

# **SIMETRÍA Y ANTIMETRÍA**

# PROYECTO DE ESTRUCTURAS

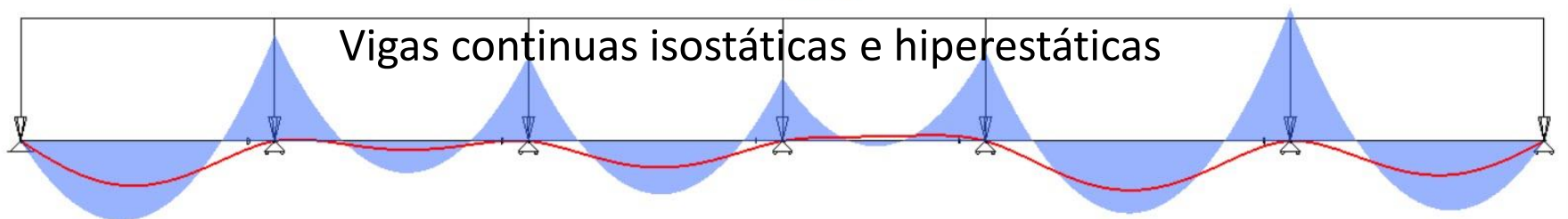
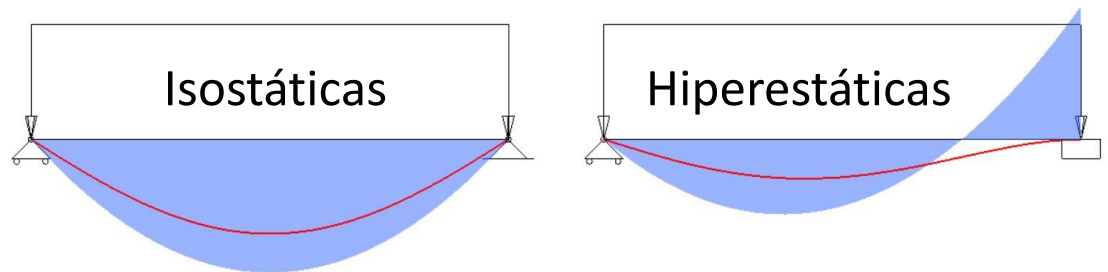
## 6 FASES:

- 1) Diseño: elección del sistema y definición geométrica
- 2) Modelización: elaboración de modelo físico
- 3) Análisis: cálculo de solicitaciones y deformaciones de los elementos
- 4) Dimensionado: elección de secciones que satisfagan requisitos
- 5) Representación
- 6) Ejecución

# PROYECTO DE ESTRUCTURAS

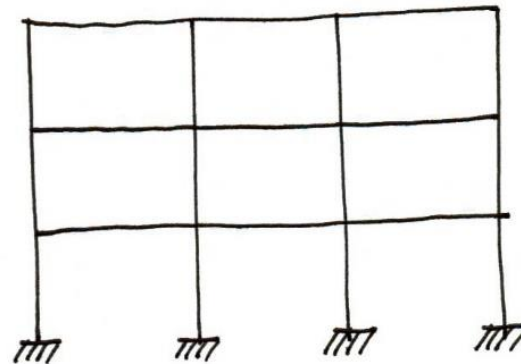
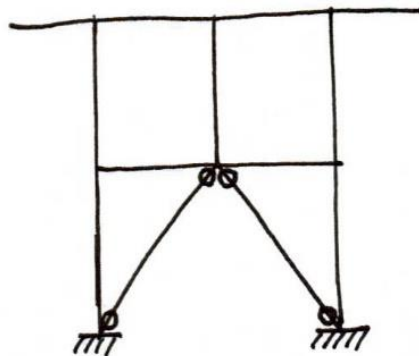
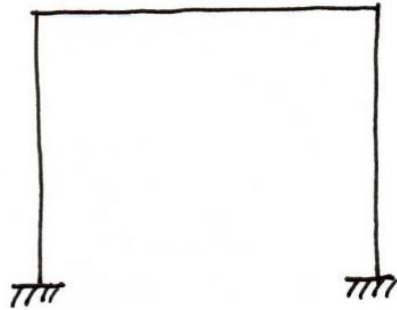
## 6 FASES:

- 1) Diseño: elección del sistema y definición geométrica
- 2) Modelización: elaboración de modelo físico
- 3) **Análisis**: cálculo de solicitaciones y deformaciones de los elementos
- 4) Dimensionado: elección de secciones que satisfagan requisitos
- 5) Representación
- 6) Ejecución



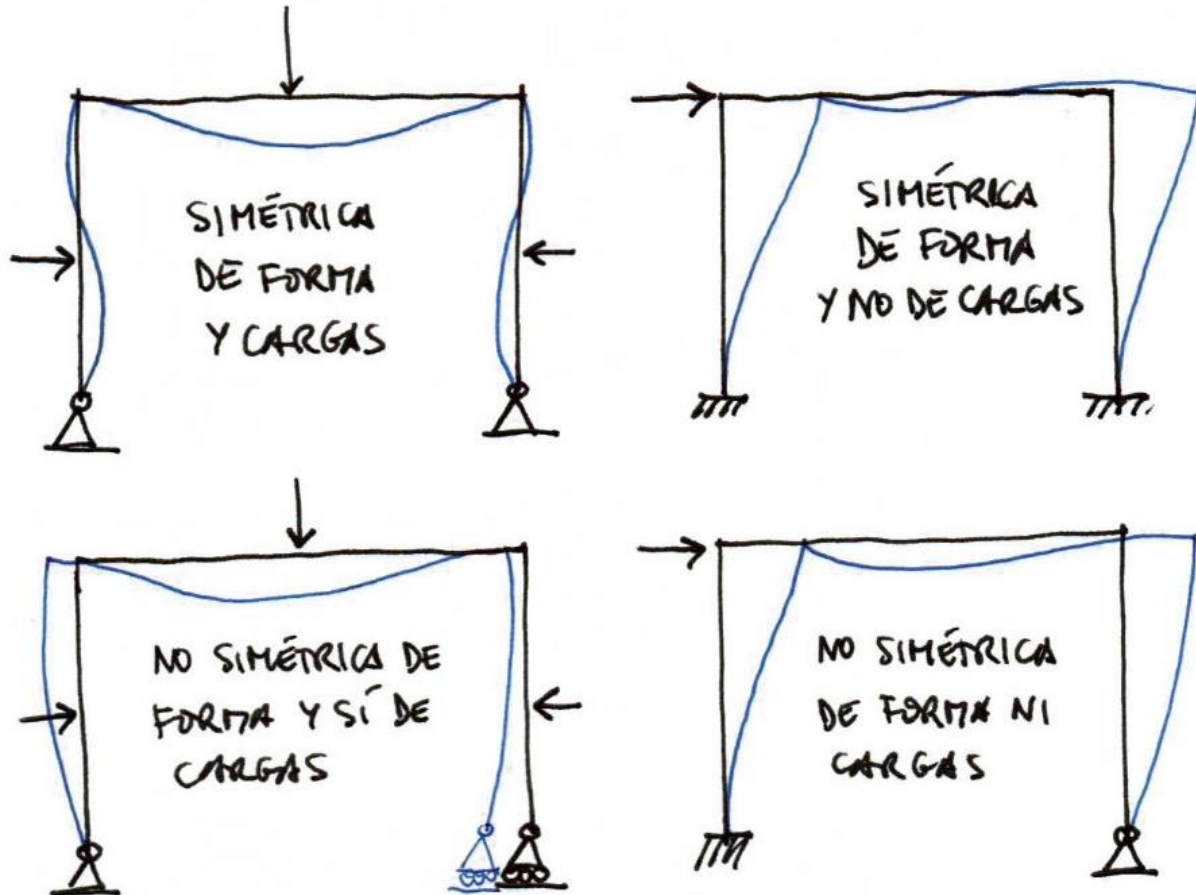
## ESTRUCTURAS HIPERESTÁTICAS SIMÉTRICAS DE FORMA

En general, el análisis de las estructuras hiperestáticas se puede realizar por métodos genéricos (método de superposición o matricial). Sin embargo, algunas **tipologías específicas** (como las vigas continuas) se pueden resolver por **métodos particularizados, más sencillos** que los genéricos para esos casos concretos. Las **estructuras simétricas** de forma pertenecen a esa familia de estructuras hiperestáticas abordables por métodos alternativos.



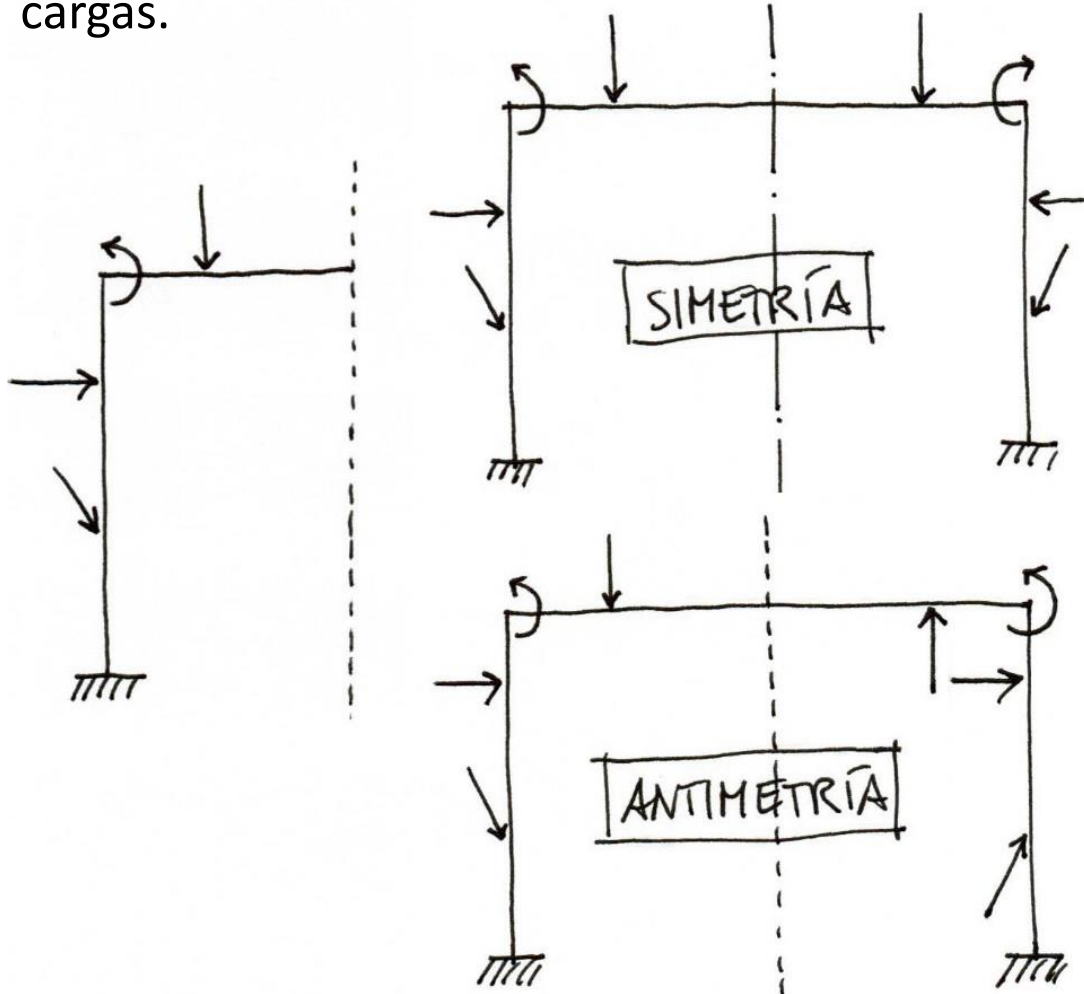
# SIMETRÍA DE FORMA Y SIMETRÍA DE CARGA

Las estructuras **simétricas de forma** son aquéllas en las que existe simetría de geometría, rigideces y apoyos. Respecto a las **cargas**, puede existir o no simetría. Las estructuras **simétricas de forma y cargas** tienen **solicitaciones y deformaciones simétricas**



# ESTRUCTURAS ANTIMÉTRICAS

Una estructura **antimétrica** es simétrica de forma, pero las **cargas** en uno de sus lados tienen **sentidos contrarios a los que correspondería a la simetría de cargas**.



Se puede entender la estructura antimétrica como el resultado de efectuar, para cada carga, una **doble simetría**:

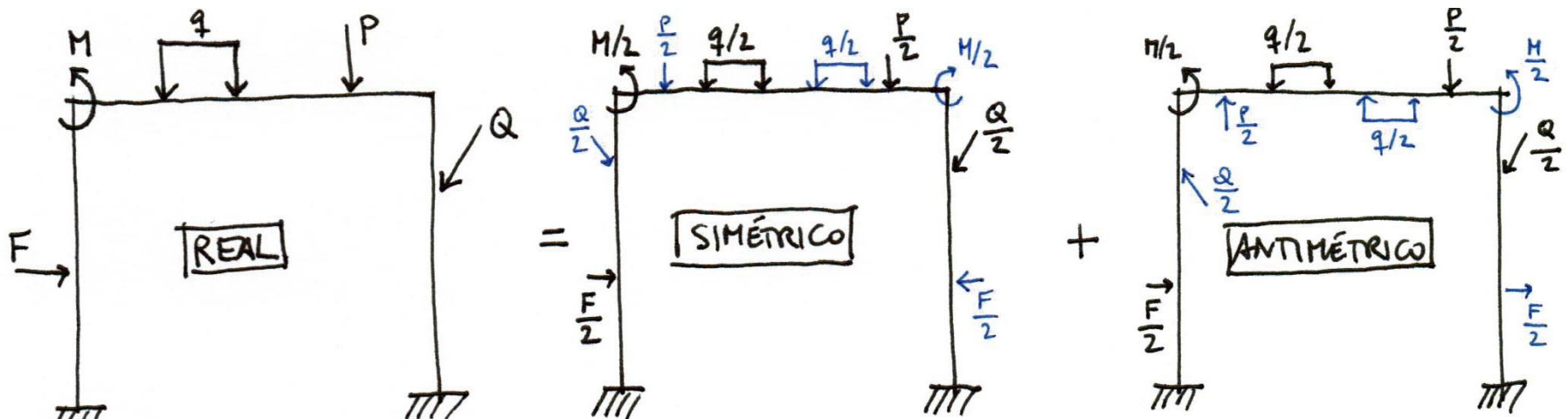
- global, respecto del eje de la estructura;
- local, respecto de su punto de aplicación en la barra

# DESCOMPOSICIÓN DE ESTRUCTURA SIMÉTRICA DE FORMA Y NO DE CARGAS

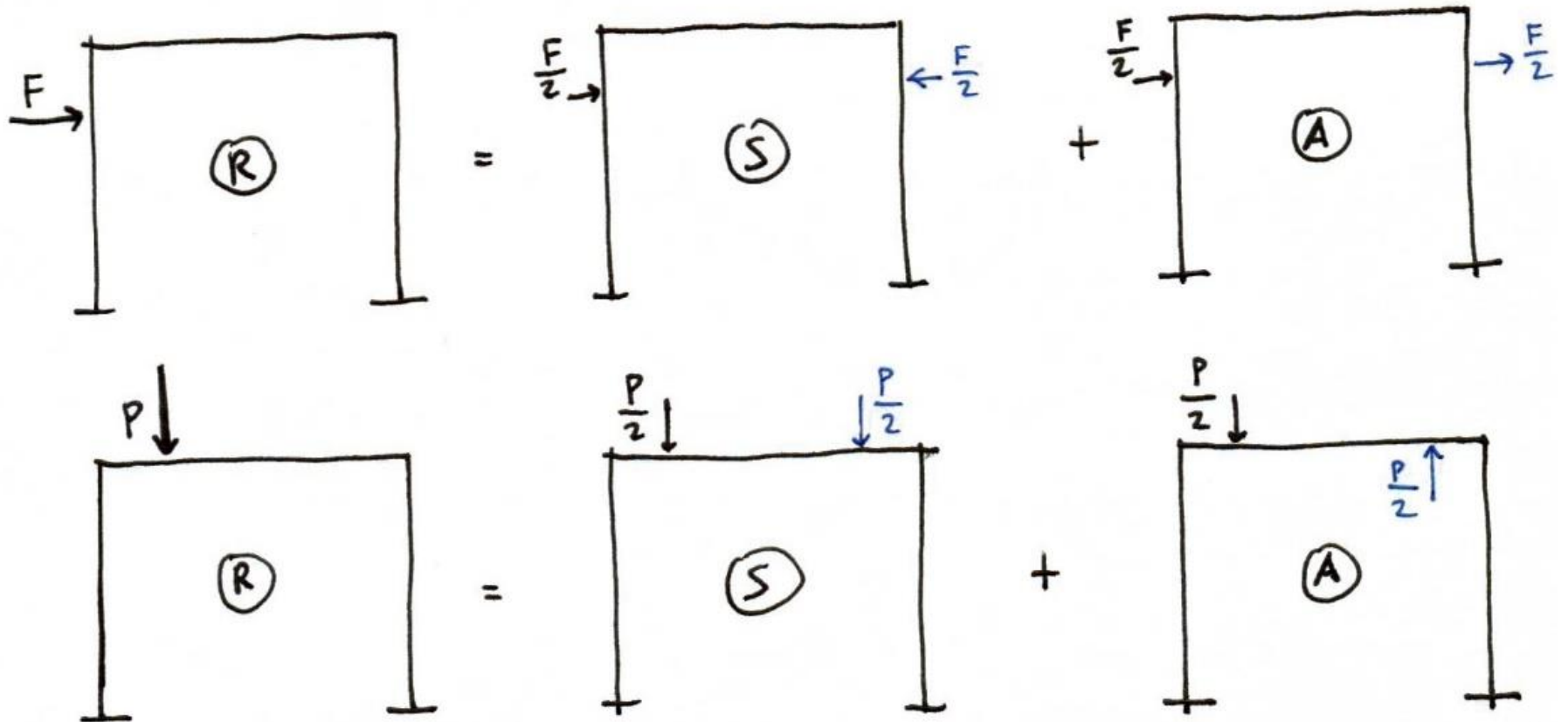
Las estructuras simétricas de forma pero no de cargas se pueden descomponer en dos estados: uno **simétrico** y otro **antimétrico**:

- En el estado **simétrico** se coloca la **mitad de la carga real** y sus cargas simétricas correspondientes.
- En el estado **antimétrico** se coloca la mitad de la carga real y sus cargas antimétricas correspondientes

¿Por qué nos interesa esta descomposición? Porque ambos estados se pueden analizar mediante métodos simplificados

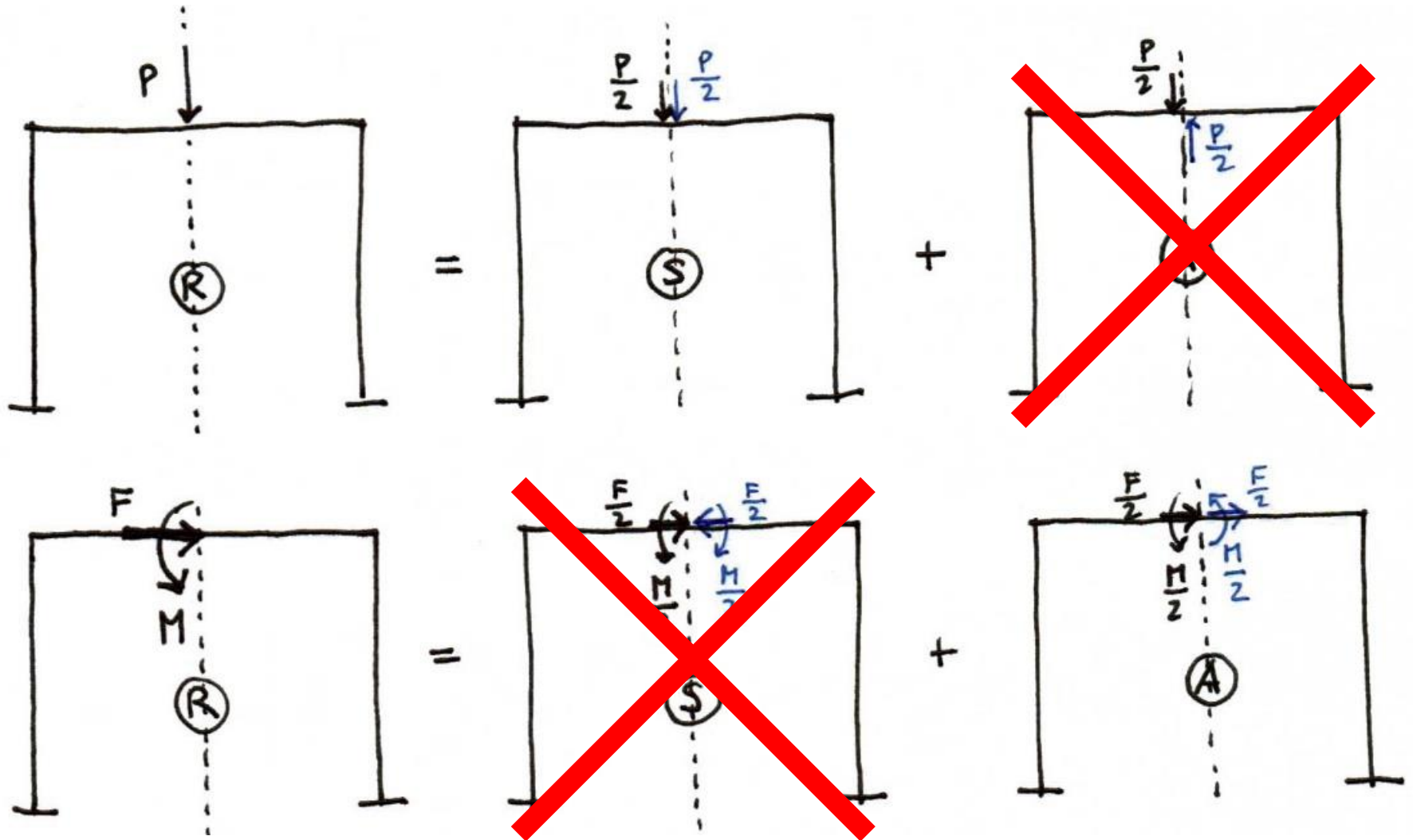


# DESCOMPOSICIÓN DE ESTRUCTURA SIMÉTRICA DE FORMA Y NO DE CARGAS

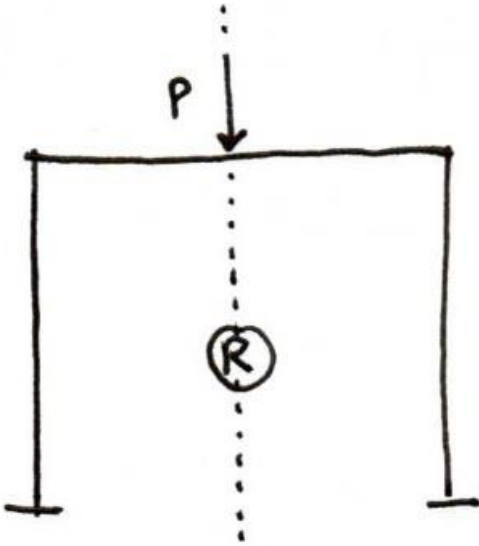




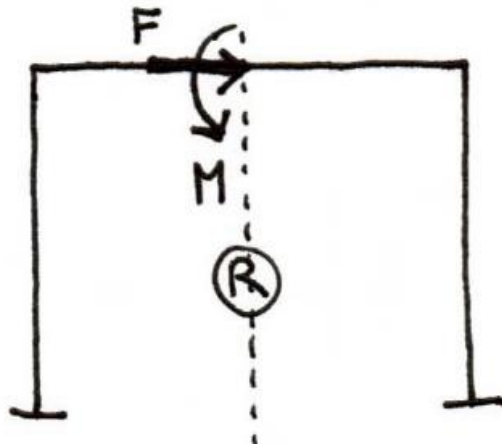
# CARGAS SOBRE EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA



## CARGAS SOBRE EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA



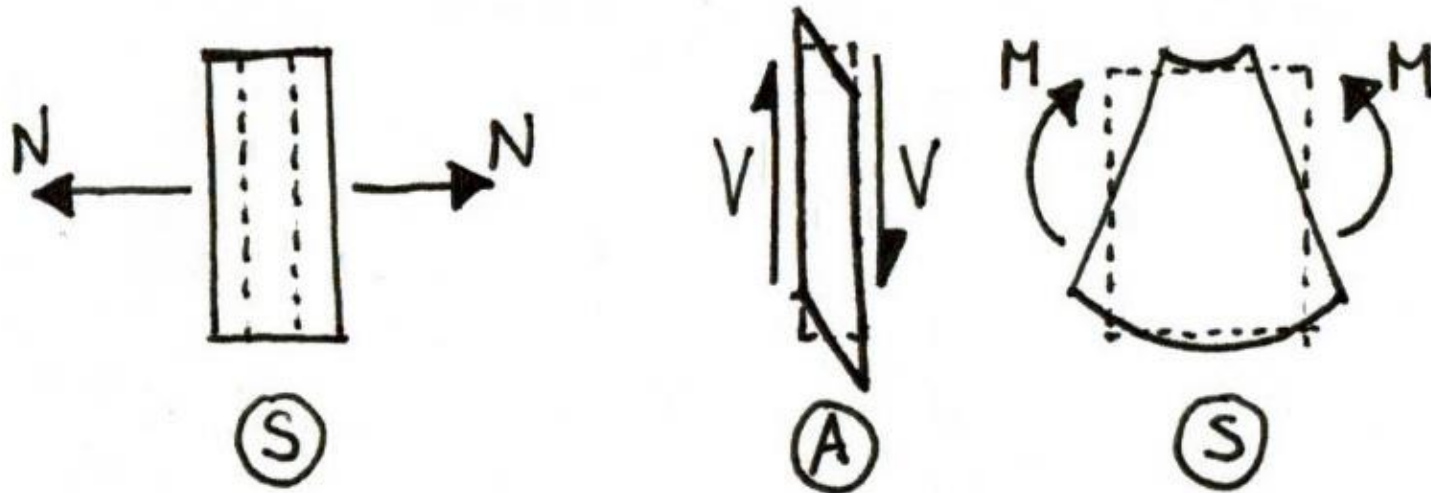
Estructuras **simétricas**: sólo pueden tener sobre el eje cargas **paralelas** al mismo



Estructuras **antisimétricas**: sólo pueden tener sobre el eje cargas **perpendiculares** al mismo o **momentos** aplicados

## SOLICITACIONES EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

Las 3 solicitaciones en una sección (¡no rebanada!) se pueden clasificar como simétricas o antimétricas respecto del eje perpendicular al de la barra:

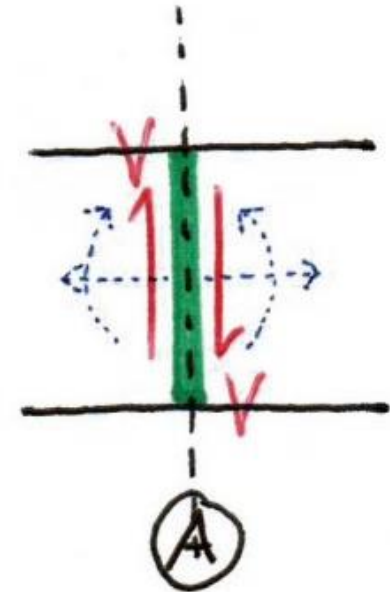
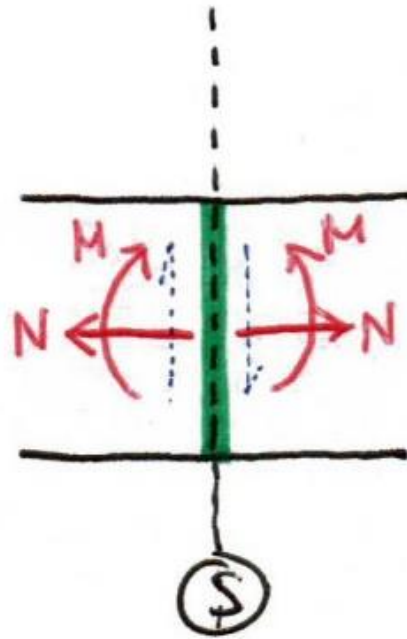
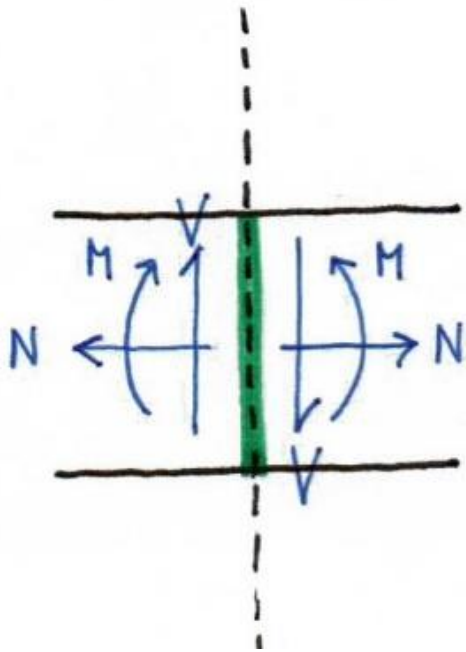


Solicitaciones **simétricas**: N y M

Solicitaciones **antimétricas**: V

## SOLICITACIONES EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

Por tanto, en las secciones situadas en el corte de una barra perpendicular al eje de simetría/antimetría con éste, las únicas solicitaciones que pueden aparecer en cada estructura son las correspondientes:

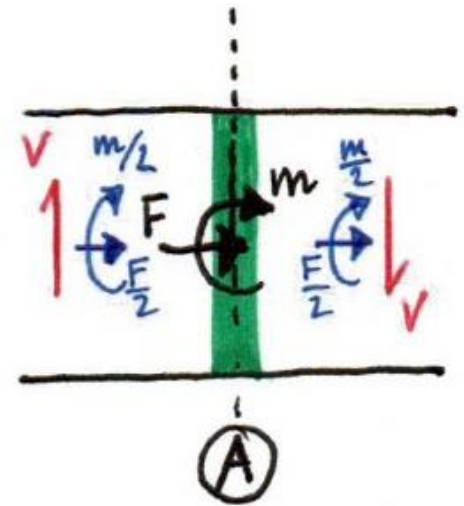
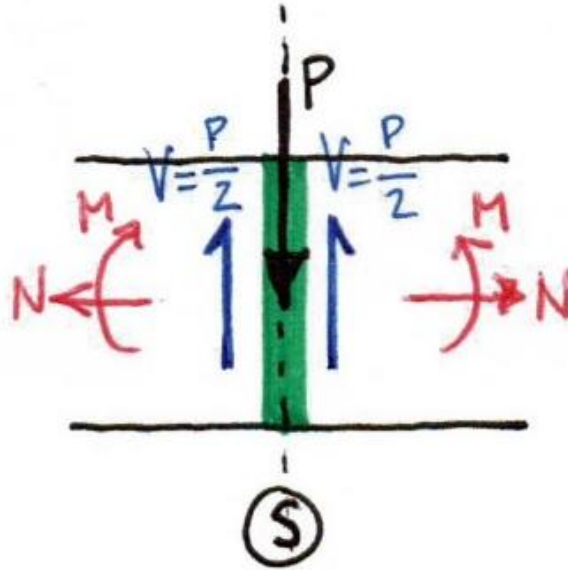
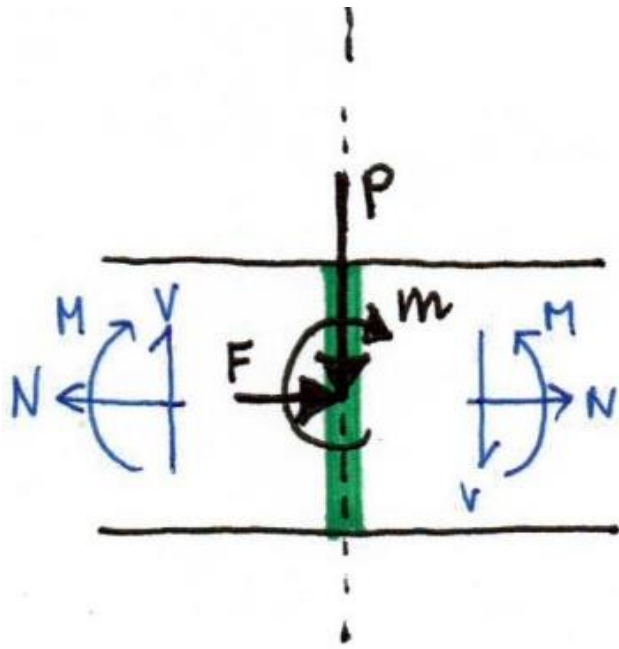


Estructuras **simétricas**: en el **corte** perpendicular con el eje, sólo **N y M**

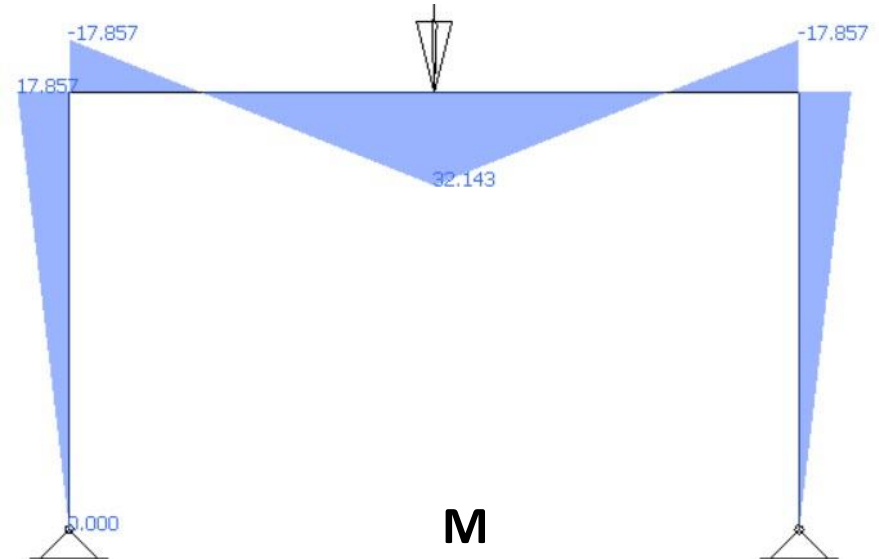
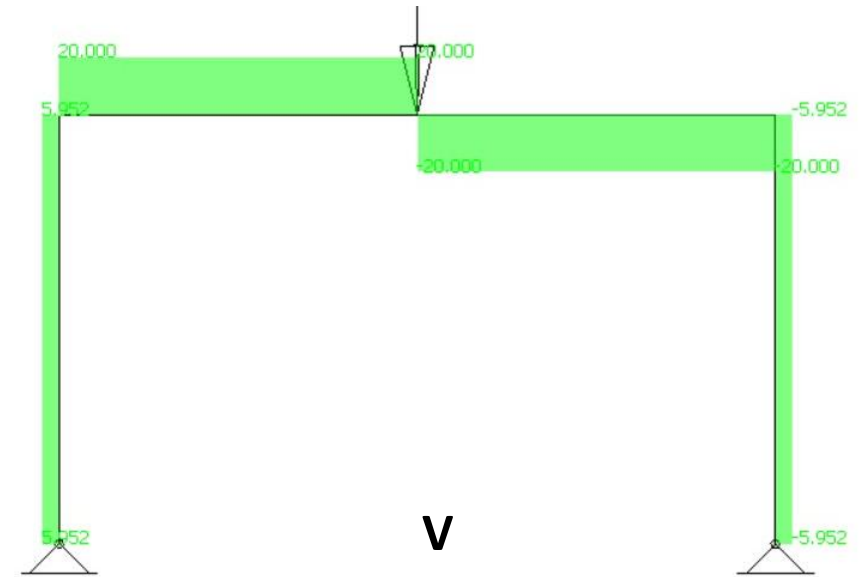
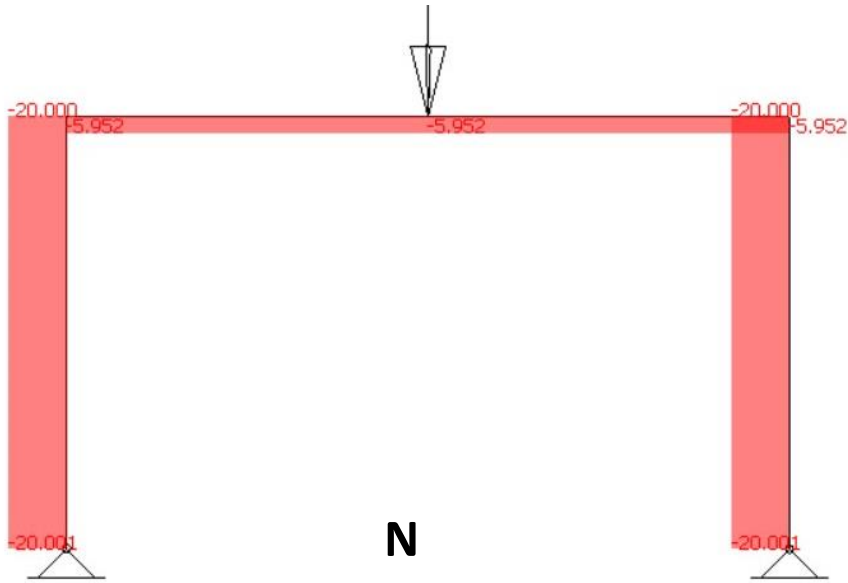
Estructuras **antisimétricas**: en el **corte** perpendicular con el eje, sólo **V**

## SOLICITACIONES EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

Sólo en el caso en el que haya una carga o momento directamente aplicado sobre dicha sección de corte con el eje, la/s solicitación/es restante/s tienen un valor igual a la mitad de las fuerzas aplicadas:

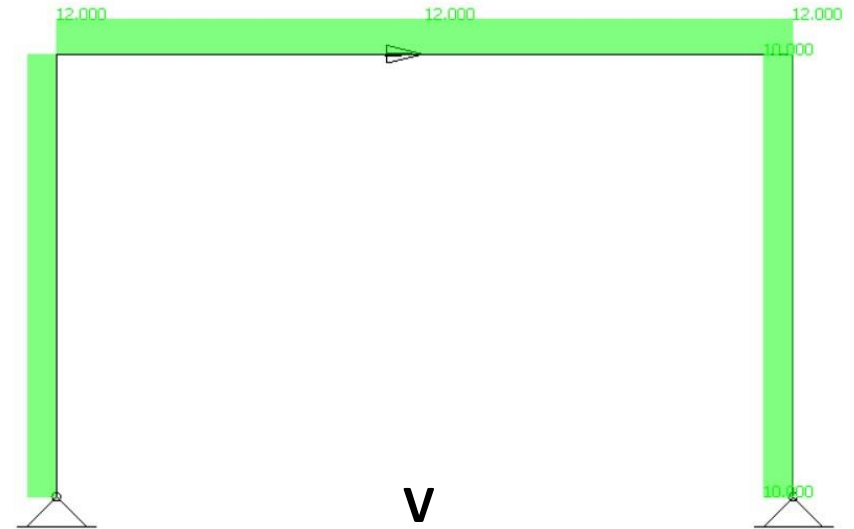
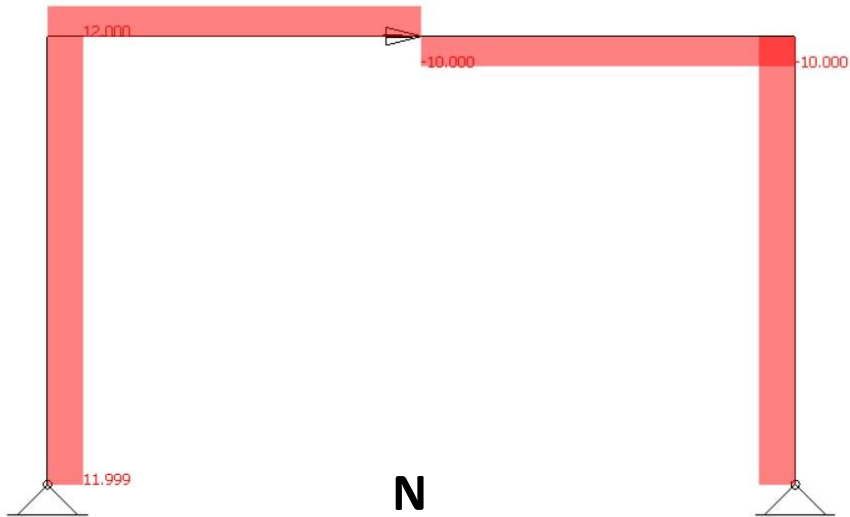


# SOLICITACIONES EN ESTRUCTURAS SIMÉTRICAS

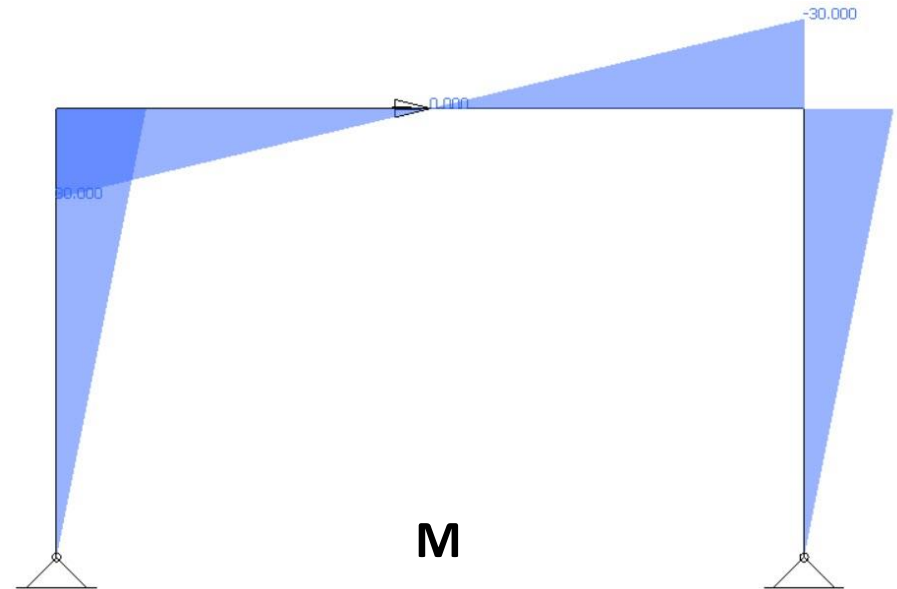


- N es **igual** a ambos lados
- V es **opuesto** a ambos lados
- M es **simétrico** a ambos lados (como la deformada)

# SOLICITACIONES EN ESTRUCTURAS ANTISIMÉTRICAS



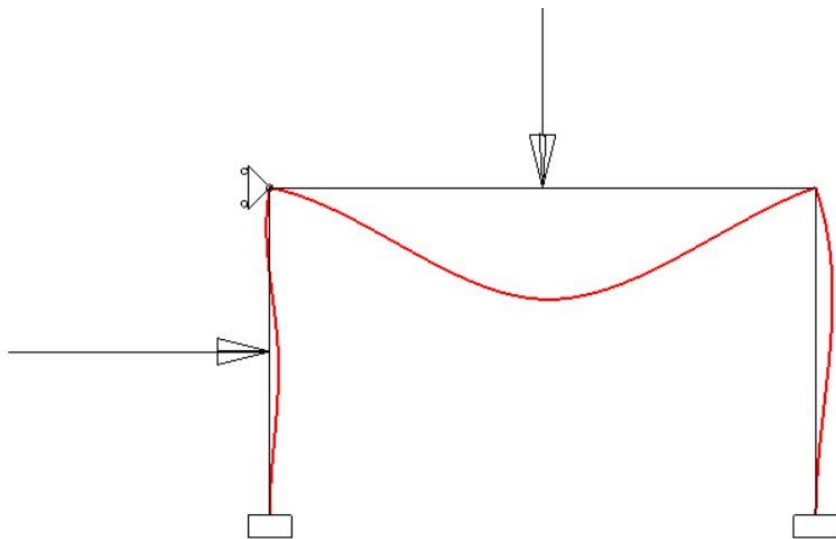
- N es **opuesto** a ambos lados
- V es **igual** a ambos lados
- M es **antisimétrico** a ambos lados (como la deformada)



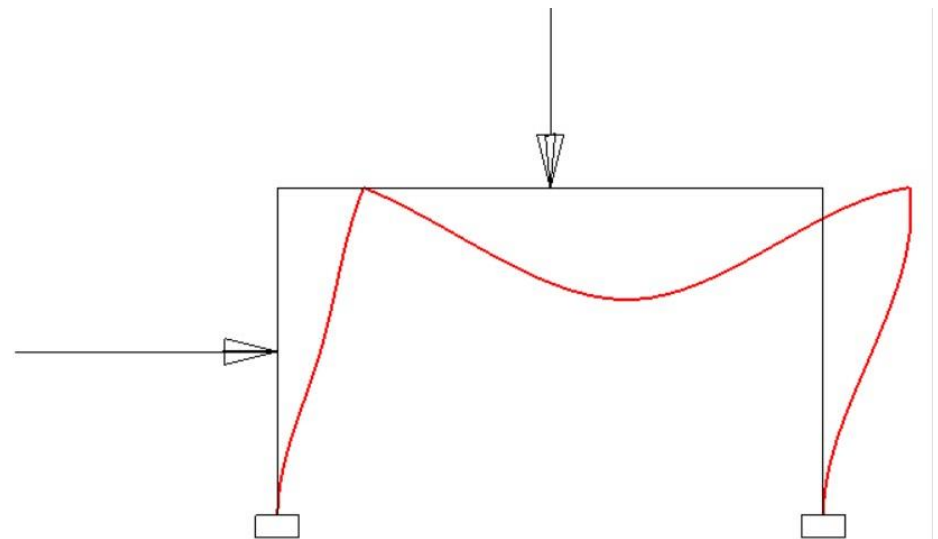
## (CONCEPTO PREVIO: TRASLACIONALIDAD)

Se asume **inextensibilidad** de barras, es decir, que la deformación axial de las barras es despreciable frente a la deformación flexional.

Una estructura es **traslacional** cuando sus **nudos pueden desplazarse** en un mismo sentido, e **intraslacional** en caso contrario. En estructuras intraslacionales, los nudos son **fijos**, es decir, **sólo pueden girar** (o en ocasiones muy particulares pueden desplazarse en sentidos opuestos)



Intraslacional

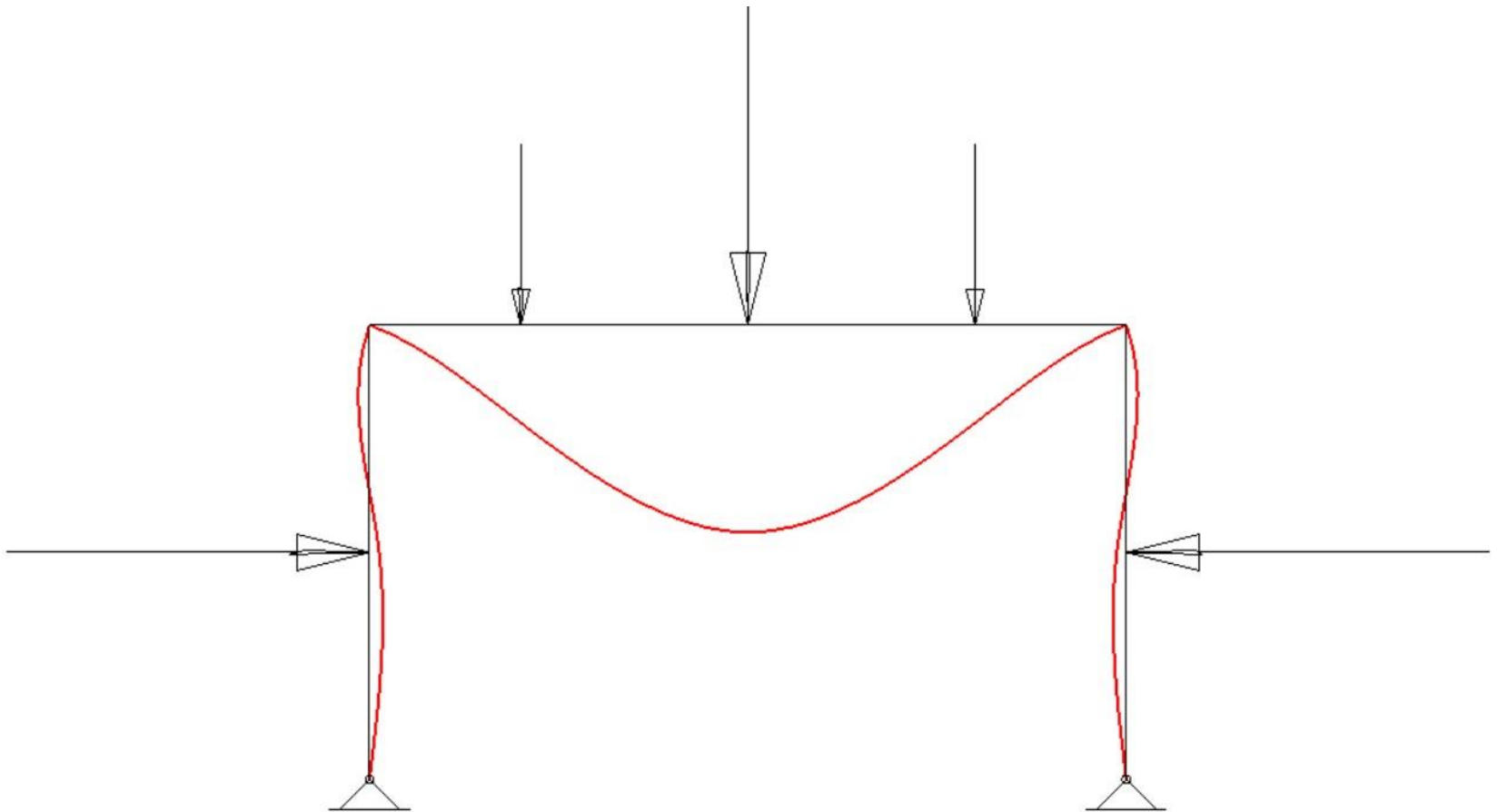


Traslacional



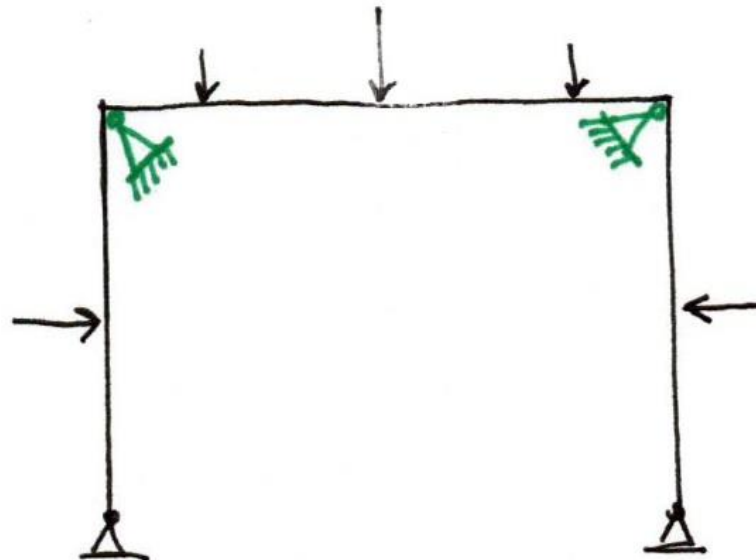
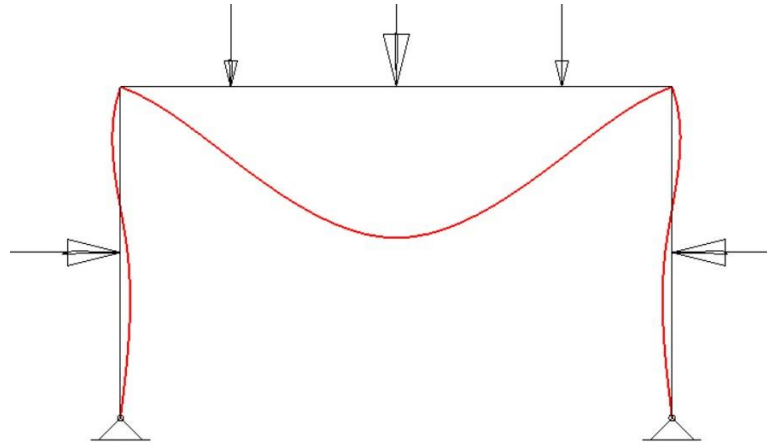
## TRASLACIONALIDAD EN ESTRUCTURAS SIMÉTRICAS

Las estructuras **simétricas** son **intraslacionales**, pues si dos nudos en posiciones simétricas tuvieran desplazamiento, lo deberían hacer de manera simétrica, y esto es imposible asumiendo inextensibilidad de barras en la mayoría de los casos:



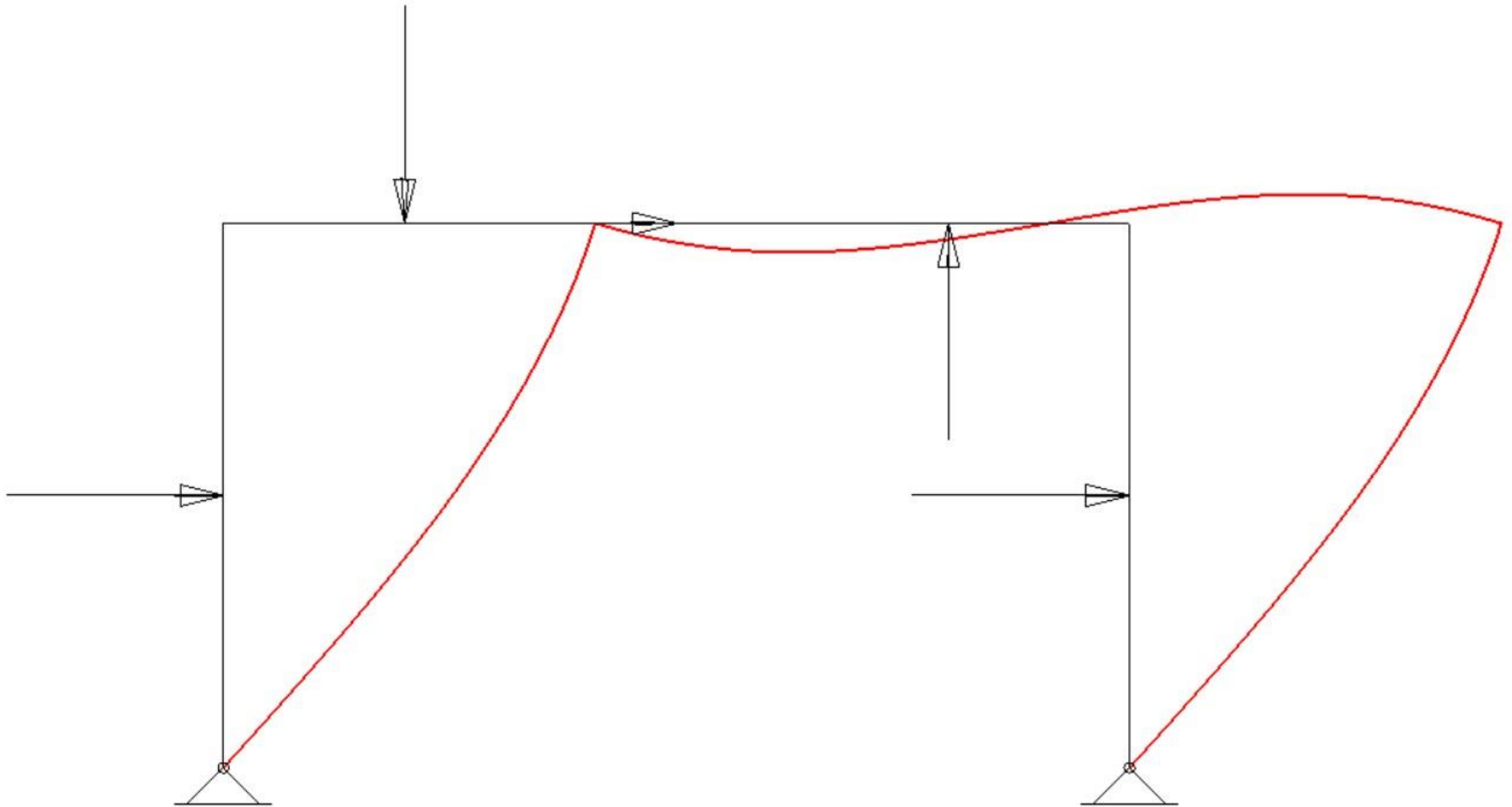
# TRASLACIONALIDAD EN ESTRUCTURAS SIMÉTRICAS

Por tanto, se puede colocar un apoyo articulado en cada nudo sin que el comportamiento estructural cambie:



# TRASLACIONALIDAD EN ESTRUCTURAS ANTIMÉTRICAS

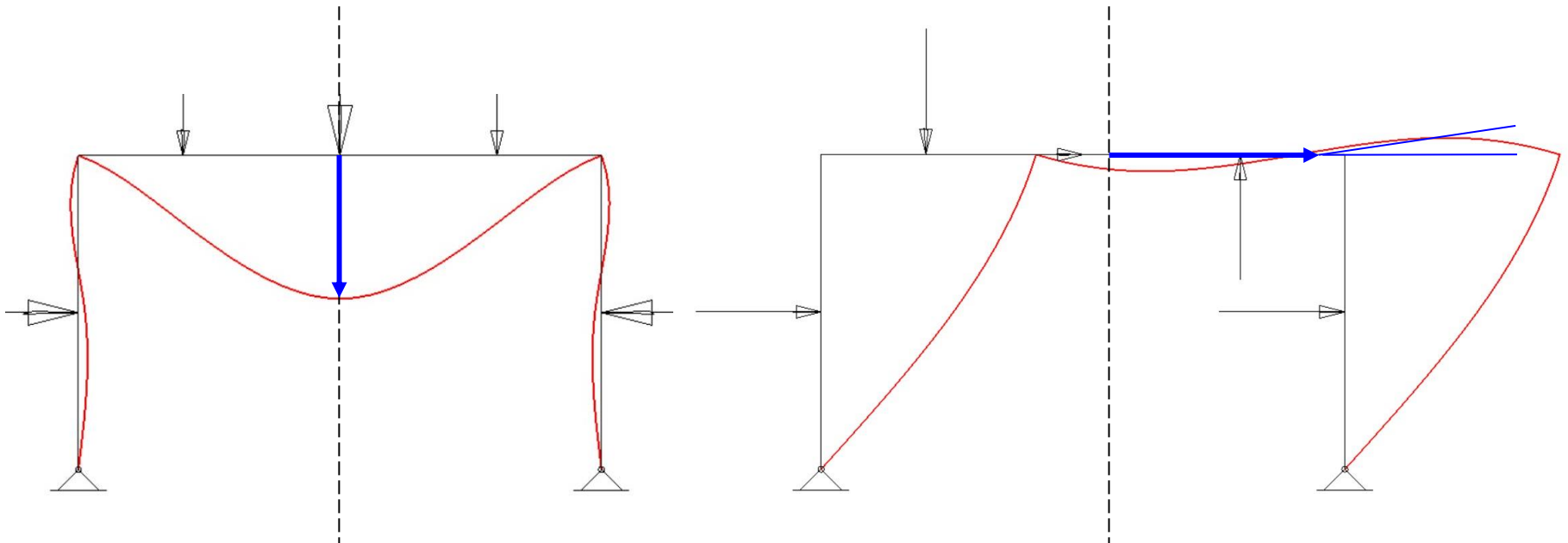
Por el contrario, las estructuras **antimétricas** son **traslacionales**:



## MOVIMIENTOS EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

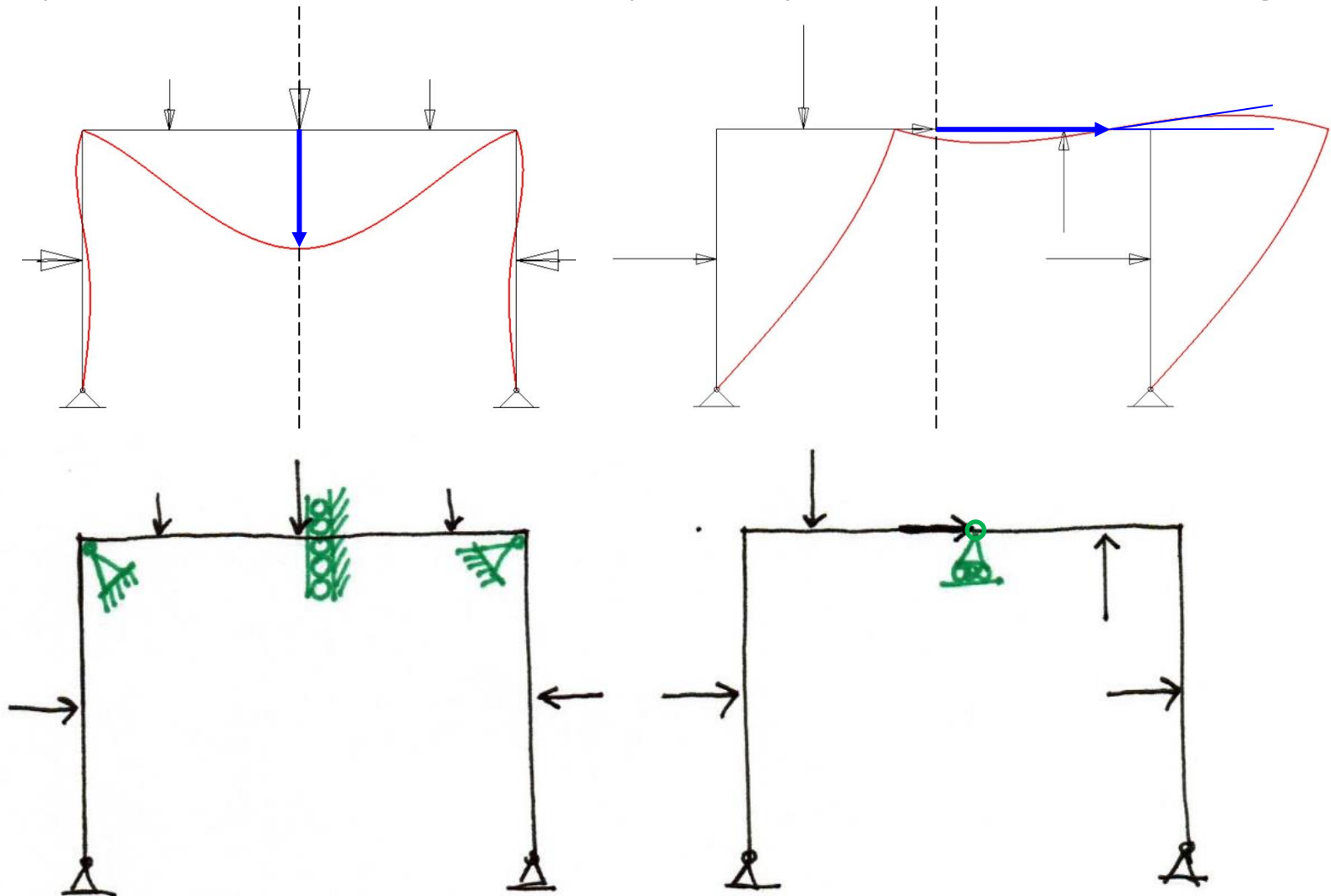
En estructuras **simétricas**, los **puntos de corte con el eje sólo pueden desplazarse en la dirección del eje**, puesto que es el único movimiento posible que es simétrico de sí mismo.

Viceversa para estructuras **antimétricas**: los puntos de corte pueden desplazarse en perpendicular y girar, pero **no desplazarse en la dirección del eje**, puesto que para ser antisimétrico el punto debería desplazarse en sentidos opuestos a la vez.



# MOVIMIENTOS EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

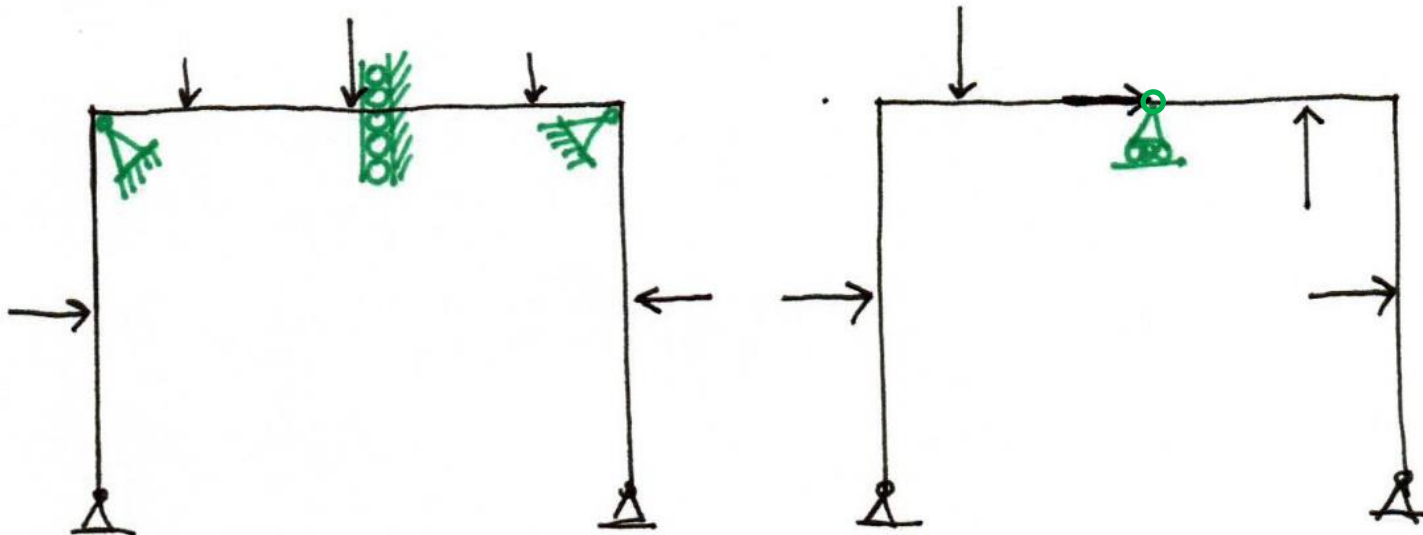
Por tanto, se puede añadir (si interesa) en dichos puntos de corte el apoyo correspondiente a los movimientos impedidos por las condiciones de carga:



## MOVIMIENTOS EN EL EJE DE SIMETRÍA/ANTIMETRÍA

Como consecuencia, se pueden analizar los pórticos resultantes de añadir apoyos como otras estructuras de resolución conocida:

- Pórtico simétrico: como **viga continua** o como **matricial intraslacional**
- Pórtico antimétrico: como **dos pescantes biapoyados**

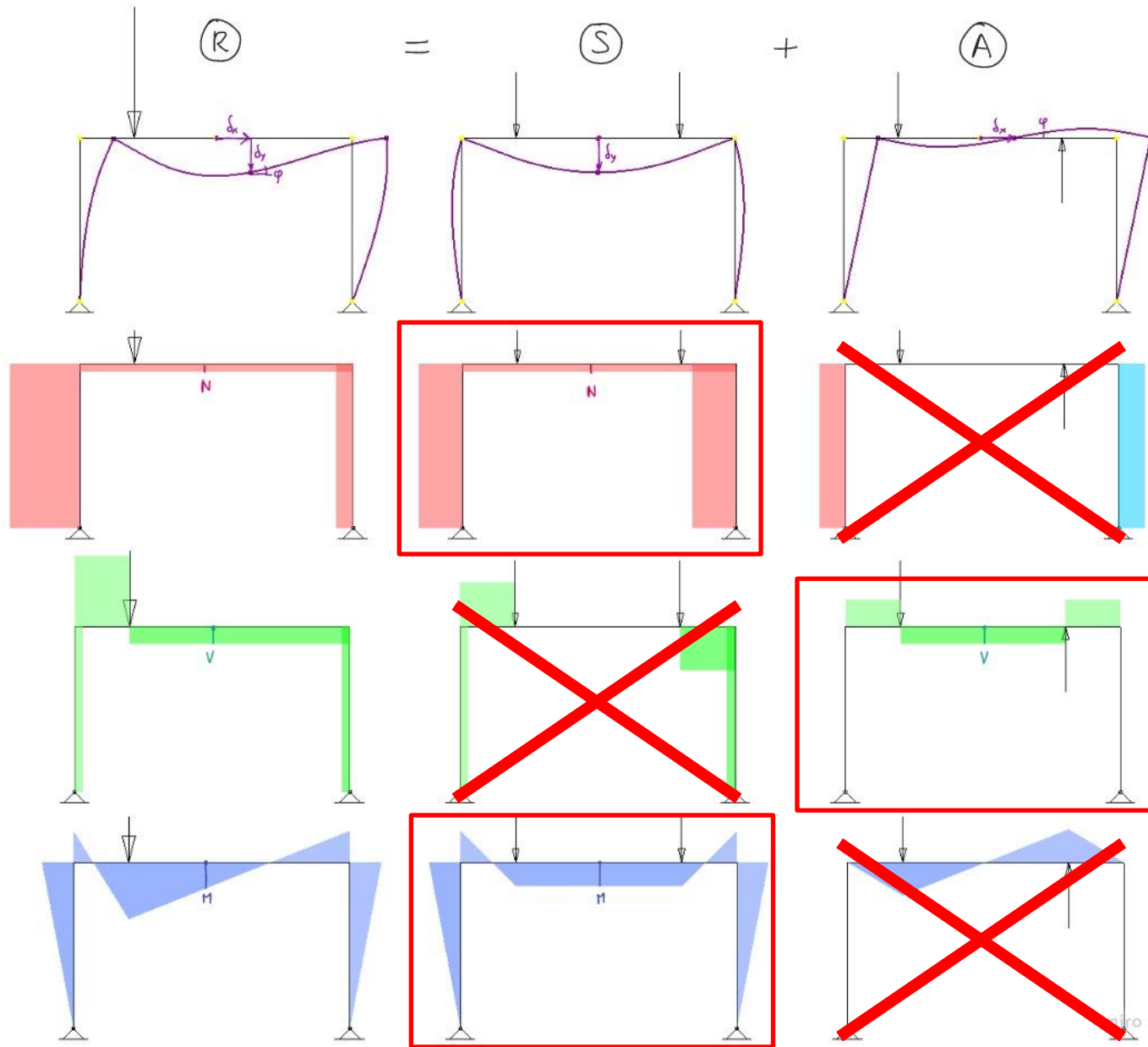


## RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS

Una estructura simétrica de forma (geometría y apoyos) pero no de carga, donde se pide un valor de sollicitación (axil  $N$ , cortante  $V$  o momento flector  $M$ ) o de movimiento (desplazamiento horizontal  $\delta_x$ , vertical  $\delta_y$  o giro  $\varphi$ ) en un punto situado sobre el eje de simetría, se resuelve como sigue:

- 1) Se descompone en simétrica y antimétrica
- 2) En el punto de interés, el valor buscado en la estructura real es la suma de los valores correspondientes a los dos estados. Basta localizar en qué estado (simétrico o antimétrico) dicho valor es nulo, y por tanto el valor real coincide con el valor en el estado restante. Típicamente se tiene un pórtico con un eje de simetría vertical y se requiere, en el punto medio de la viga uno de estos datos:
  - **$N, M, \delta_y \rightarrow$  Estado simétrico**, puesto que en el antimétrico esos tres valores son nulos.
  - **$V, \delta_x, \varphi \rightarrow$  Estado antimétrico**, puesto que en el simétrico esos tres valores son nulos.

# RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS





# RESUMEN

|                       |  | Simetría  | Antimetría   |
|-----------------------|--|---|--|
| <b>Cargas</b>         | Cargas<br>Cargas en eje                            | $\cdot \downarrow \cdot$ eje<br>↓                               | $\cdot \downarrow \cdot$ eje + $\cdot \downarrow \cdot$ punto-barra<br>↻ → |
| <b>Solicitaciones</b> | N  | =   | -  |
|                       | V  | -   | =  |
|                       | M  | Simétrico   | Antimétrico  |
|                       | N en eje   | ?   | 0 (F/2)  |
|                       | M en eje   | ?   | 0 (m/2)  |
|                       | V en eje   | 0 (P/2)   | ?  |
| <b>Movimientos</b>    | Traslacionalidad<br>Movimiento en eje<br>Deformada | Intraslacional ( $\Delta$ )<br>↓ ( $\mathcal{B}$ )<br>Simétrica | Traslacional<br>↻ → ( $\Delta$ )<br>Antimétrica                            |