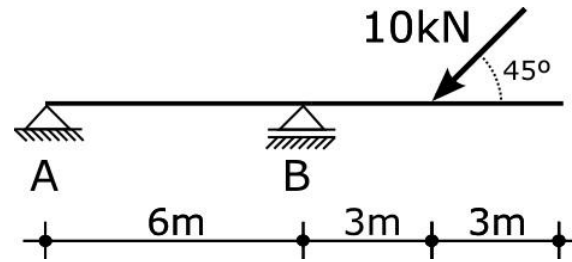
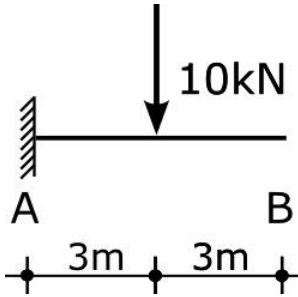
Reacciones

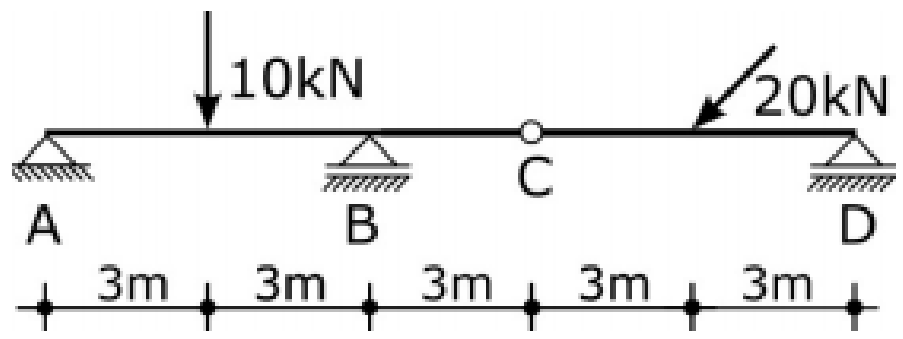
Ejemplo:

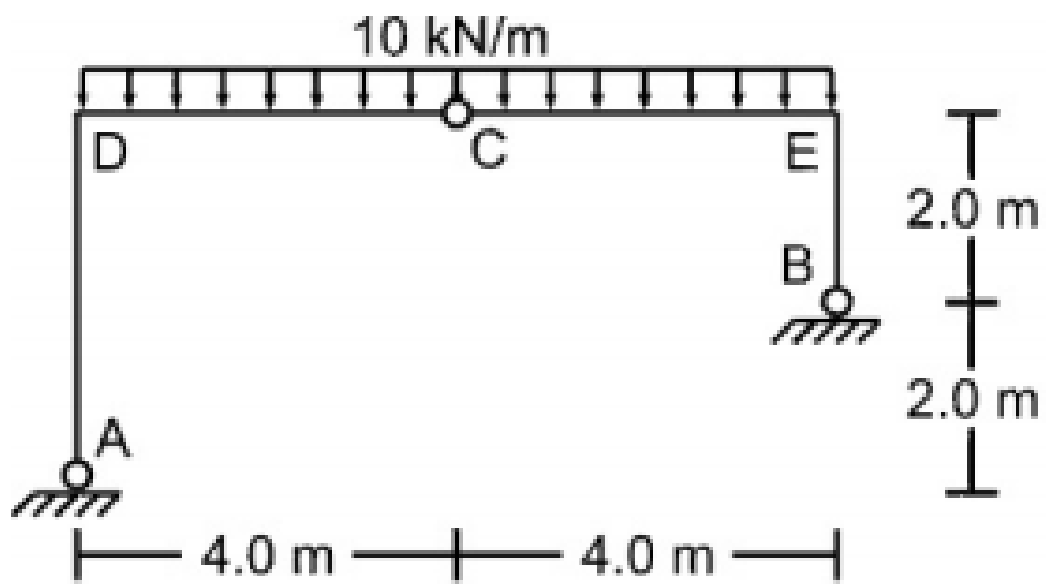
Calcular reacciones en función de **P**



Calcular reacciones







- Identificación de vínculos y GDL que restringen.
- Clasificación de estructuras: isostáticas, hiperestáticas y mecanismos.
- Plantear el sistema de ecuaciones para determinar las reacciones.
- Reconocer tipologías estructurales sencillas.