

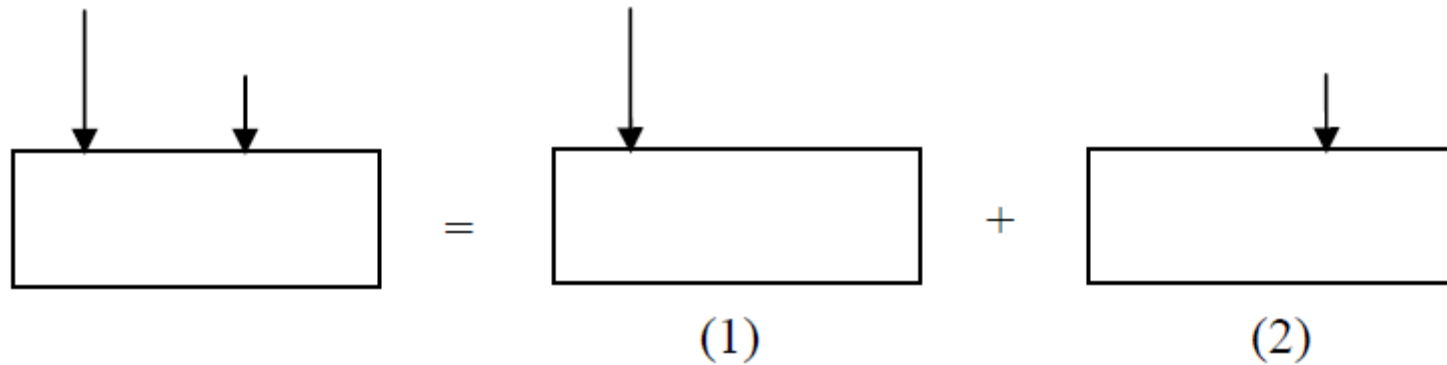
VÍNCULOS Y SISTEMAS DE ELEMENTOS



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
deformaciones

=
=
tensiones (1)
deformaciones (1)

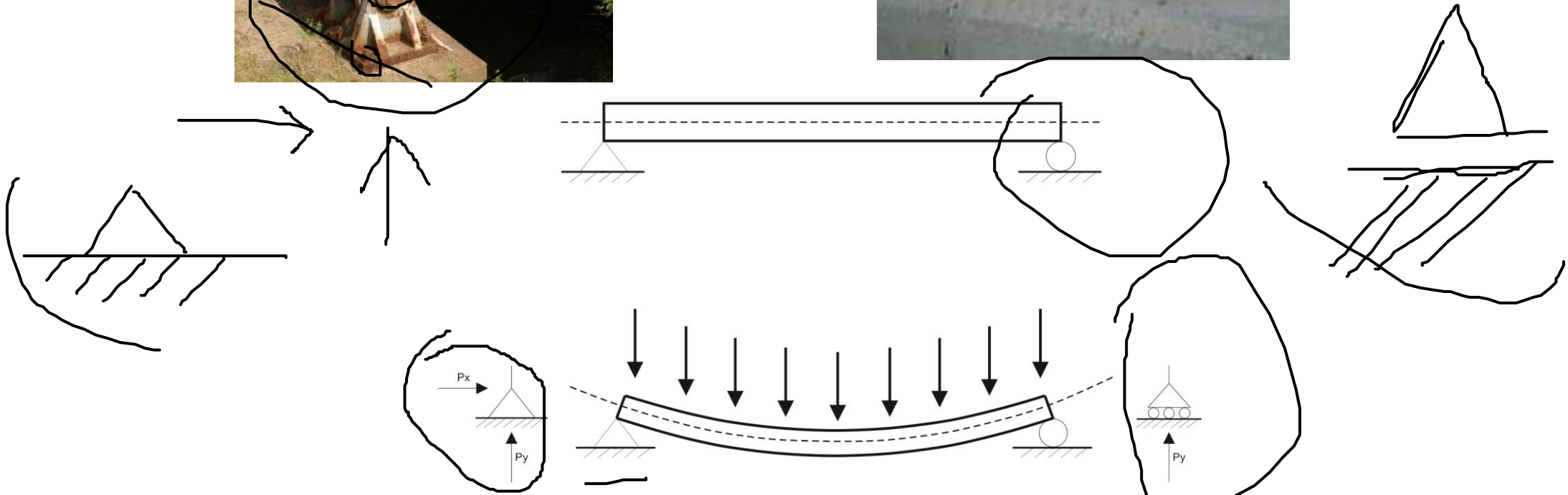
+
+
tensiones (2)
deformaciones (2)



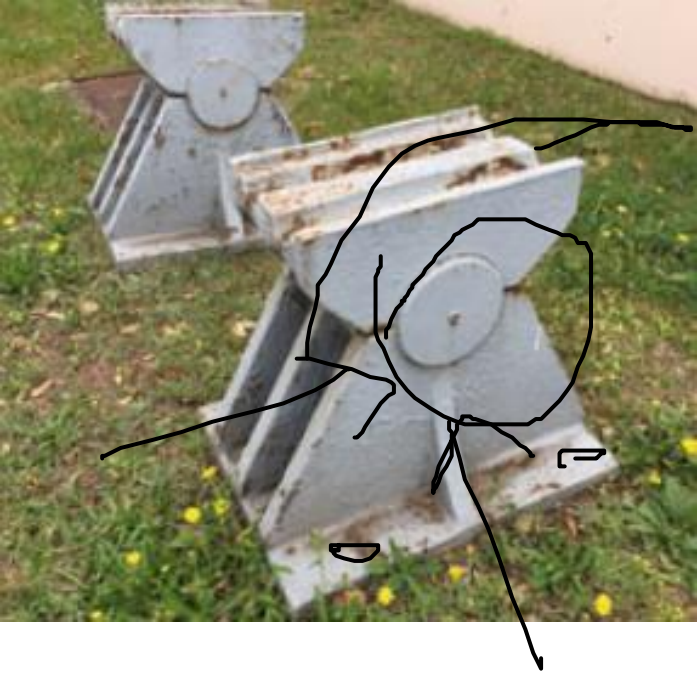
Bielas o Barras



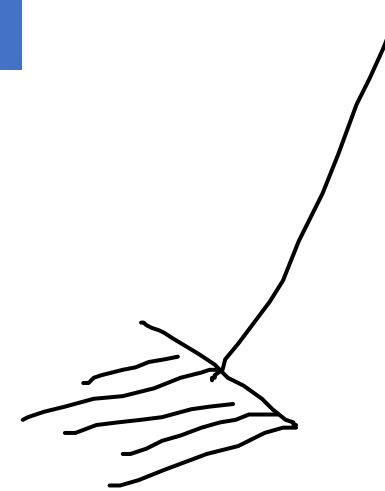
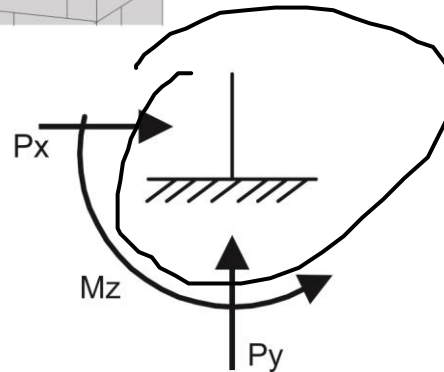
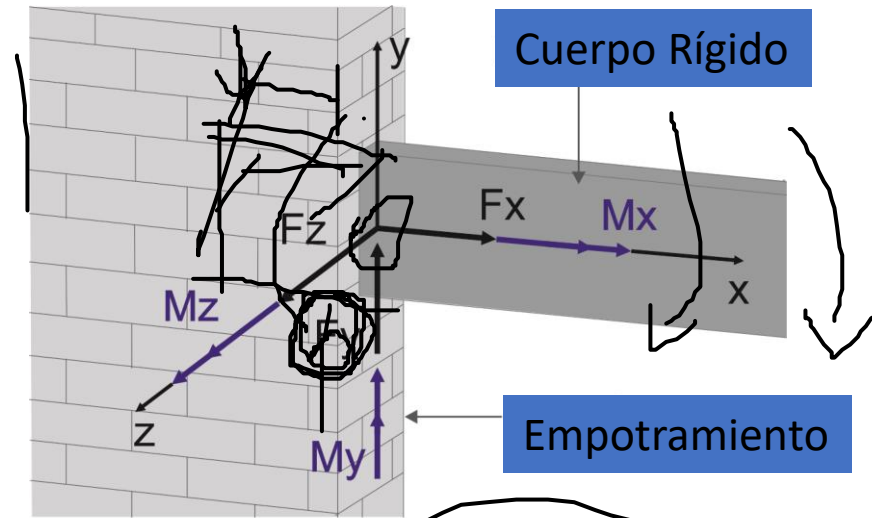
Apoyos Fijos y deslizable



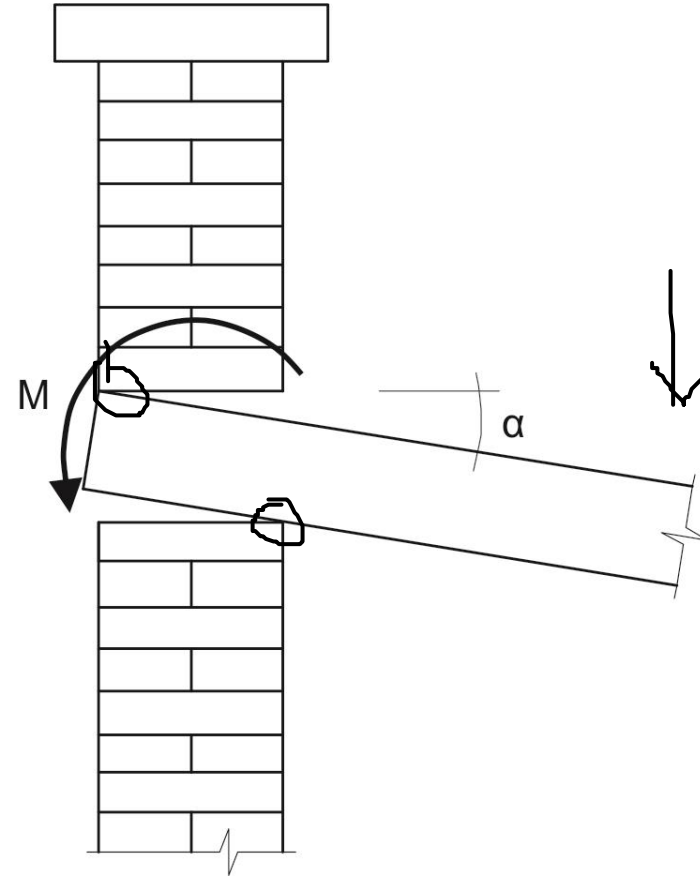
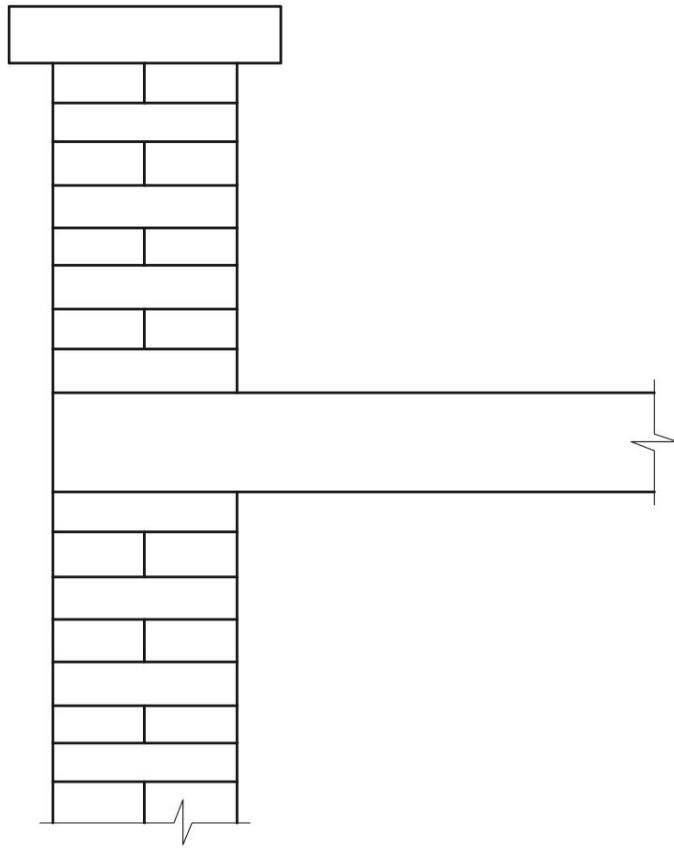
Apoyos



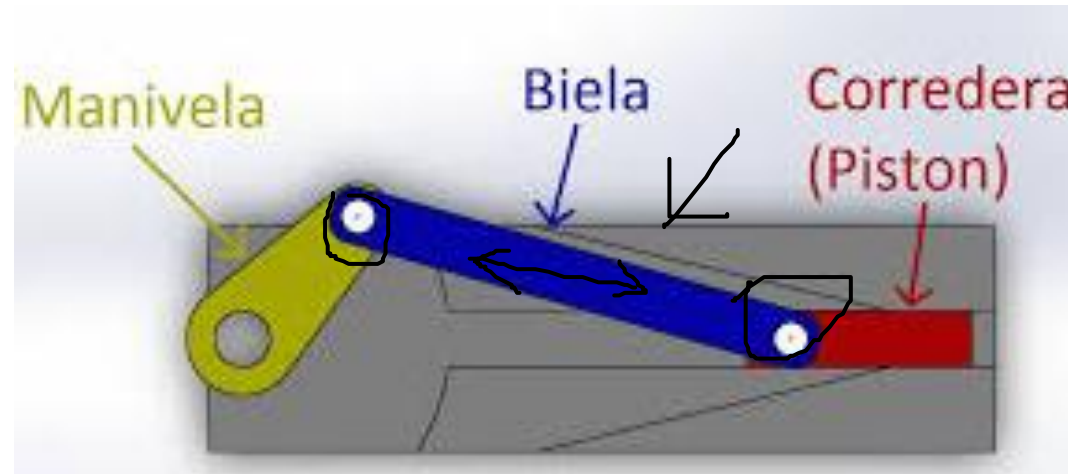
Empotramiento



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**.

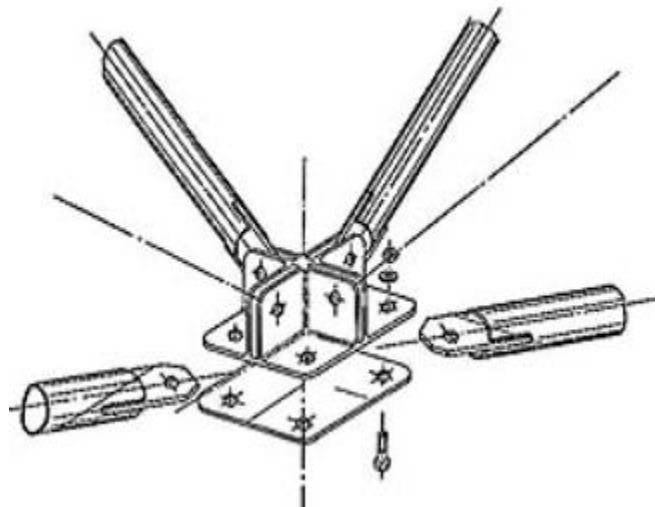


Vínculos internos

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)



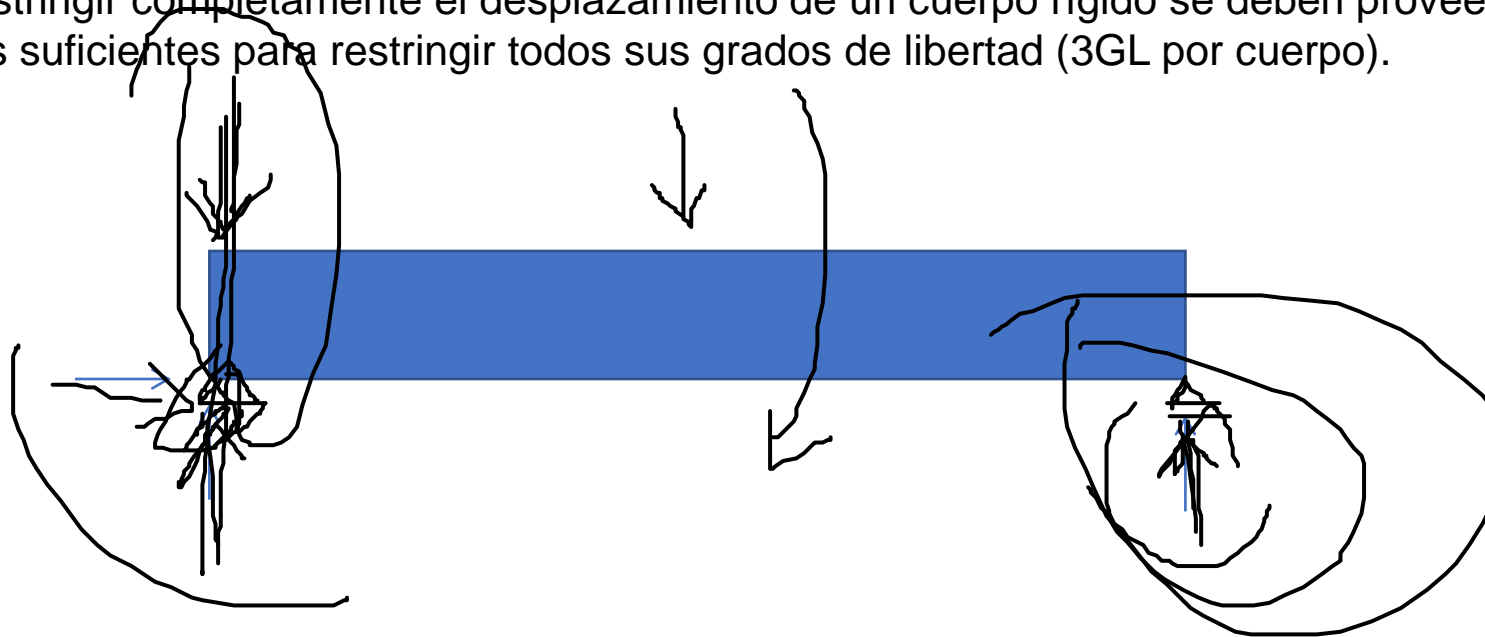
“Soldadura”

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).



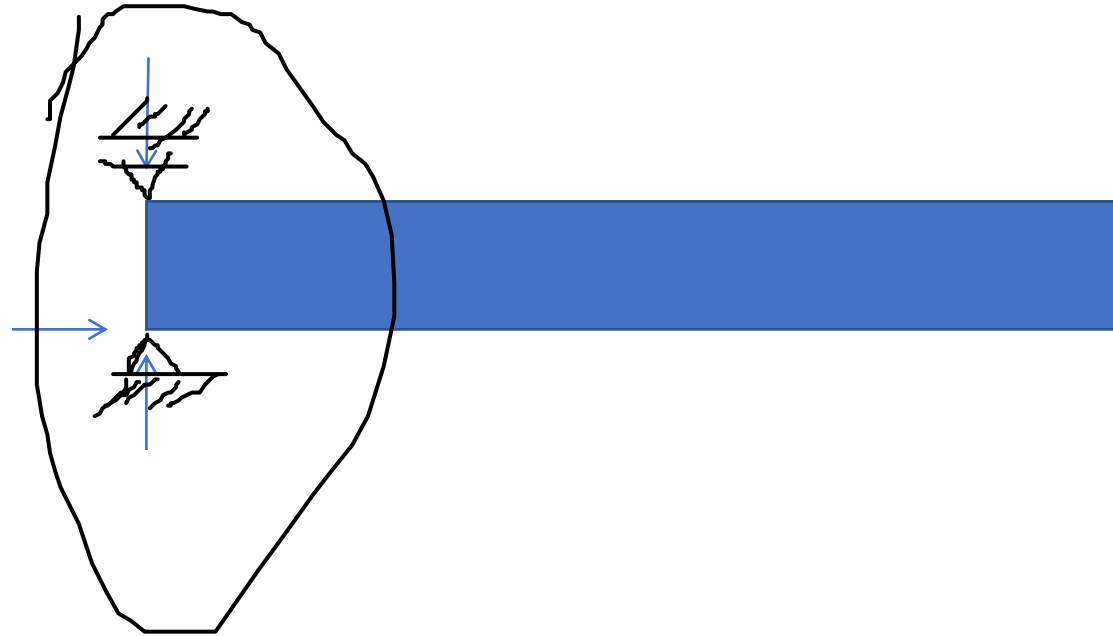
Condición necesaria, pero no suficiente: Por más que se cuente con el número de vínculos necesarios, si no se disponen correctamente, el sistema igual permite movimientos.

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.



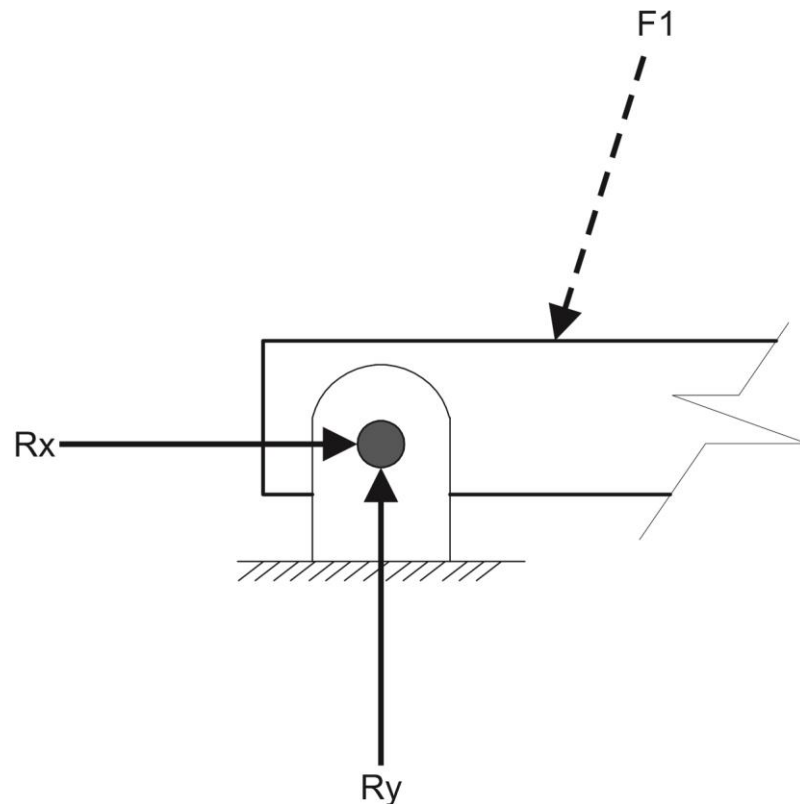
Grados de libertad (GL)

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:

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

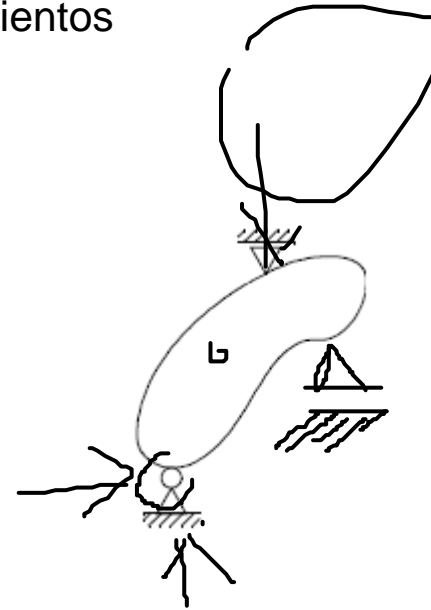
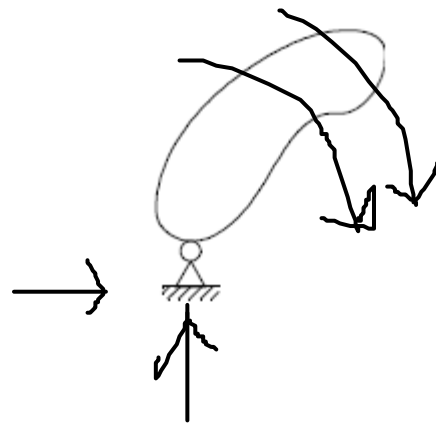
Con:

B = N° de Bielas o barras

A = N° de articulaciones

E = N° de empotramientos

Ejemplos:



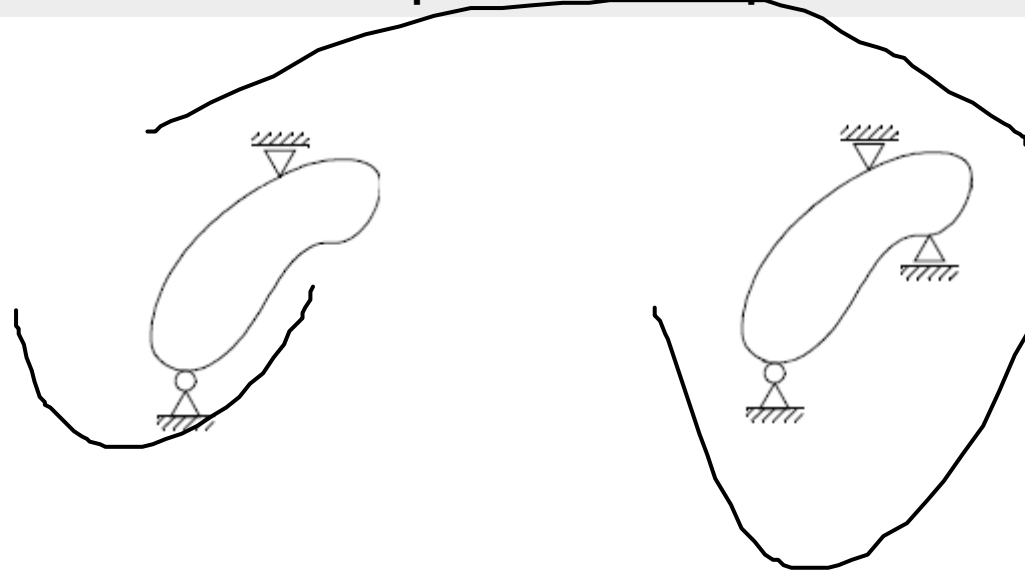
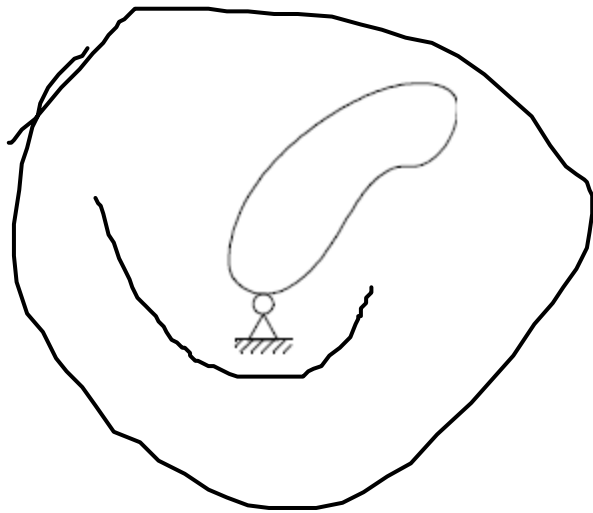
Clasificación estática de sistemas

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

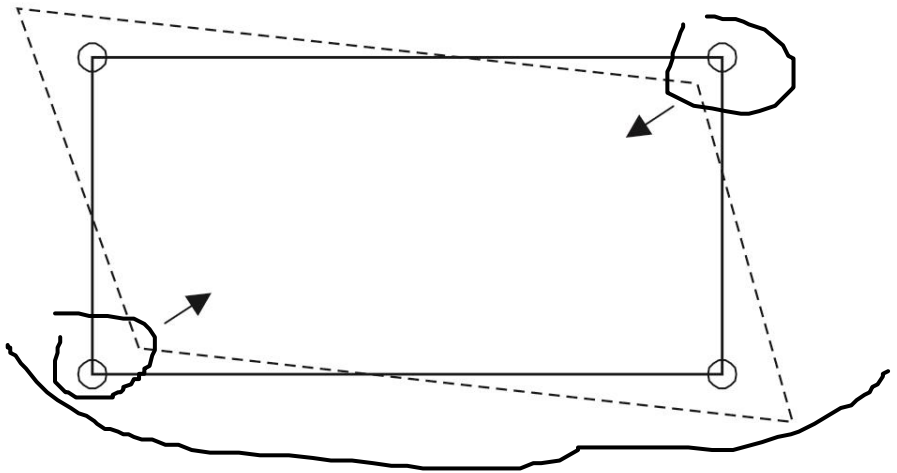
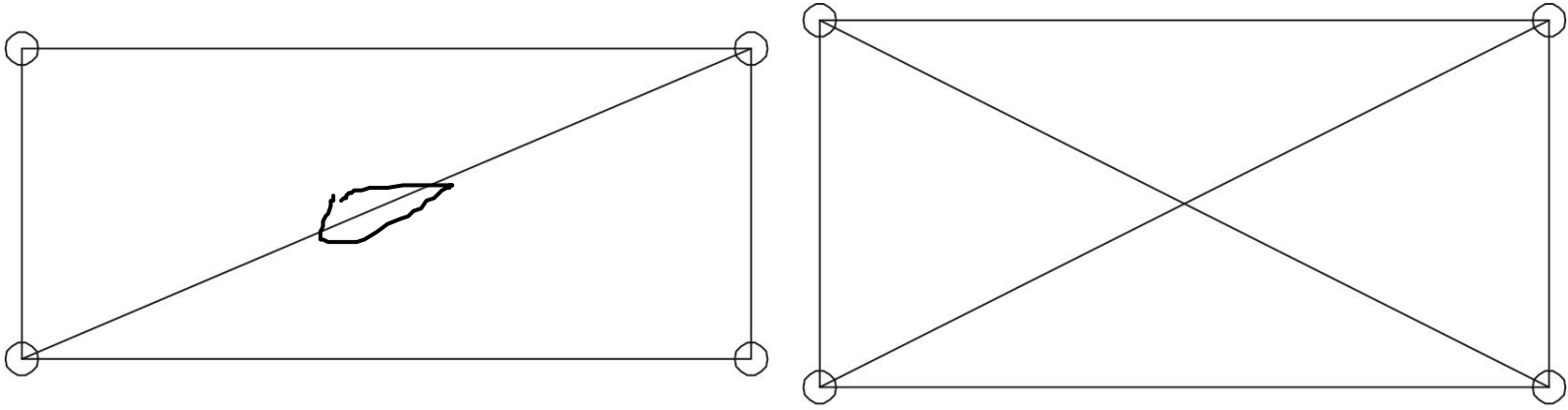
Si los vínculos no pueden aportar fuerzas suficientes para equilibrar los cuerpos, el sistema admite movimientos: la estructura es un **mecanismo**.

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

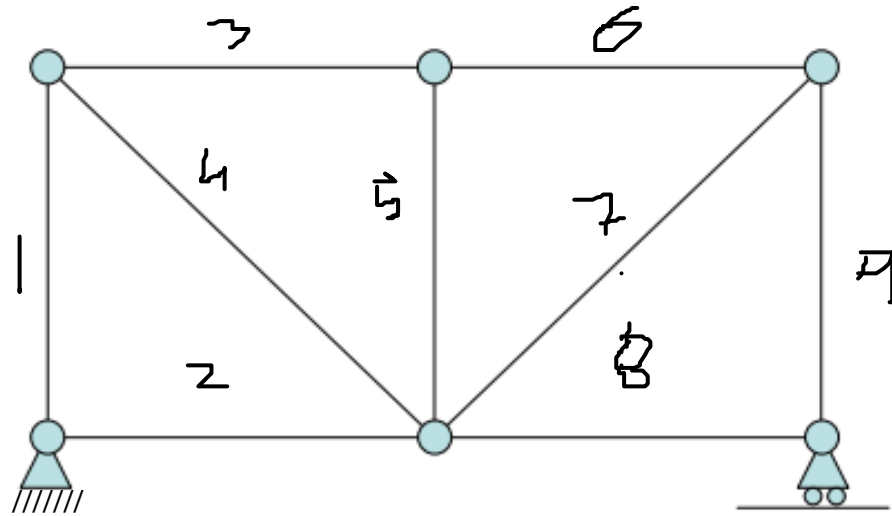
Visión externa del sistema (vínculos externos)

Visión interna del sistema (vínculos internos)





Condición de Isoestaticidad



$$2 \cdot n = b$$

n: número de nudos

b: número de barras

Apoyo fijo \rightarrow 2 barras

Apoyo desl. \rightarrow 1 barra

$$12 = 2 \cdot 6 = 9 + 2 + 1$$

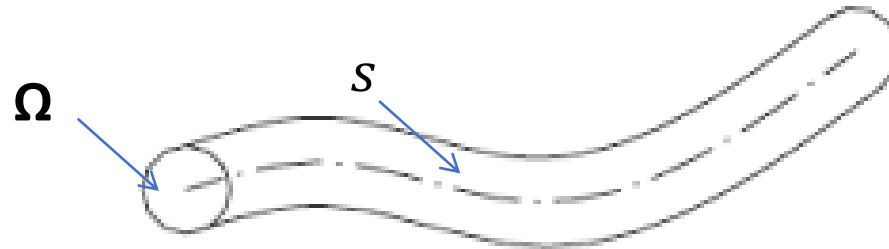


Definición de Barra

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

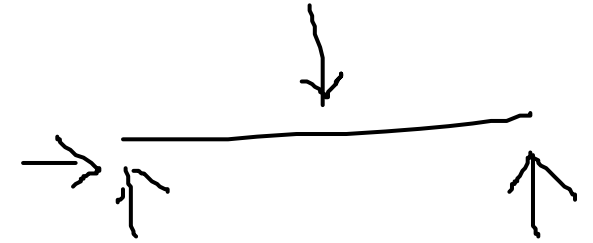
El **análisis estructural** implica representar la estructura mediante diagramas de **líneas simples**, mostrando sus vínculos, las acciones actuantes, dividir a la estructura en partes más fácilmente manejables

Las acciones se pueden clasificar en 3 tipos:

1) Cargas externas

2) Reacciones (en los apoyos o vínculos)

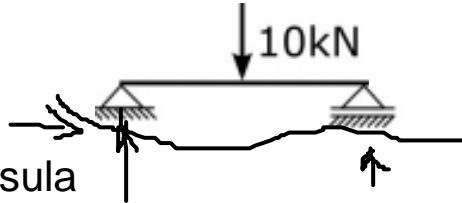
3) Acciones internas



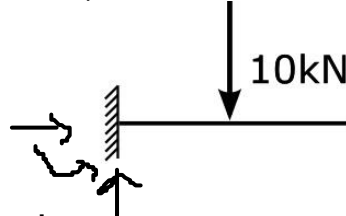
Estructuras tipo

Vigas

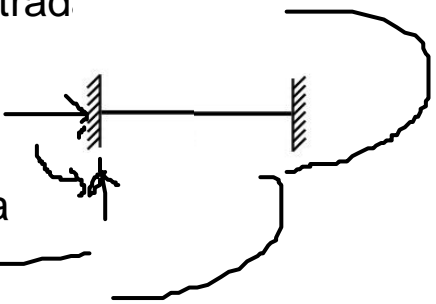
1) Simplemente apoyada (S.A.)



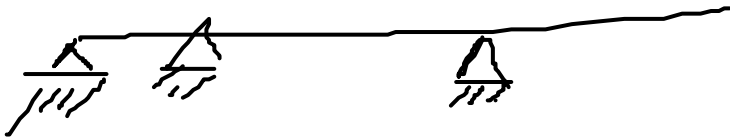
2) En ménsula



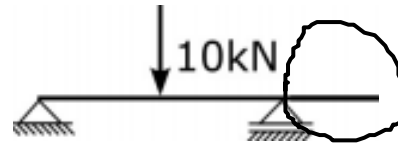
3) Bi-empotrad



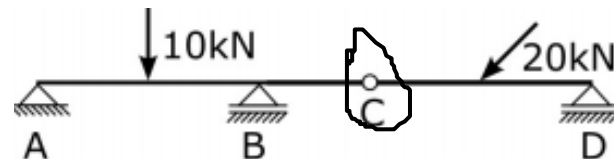
4) Continua



5) S.A. con voladizo

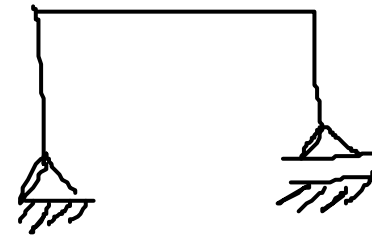


6) Vigas Gerber



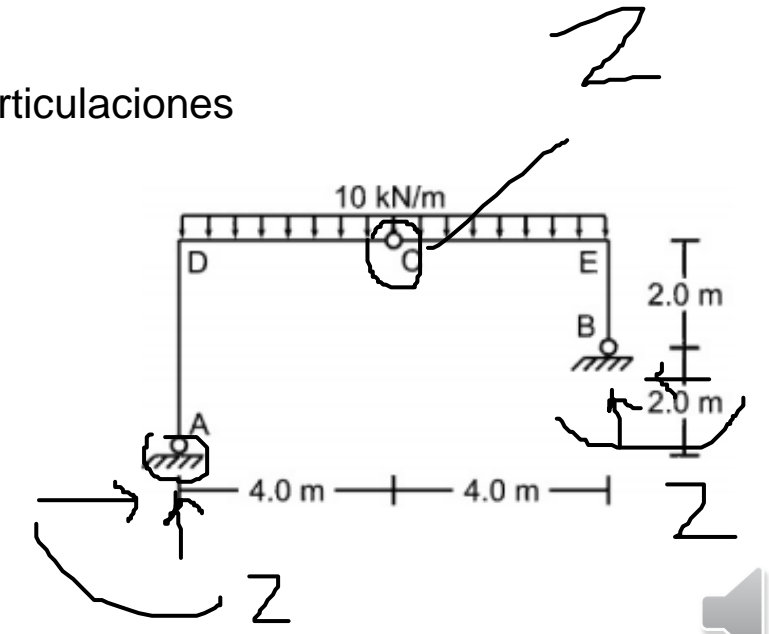
Pórticos (o Marcos)

7) Pórtico simplemente apoyado

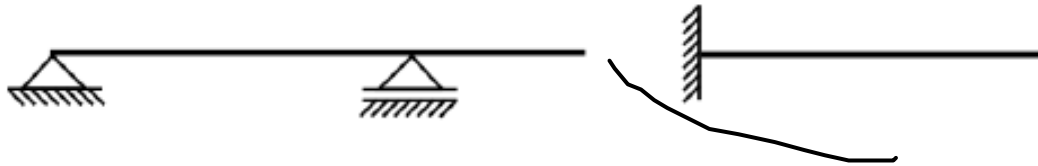


8) Pórticos múltiples

9) Arco de 3 articulaciones

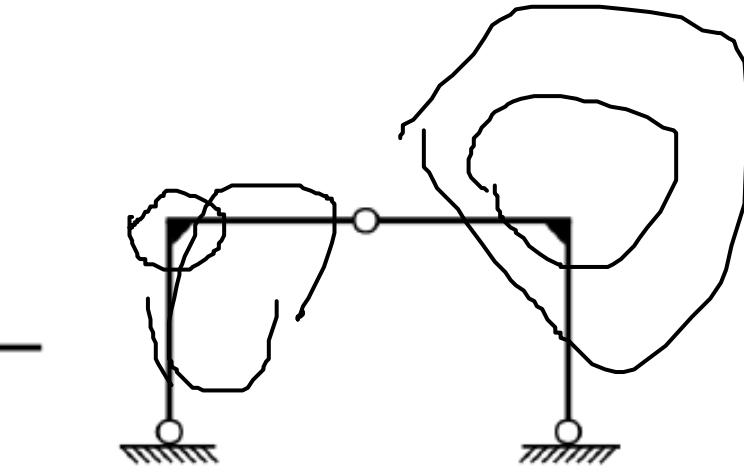


Estructuras tipo



Viga Simplemente Apoyada

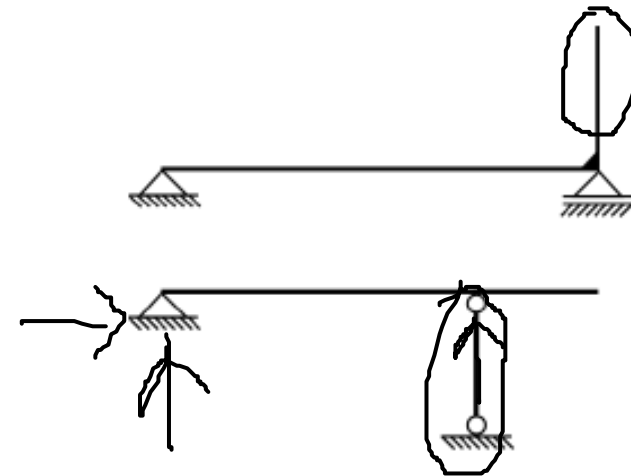
Ménsula



Arco de tres articulaciones

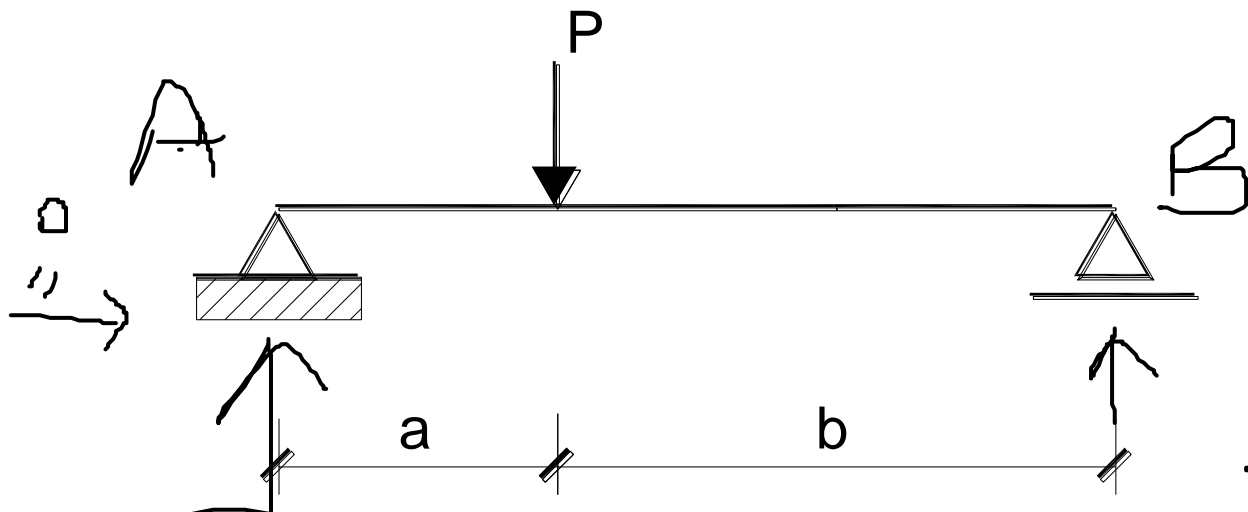
A los efectos de este práctico, identificaremos a las estructuras tipo según como estén vinculadas, y no según la forma de sus elementos.

Por ejemplo, consideraremos que los marcos de la derecha también se encuentran simplemente apoyados.



Reacciones

Ejemplo:
Calcular reacciones en función de **P**



$$P \cdot a - F_B (a + b) = 0$$

$$F_B =$$

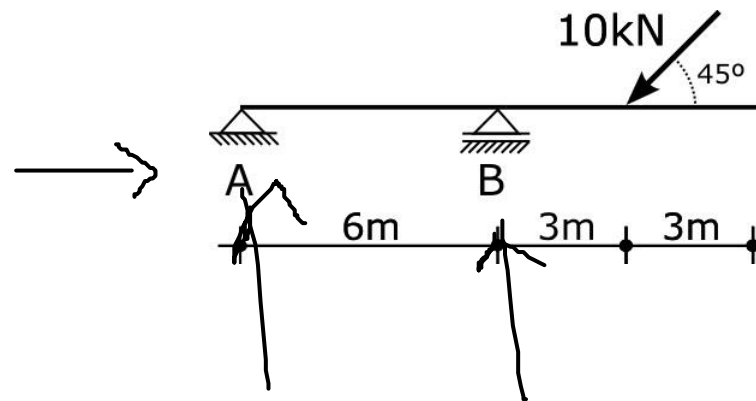
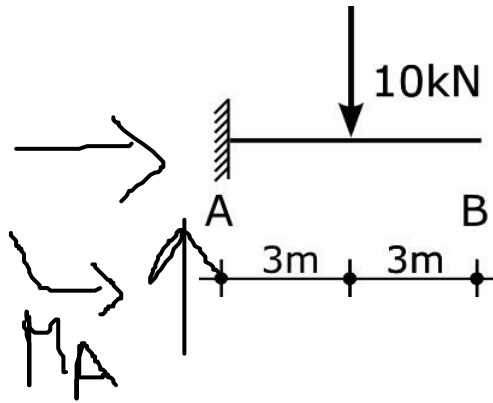
$$\sum F_v = 0$$
$$\sum F_H = 0$$
$$\sum M_A = 0$$

$$F_A + F_B - P = 0$$

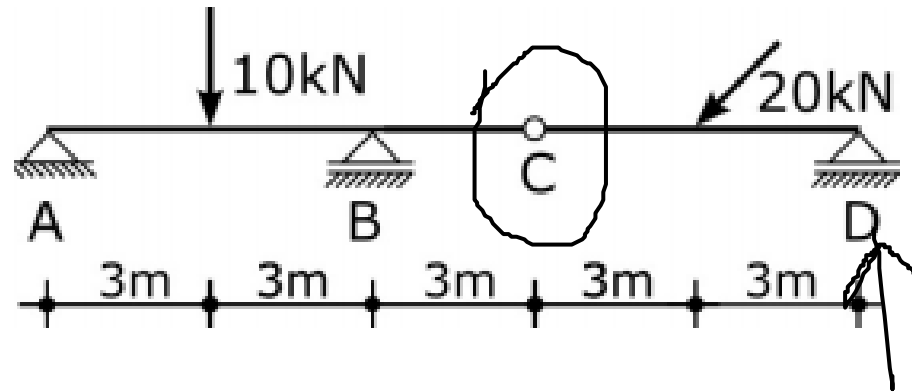
$$F_A + F_B = P$$



Calcular reacciones



$$\sum M_C = 0$$



$$\sum F_v = 0$$

$$\sum F_H = 0$$

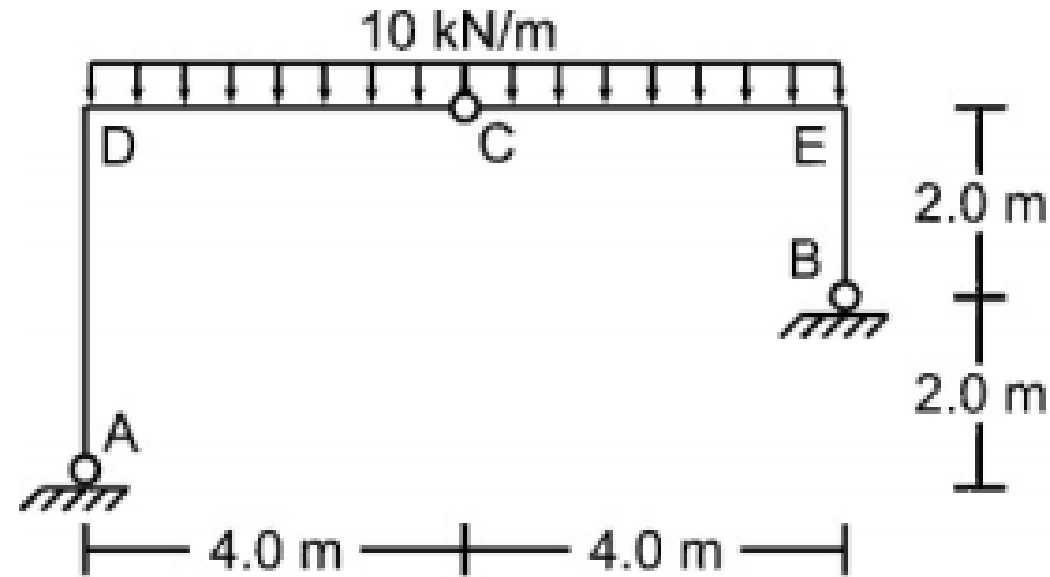
$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_{izq C} = 0$$

$$\sum M_{der C} = 0$$



Calcular Reacciones

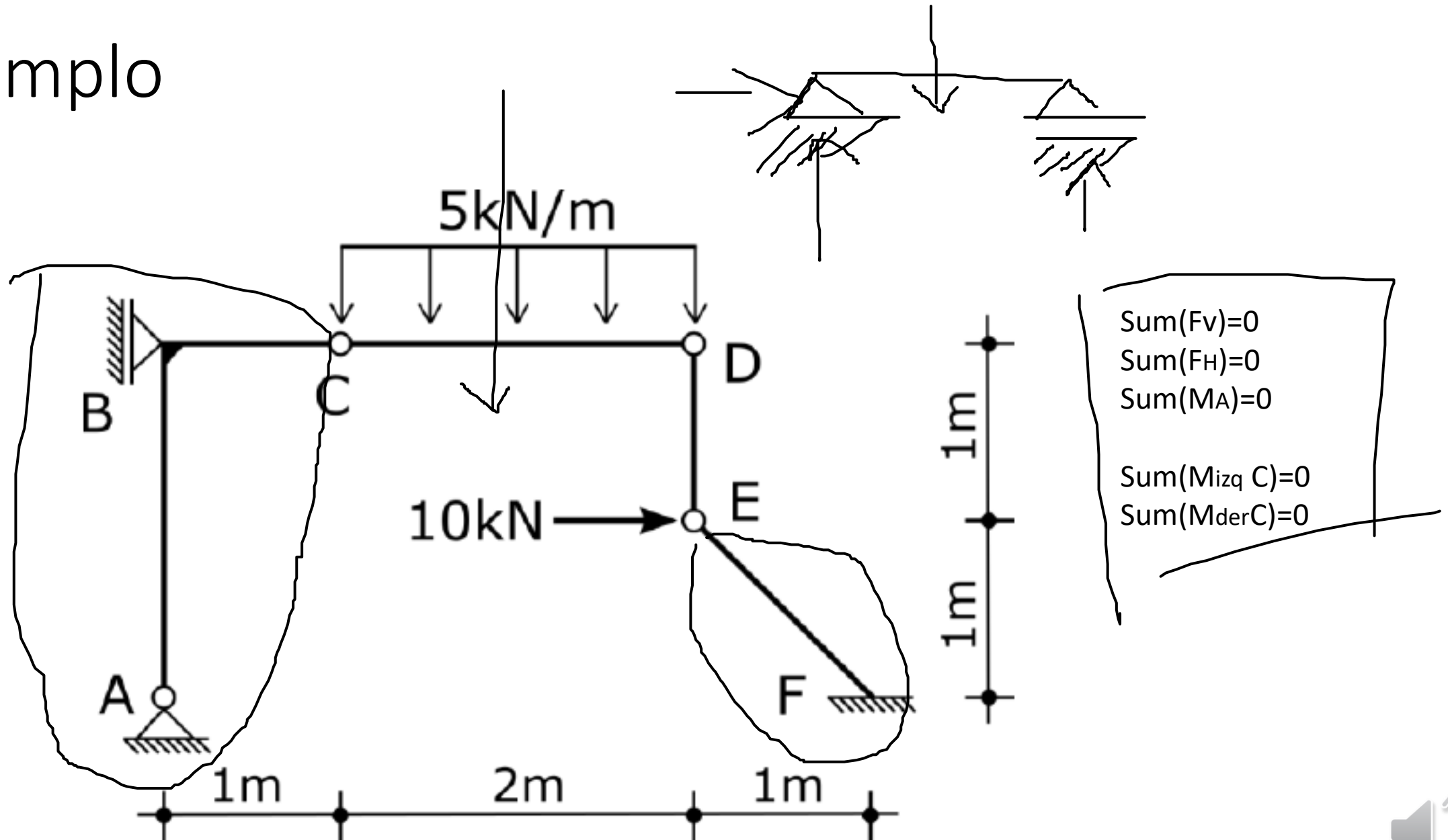


$$\begin{aligned}\sum(F_v) &= 0 \\ \sum(F_H) &= 0 \\ \sum(M_A) &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum(M_{izq\ C}) &= 0 \\ \sum(M_{der\ C}) &= 0\end{aligned}$$



Ejemplo



- 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.

