



**DAMPO**

# Consideraciones de análisis y diseño

Dr. Héctor Guerrero



## 2. Consideraciones de Análisis y Diseño

2

- Consideraciones generales
- Rigidez efectiva y resistencia
- Tipos de Conexiones
- Consideraciones de diseño
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Acero, y
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo



## 2.1 Consideraciones generales

Los CRPs se diseñan, prueban y detallan para acomodar deformaciones axiales que resulten de la mayor de las siguientes:

1. Dos veces la distorsión de entrepiso máxima
2. Una distorsión de entrepiso de 2%



## 2.1 Consideraciones generales

Es conveniente que los Marcos Rígidos equipados con CRPs (MCRPs), se ubiquen de manera simétrica para evitar torsión.



## 2.1 Consideraciones generales

Se debe verificar que los diafragmas de piso transmitan las fuerzas a los CRPs.



## 2.1 Consideraciones generales

Para viento, los CRPs deben permanecer elásticos.



## 2.1 Consideraciones generales

Se recomienda un ángulo de inclinación de  $30^\circ$  a  $60^\circ$  para los CRPs.



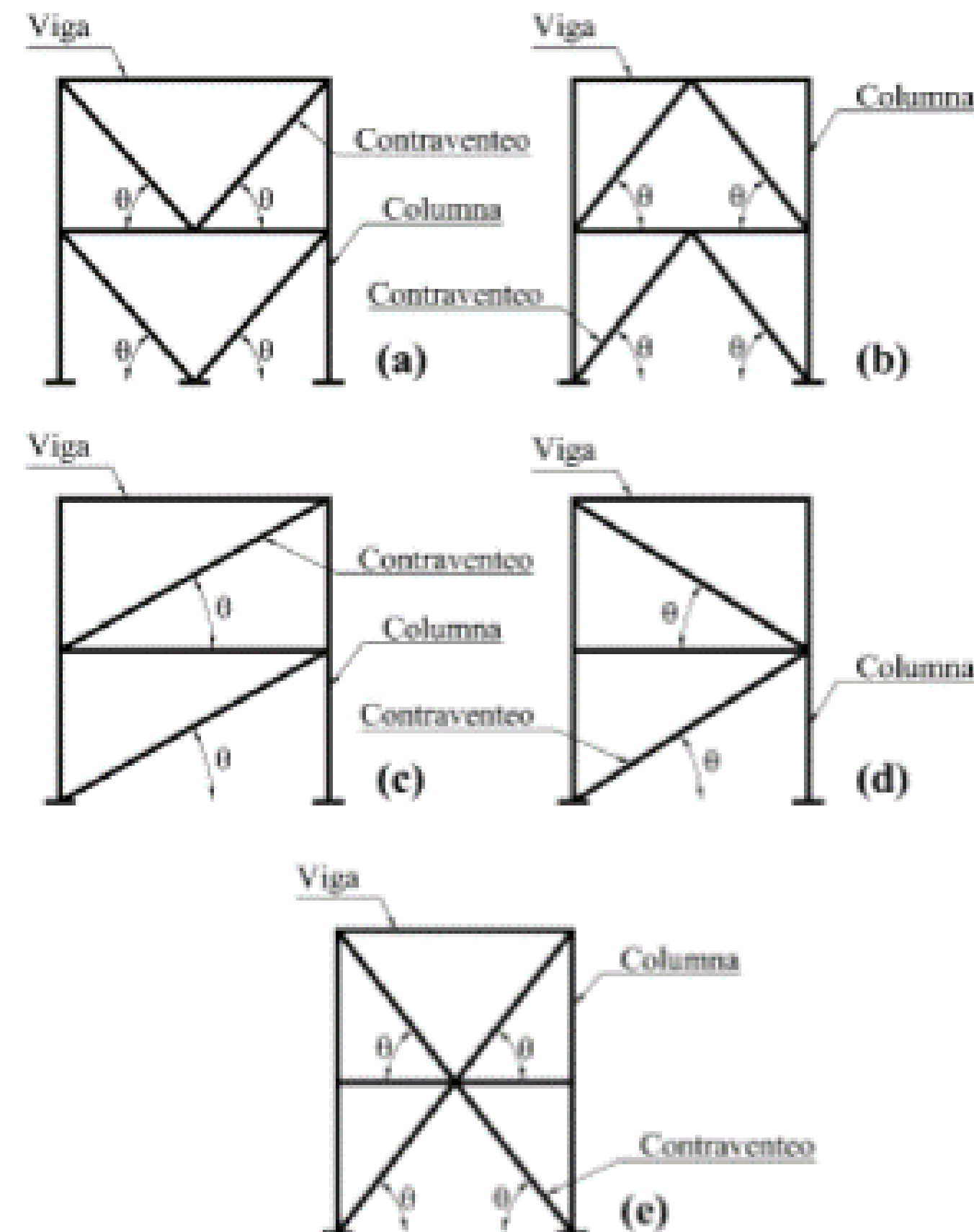
## 2.1 Consideraciones generales

Debido a que su capacidad es casi simétrica, no es necesario que los CRPs se coloquen alternadamente para que unos trabajen en tensión y otros en compresión.





## 2.1 Consideraciones generales



*Figura 12.3.10. Configuraciones permitidas de contraventeos concéntricos restringidos contra el vandeo: a) en V; b) en V invertida; c) y d), en diagonal sencilla; e) en X en dos niveles*



## 2.1 Consideraciones generales

### *Elementos mecánicos en CRPs*

Se obtienen de un modelo elástico en 3D (estático o dinámico). Considerar dos componentes sísmicas ortogonales. Sólo para CRPs, las combinaciones no deben incluir cargas gravitacionales.



## 2.1 Consideraciones generales

### *Elementos mecánicos en columnas*

- a. De un modelo elástico en 3D que combine 2 componentes de sismo mas cargas gravitacionales.
- b. De un análisis por capacidad que considere que todos los CRPs del marco fluyen y alcanzan su capacidad máx.



## 2.1 Consideraciones generales

### *Elementos mecánicos en trabes*

- a. Modelo elástico en 3D combinando dos componentes sísmicas más la carga gravitacional. Considera diafragma rígido o semi-rígido, según corresponda. Calcular de manera independiente las cargas axiales en trabes producidas por los CRPs e incluirlas en el diseño.
- b. Análisis por capacidad que considere que todos los CRPs fluyen y alcanzan su capacidad máxima. Considerar cargas axiales producidas por los CRPs. Considerar efectos de cargas gravitacionales en dirección transversal. En configuraciones V o Chevron, considerar cortantes y momentos producidos por los CRPs.



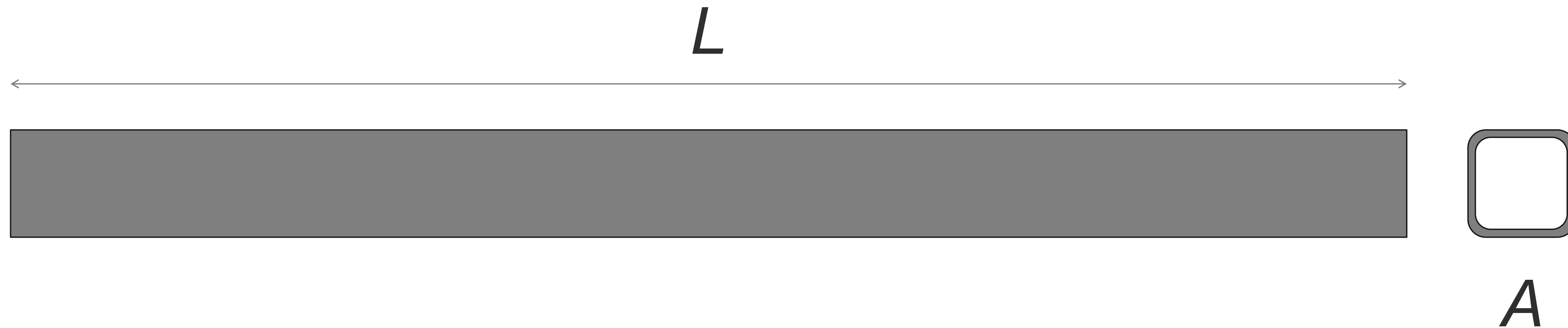
## 2.1 Consideraciones generales

### *Análisis dinámicos no lineales*

Será posible no considerar los elementos mecánicos en trabes y columnas si se comprueba, mediante análisis dinámicos no lineales, que el sistema tiene capacidad de deformarse concentrando la no linealidad en los CRPs mayormente, y que el posible comportamiento no lineal de los elementos de soporte no comprometa la estabilidad de la estructura.



# Rigidez efectiva

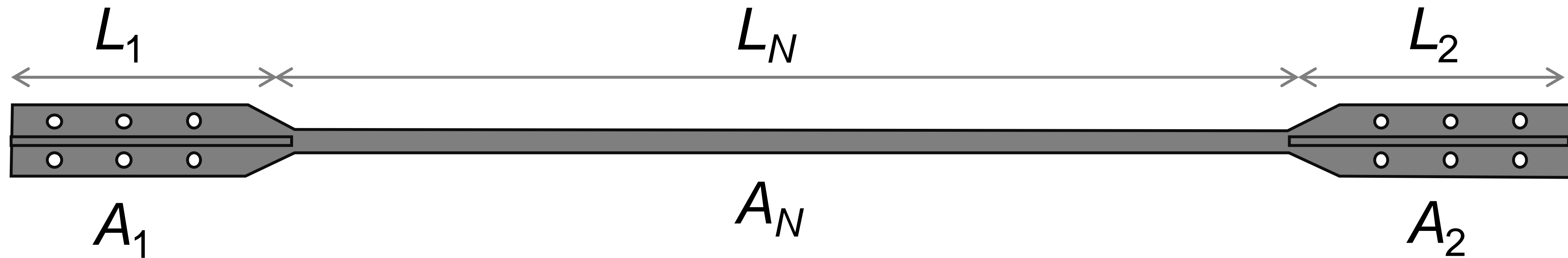


$$P = K_{conv} u;$$

$$K_{conv} = \frac{EA}{L}$$



# Rigidez efectiva



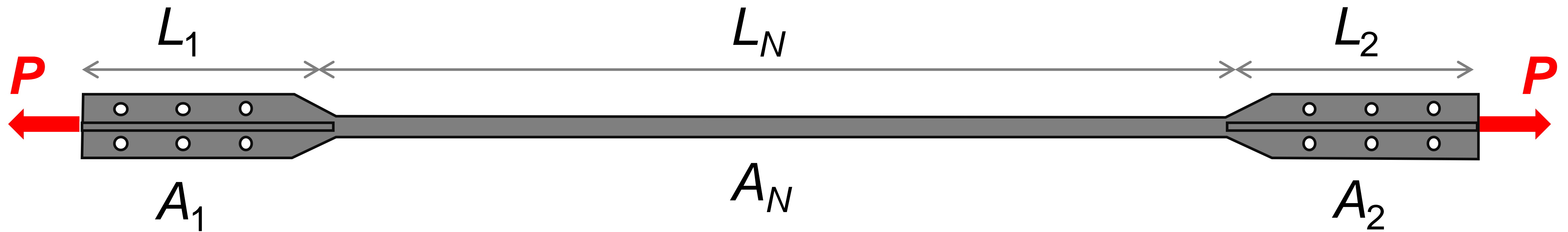
$$P = K_{CRP} u; \quad K_{CRP} = ???$$

$$K_{CRP} = f_k K_{cv} = f_k \frac{EA_N}{L}$$

Hacer ejemplo...



## Resistencia esperada



$$P_{ye} = f_{ye} A_N \approx 1.1 f_y A_N$$

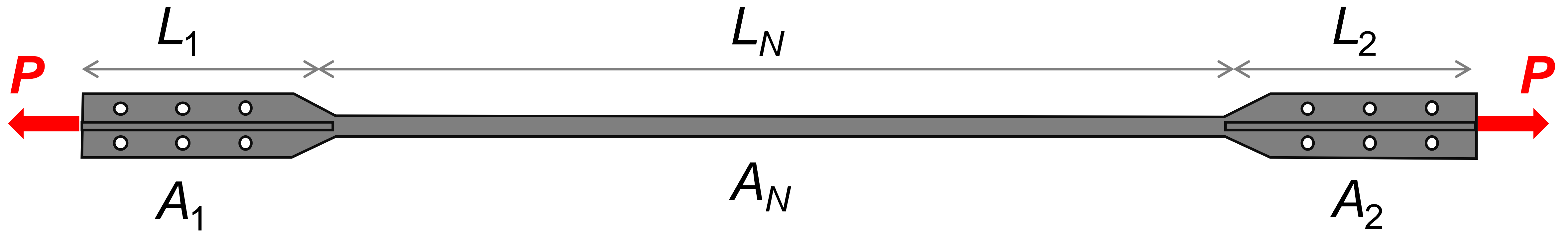
Hacer ejemplo...

**DAMPO**





# Resistencia nominal



$$\phi T_R = \phi C_R = \phi A_N f_{yMIN}$$

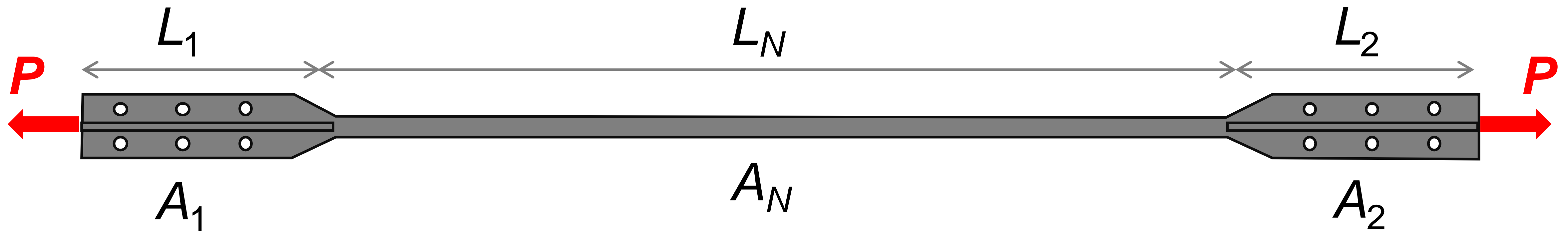
$$\phi = 0.9$$

Hacer ejemplo...

**DAMPO**



# Resistencia última



$$T_{MAX} = \omega A_N f_{yMAX}$$

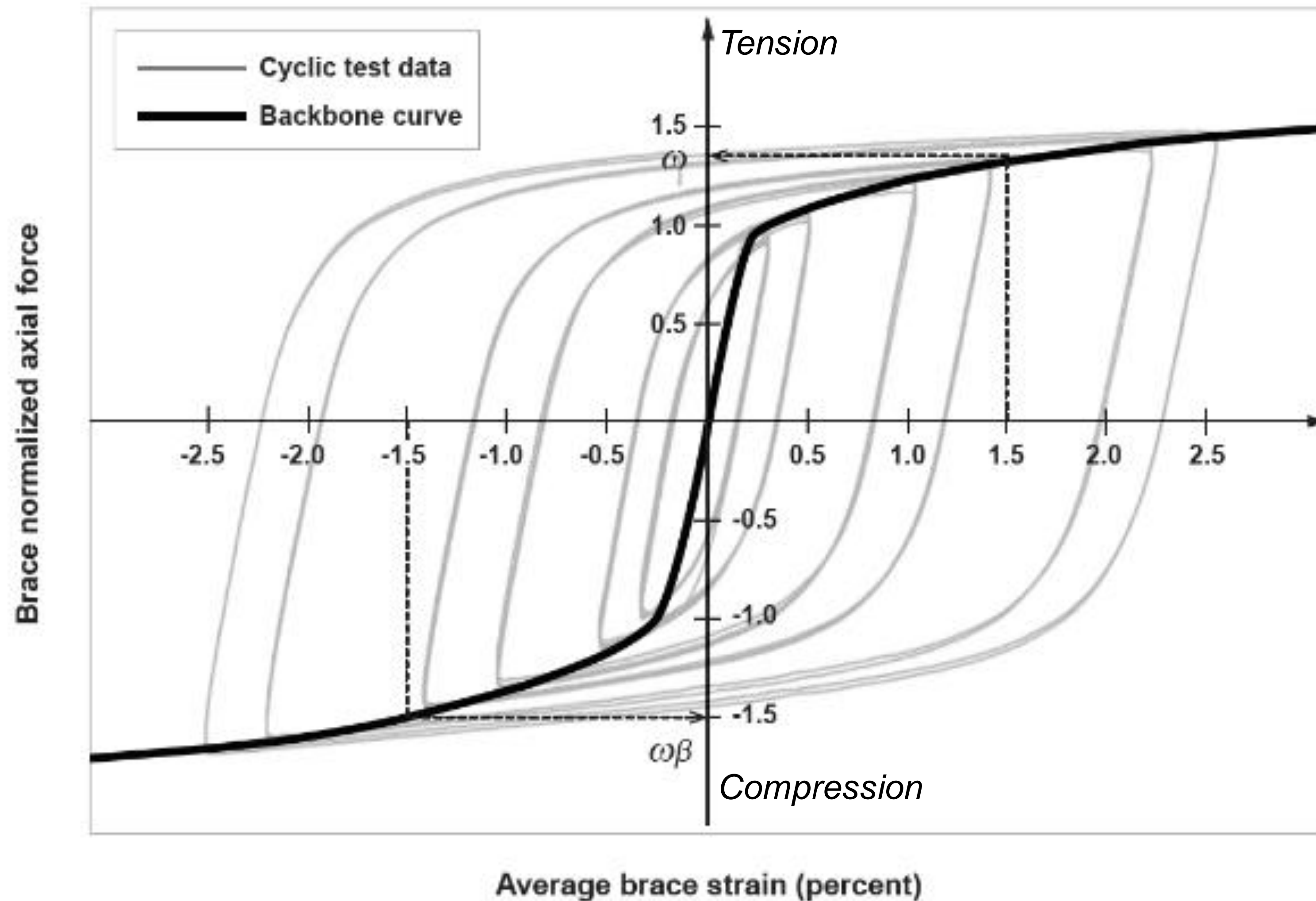
$$C_{MAX} = \beta \omega A_N f_{yMAX}$$

Hacer ejemplo...

**DAMPO**



## Valores de $\omega$ y $\beta$ :



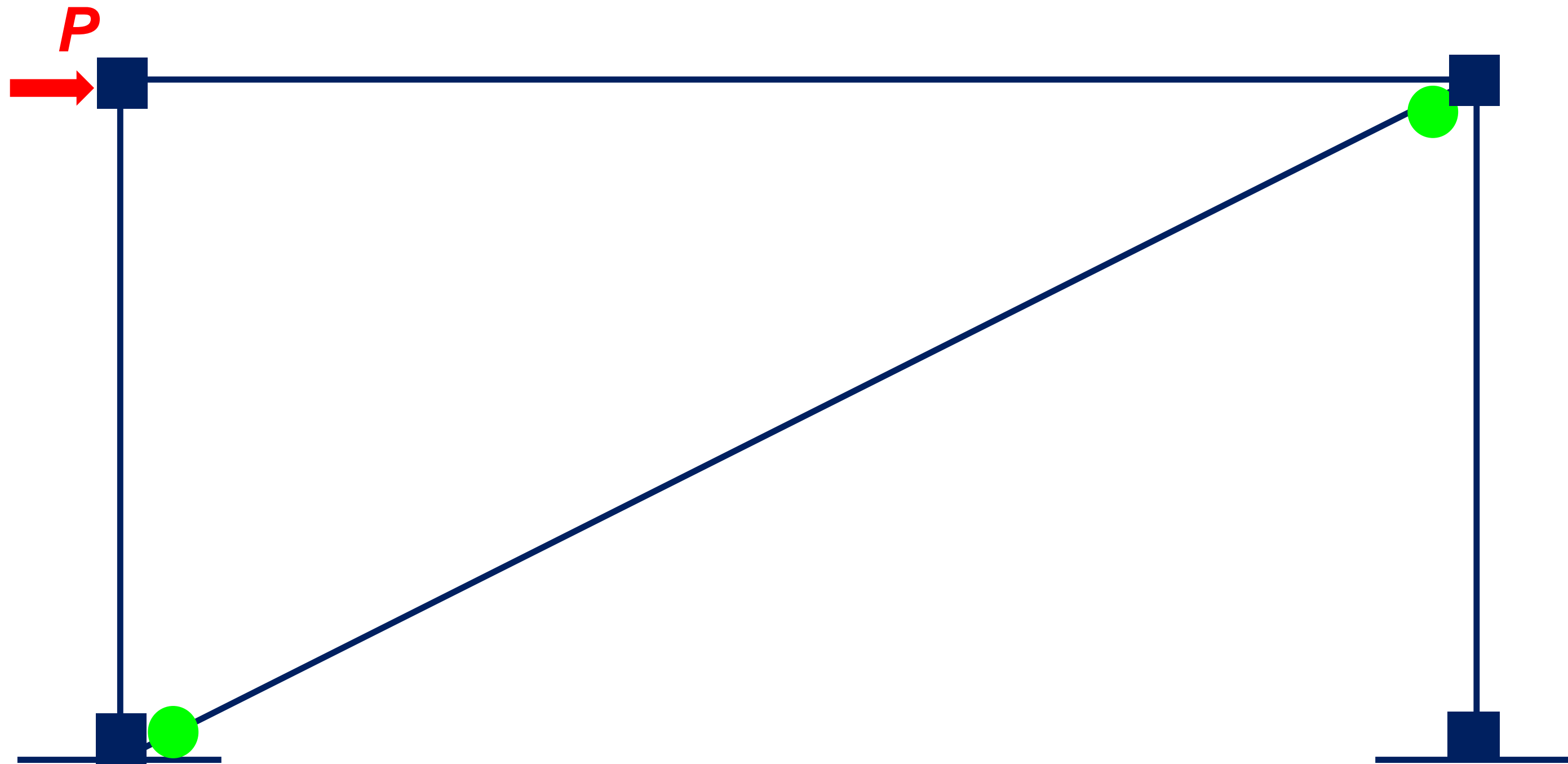
*Sobrerresistencia:*

1.  $f_y$  mayor
2. *Endurecimiento*
3. *Fricción con funda*
4. *Efecto Poisson*

Kersting et al., 2015

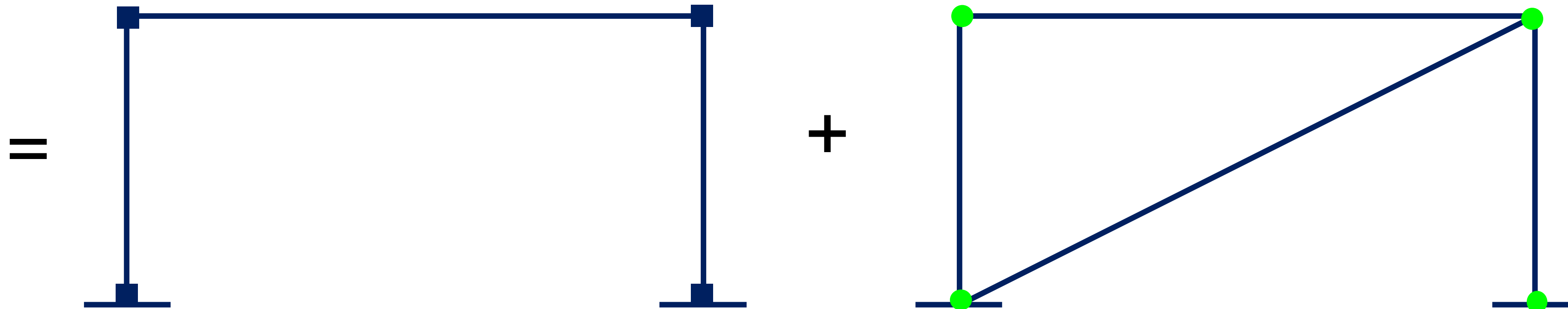
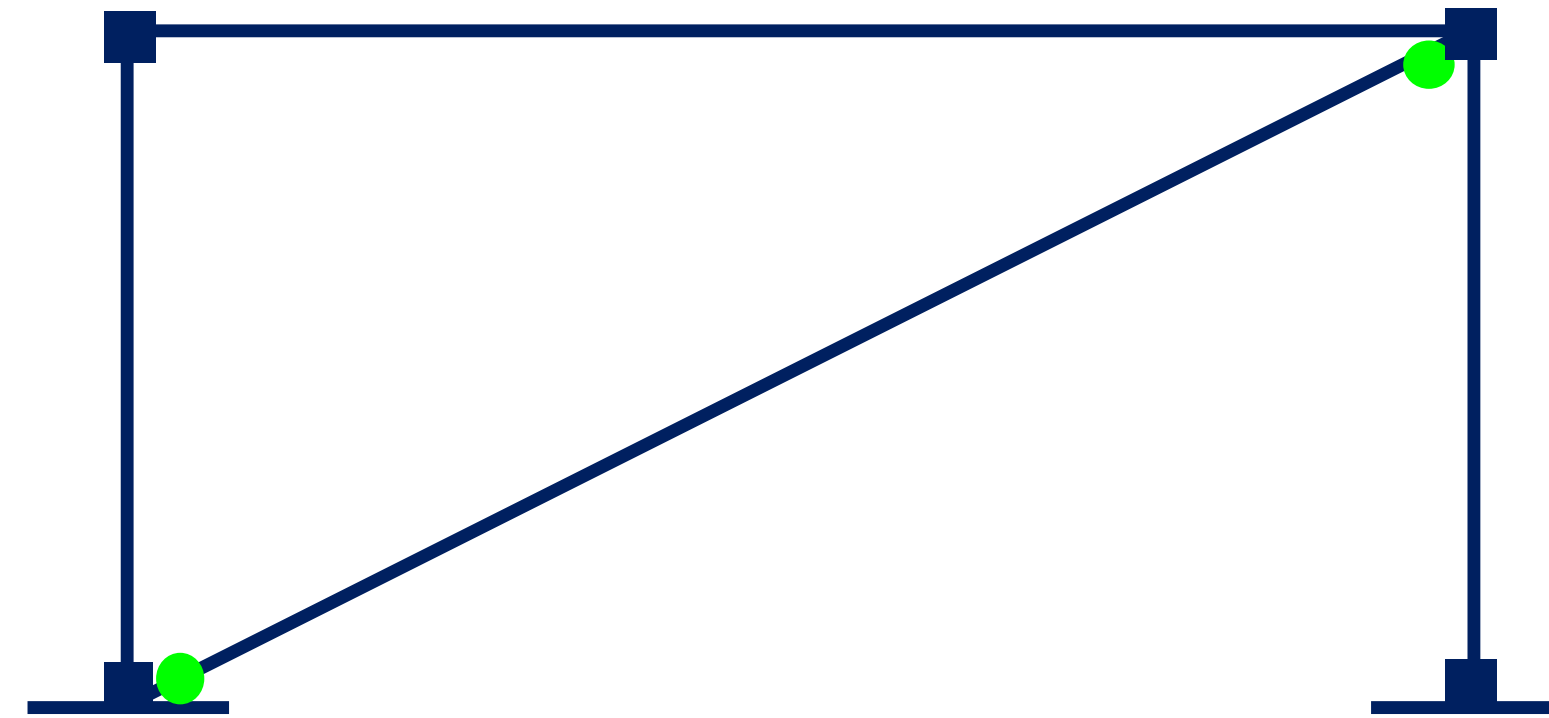


# Contribución a las estructuras





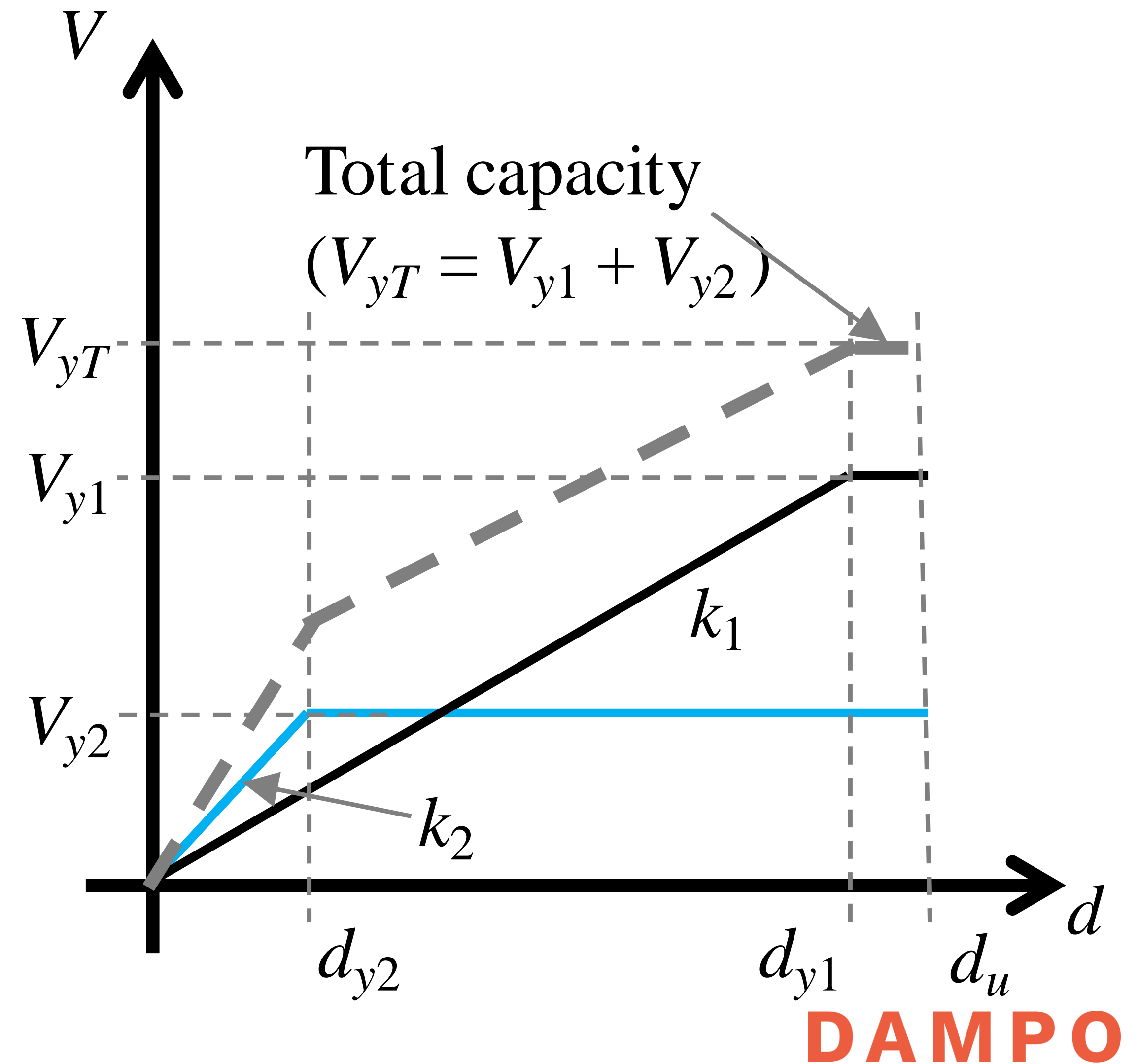
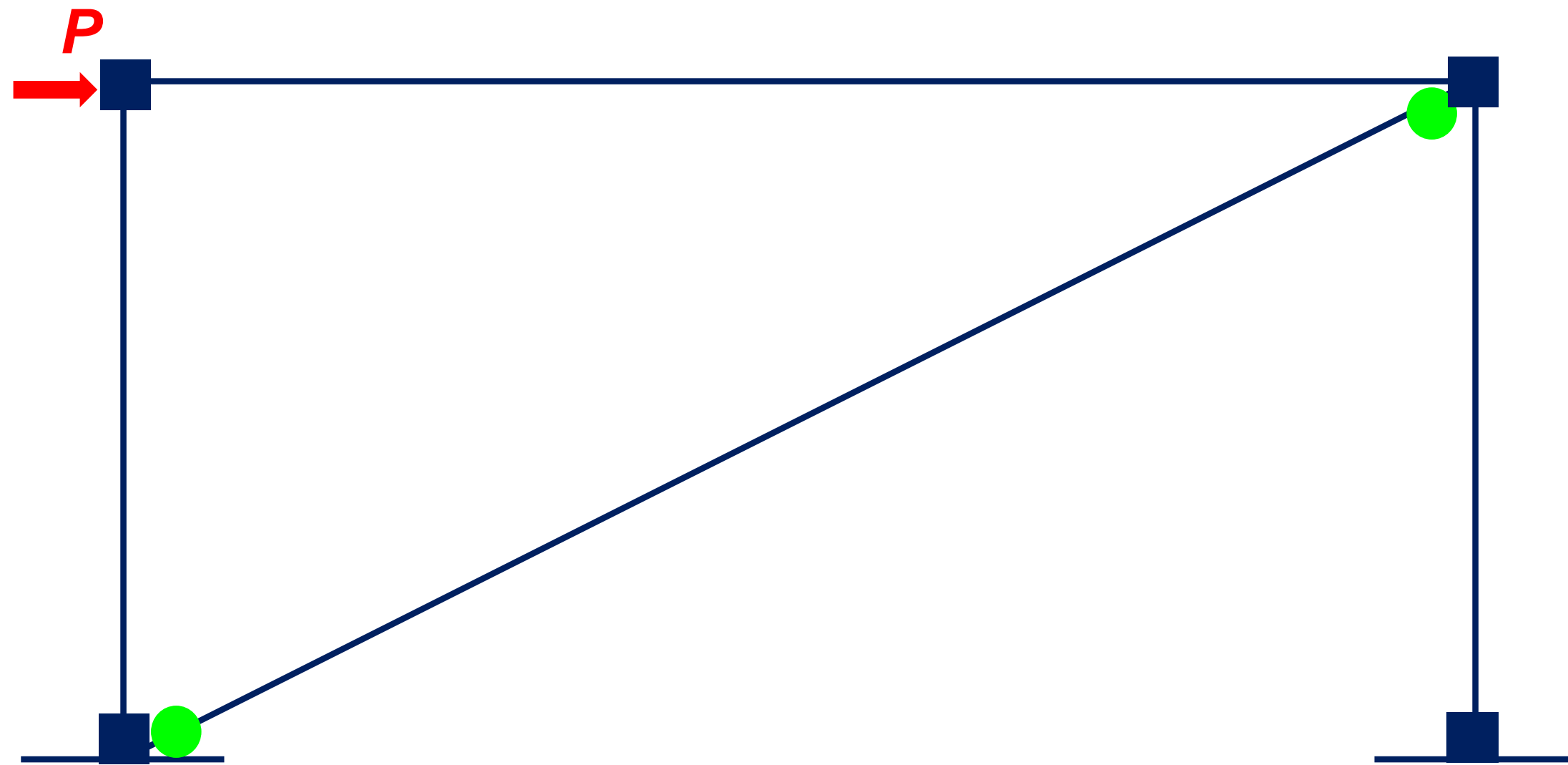
# Contribución a las estructuras



**DAMPO**

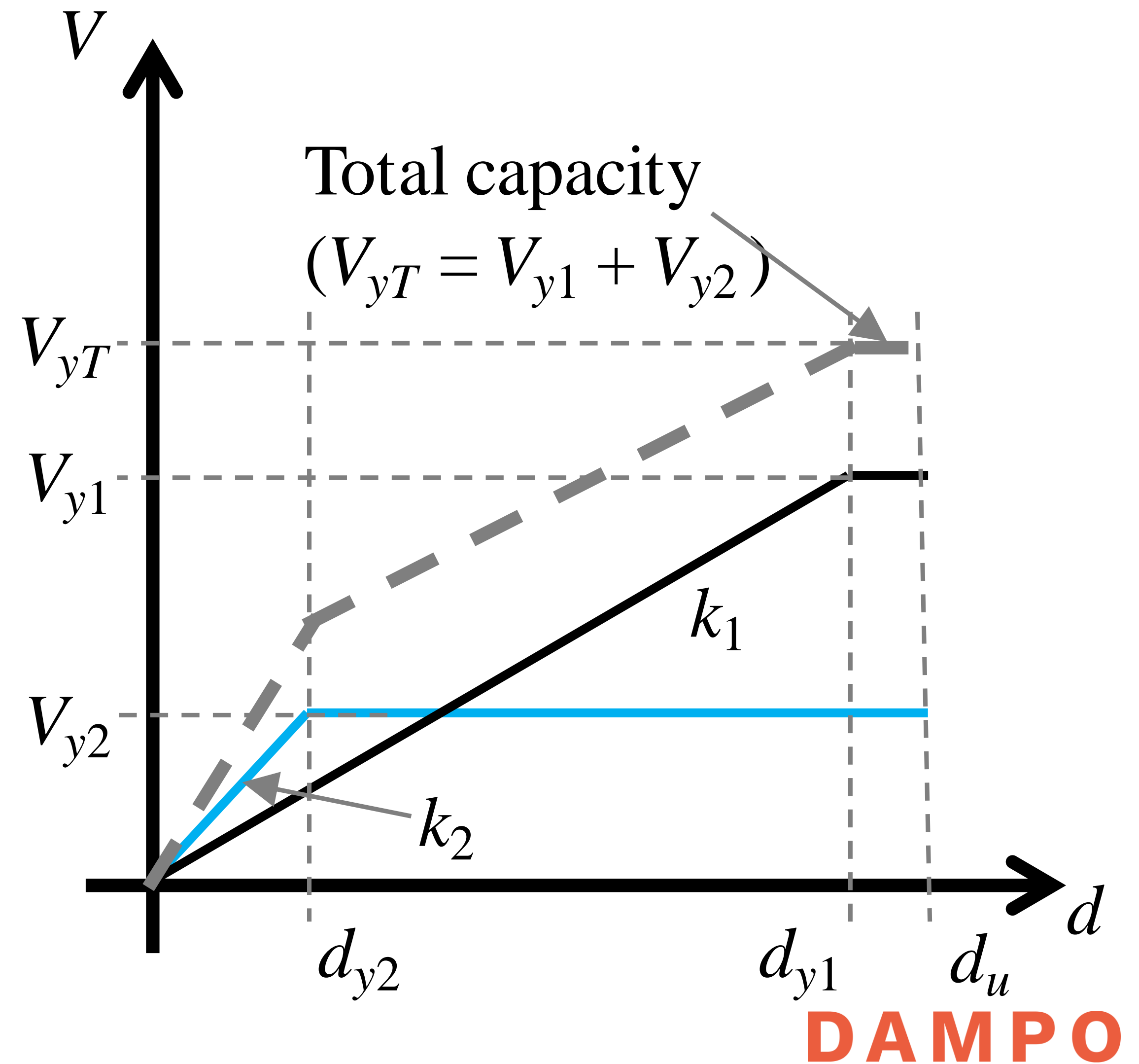
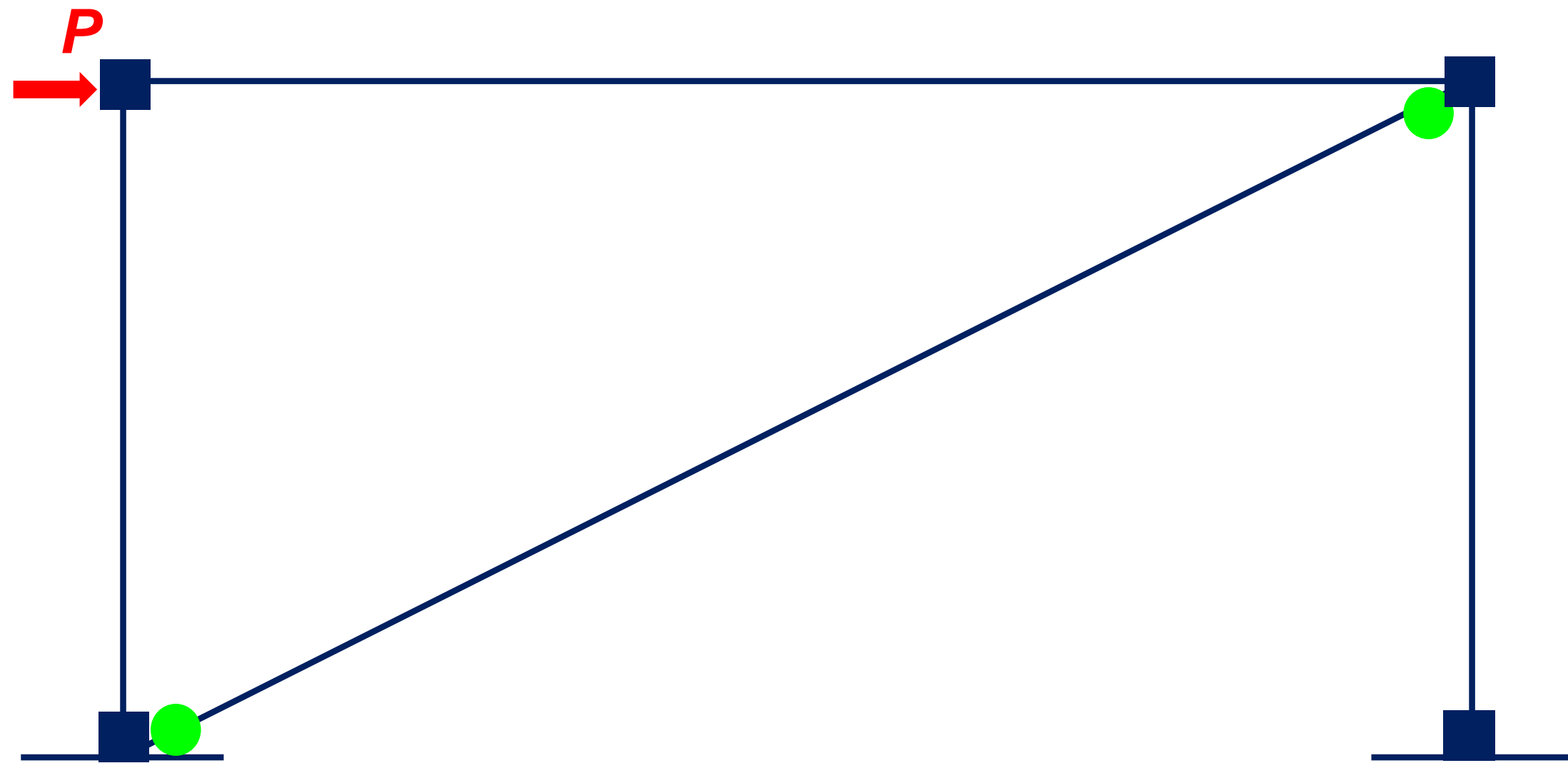


# Contribución a las estructuras



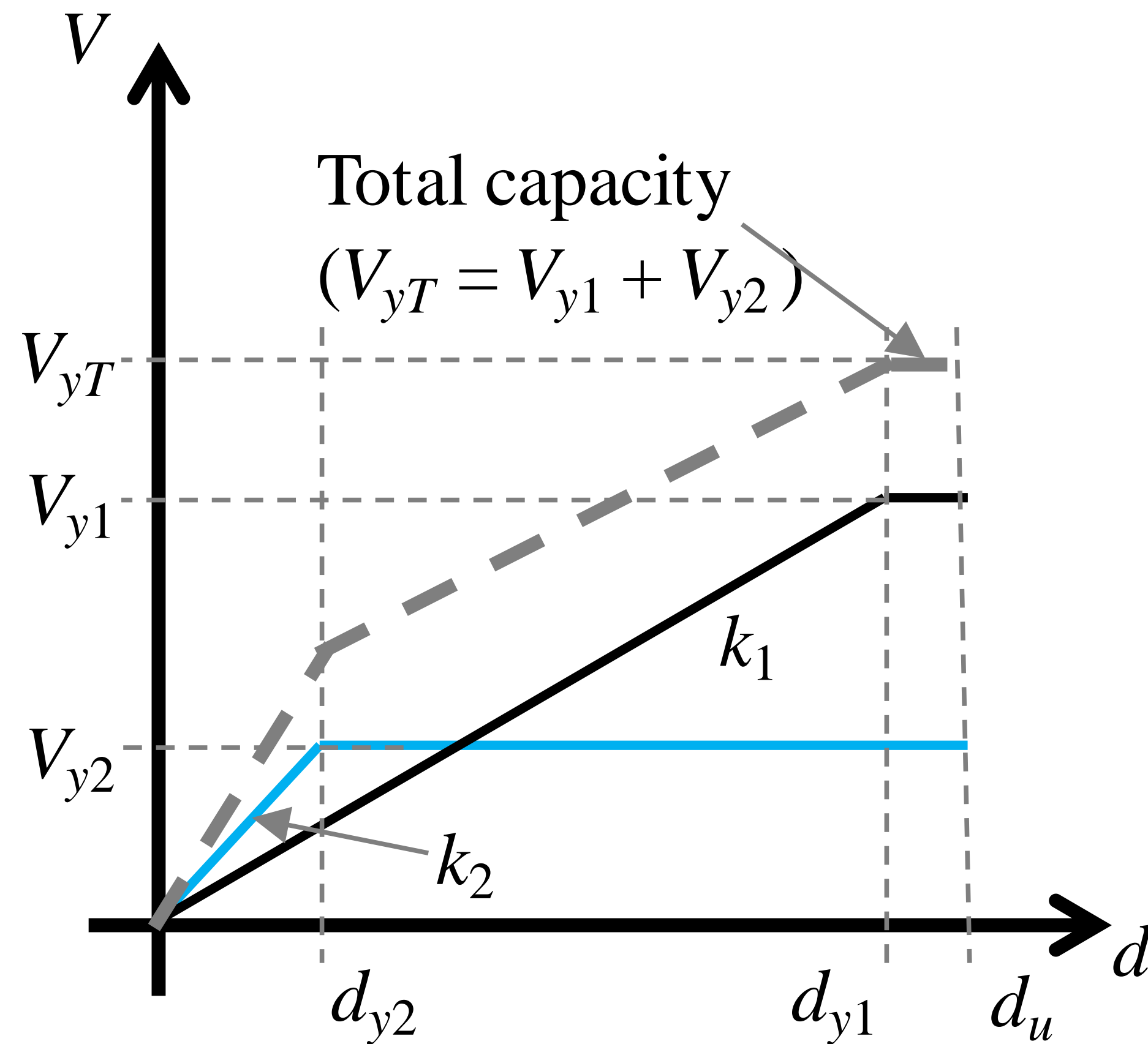


# Contribución a las estructuras





# Contribución a las estructuras



$$F_{total} = F_{marco} + F_{CRP}$$

$$K_{Ltotal} = K_{L\_marco} + K_{L\_CRP}$$

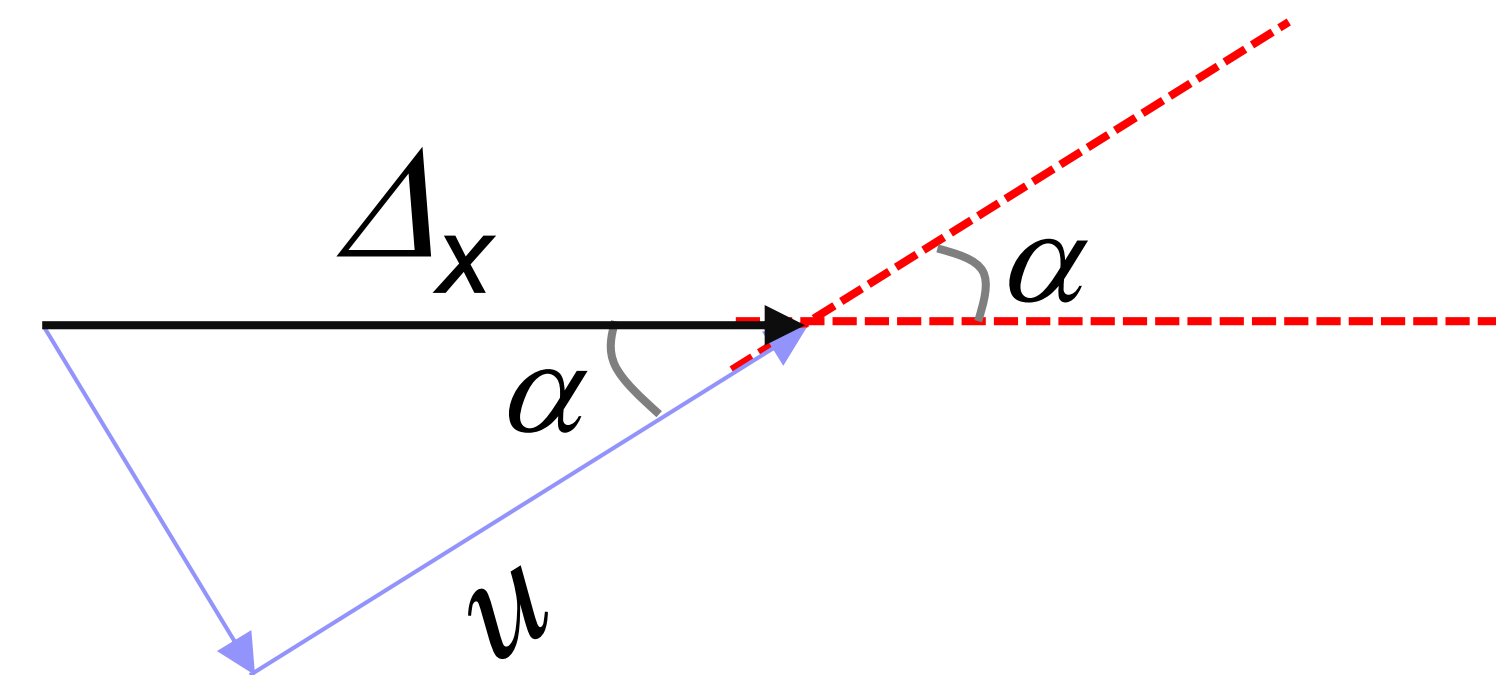
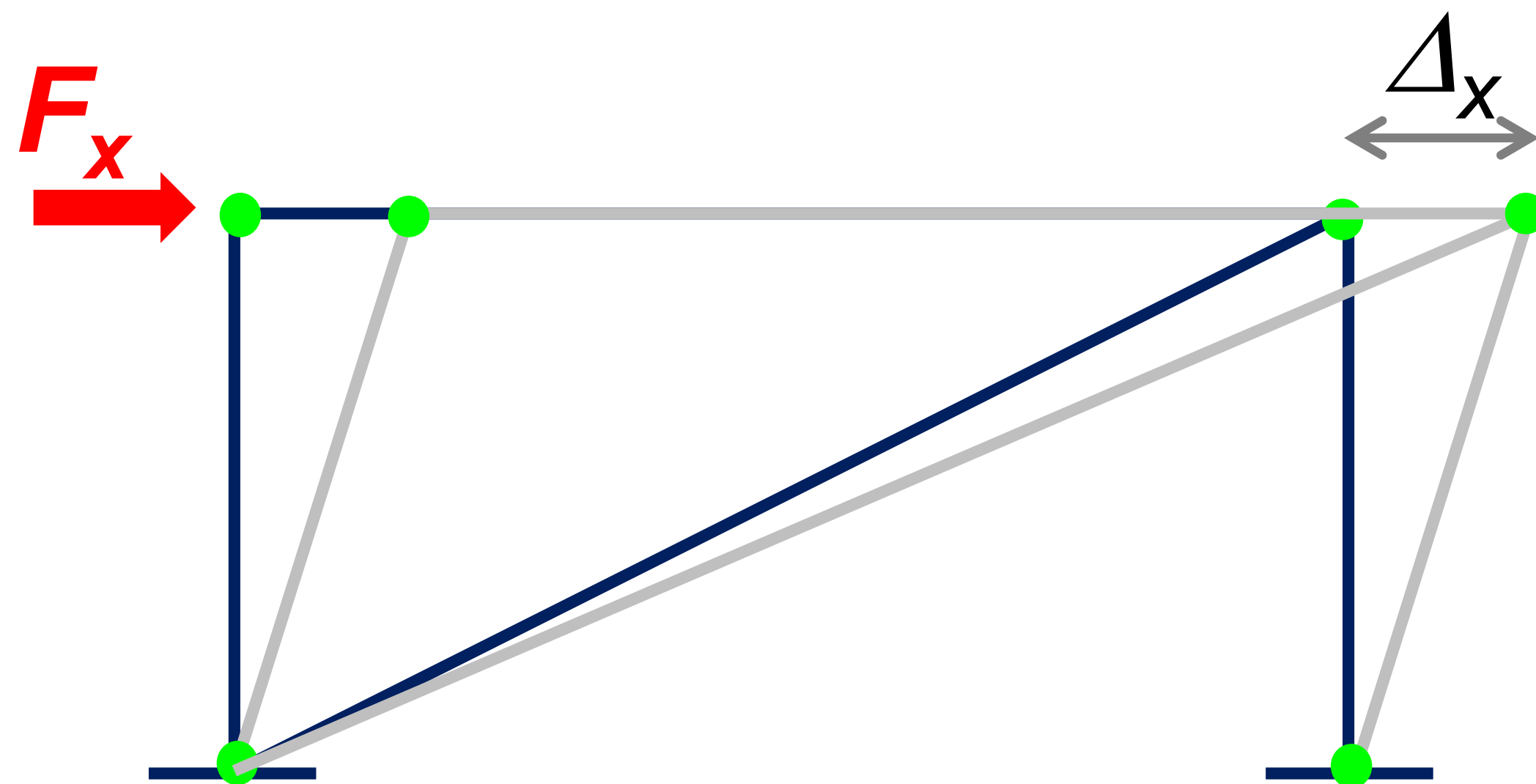
$$\omega_{total}^2 = \omega_{marco}^2 + \omega_{CRP}^2$$

$$\frac{1}{T_{total}^2} = \frac{1}{T_{marco}^2} + \frac{1}{T_{CRP}^2}$$





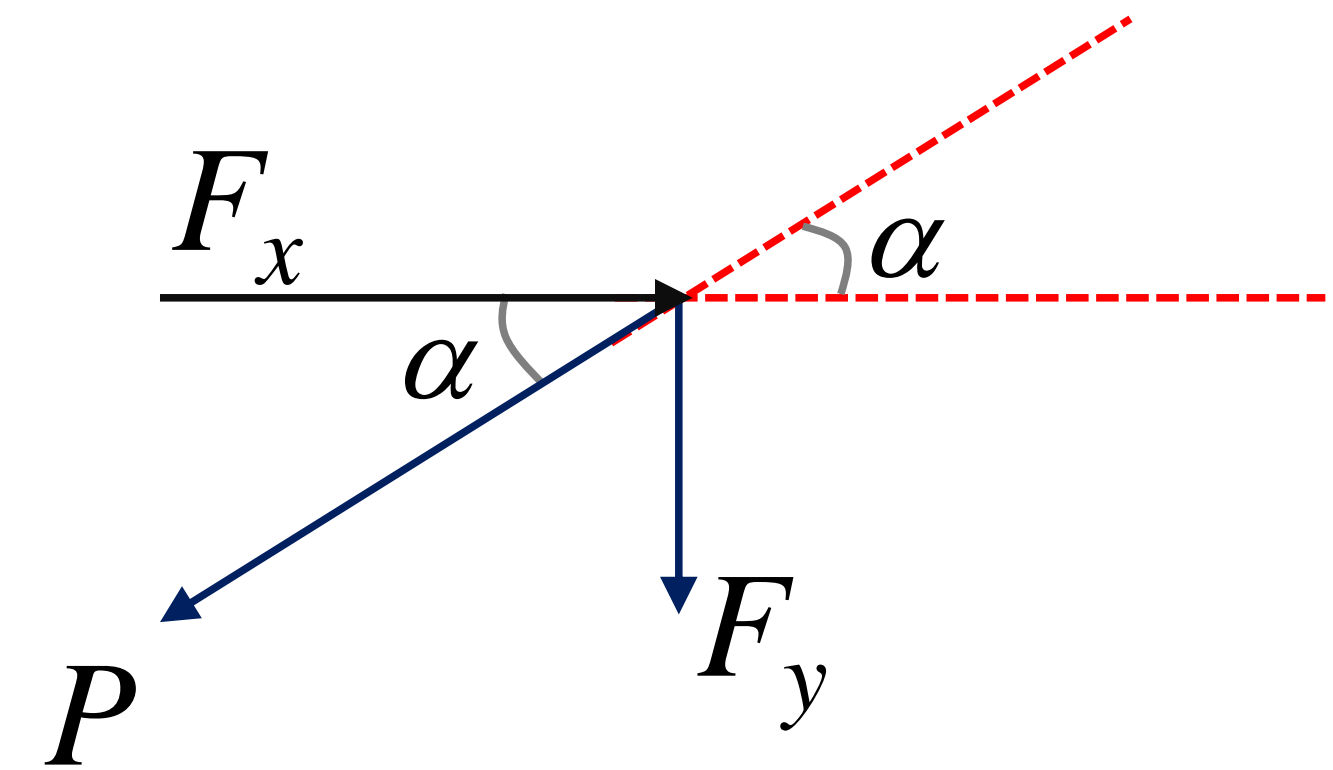
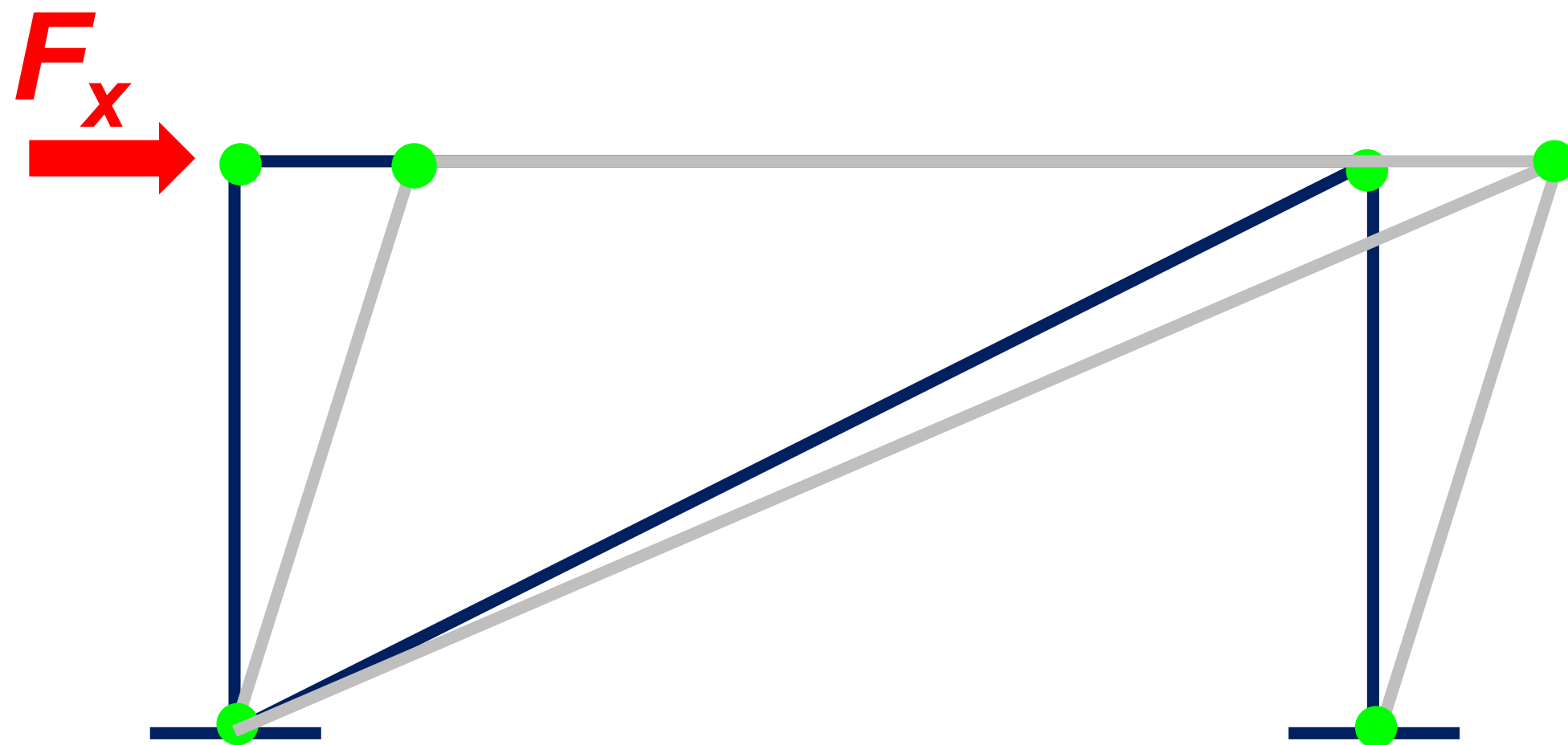
# Contribución a las estructuras



$$u = \Delta_x \cos(\alpha)$$



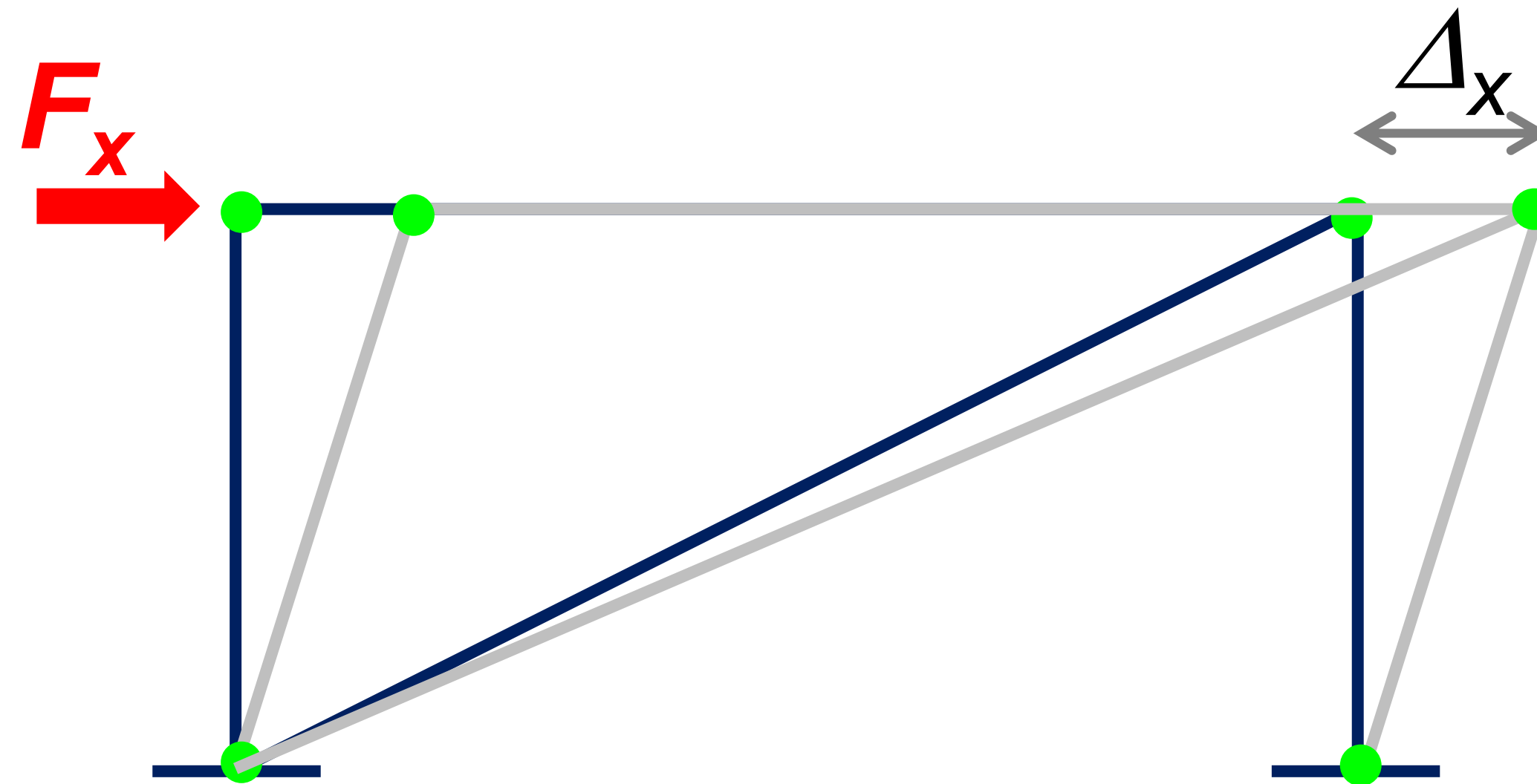
# Contribución a las estructuras



$$P = F_x / \cos(\alpha)$$



## Contribución a las estructuras



$$\Delta_{y2} = \frac{1}{f_k} \frac{f_y}{E} \frac{h}{\cos \alpha \sin \alpha}$$



# Tipos de conexiones

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ATORNILLADA	Fácil de quitar y poner	Tolerancias de los agujeros
SOLDADA	No hay problema con las tolerancias	Calidad de la soldadura en sitio
ARTICULADA	No transmite momentos, el elemento trabaja sólo axialmente	Tolerancias



# Norma mexicana de sismos

**Tabla 4.2.2 Factores de comportamiento sísmico y distorsiones límite para estructuras de acero y compuestas <sup>(1)</sup>**



Estructuración	Ductilidad	Condición	$Q$	$\gamma_{max}$
Marcos	Alta	-----	4.0	0.030
	Media	-----	3.0	0.020
	Baja	-----	2.0	0.015
	Media	Vigas de alma abierta (armaduras) de <i>ductilidad alta</i>	3.0	0.020
	Baja	Vigas de alma abierta (armaduras) de <i>ductilidad baja</i>	2.0	0.015
	Baja	Conexiones semirrígidas	2.0	0.015
Sistema dual <sup>(a)</sup> formado por marcos de acero y contravientos de acero <sup>(2)(3)(4)</sup>	Alta	Contravientos excéntricos	4.0	0.020
	Alta	Contravientos restringidos al pandeo	4.0	0.020
	Media	Contravientos concéntricos de <i>ductilidad alta</i>	3.0	0.015
	Baja	Contravientos concéntricos de <i>ductilidad baja</i>	2.0	0.010
	Baja	Contravientos concéntricos que trabajan solo en tensión	1.5	0.005





## Norma mexicana de sismos

(a) Se entiende por *sistema dual* aquel cuya resistencia a sismo queda aportada por el trabajo conjunto de marcos y muros o contravientos. Los diferentes componentes del *sistema dual* deben quedar interconectados por medio de diafragmas horizontales rígidos.



## Norma mexicana de sismos

(2) Los marcos en estos sistemas duales deberán ser capaces de resistir en cada entrepiso, sin contar con la contribución de los contravientos o muros, por lo menos **30%** de la fuerza cortante actuante. Los marcos deben ser detallados para obtener el mismo nivel de ductilidad que los muros o contravientos.



# DAMPO

Copilco 76 A9-304, Col. Copilco el  
Bajo, Coyoacán, CDMX

[www.dampo.com.mx](http://www.dampo.com.mx)

# ¡Gracias!

**Engineering,  
technology  
& infrastructure.**





# DAMPO

BIENVENIDOS  
AL

TALLER DE ESTRUCTURAS  
EQUIPADAS CON BRBs

EN UN MOMENTO REGRESAMOS...

