

DISEÑO ESTRUCTURAL 3

ESFUERZOS COMBINADOS

PROFESOR TITULAR: Ing. Daniel Quiroga

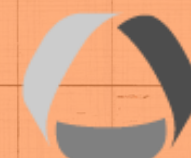
JTP: Arq. Pablo Ontiveros

ALUMNA: Agustina Martín

2023

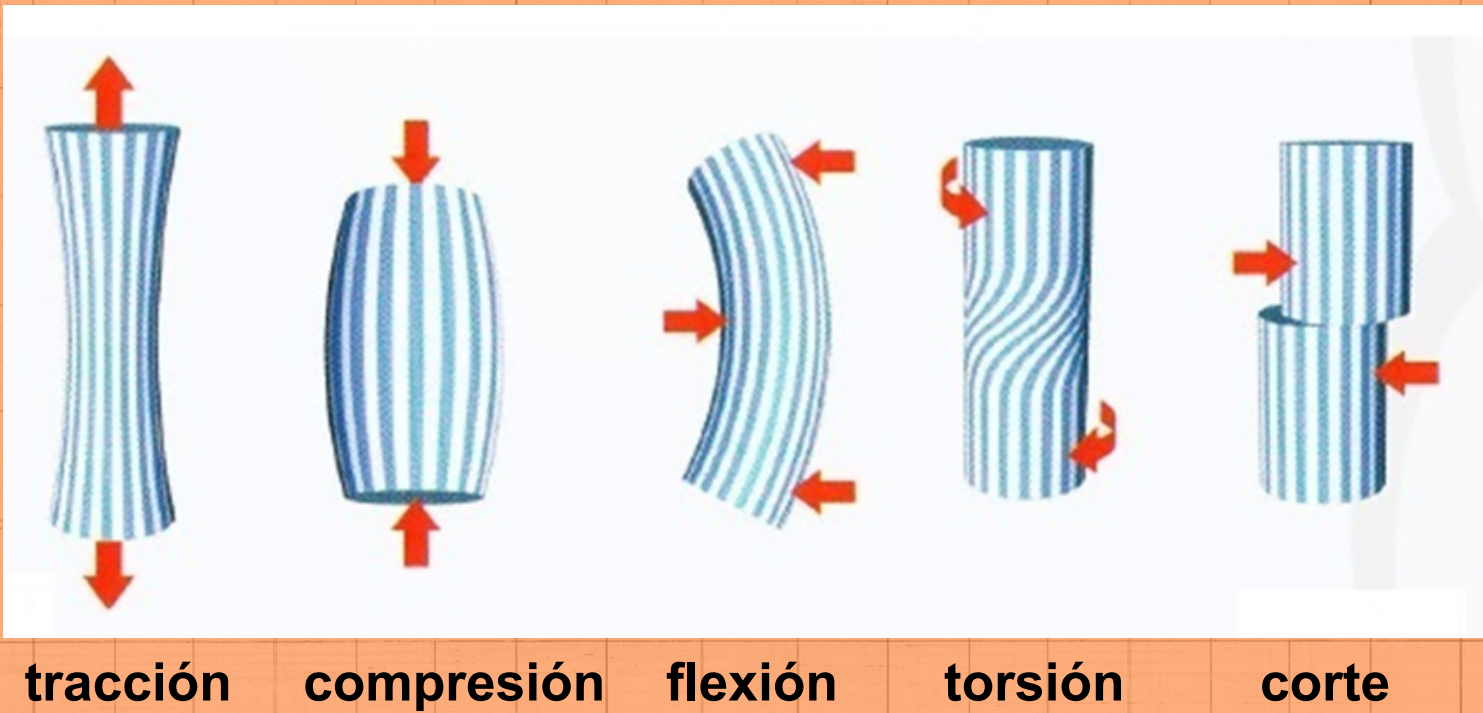


UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

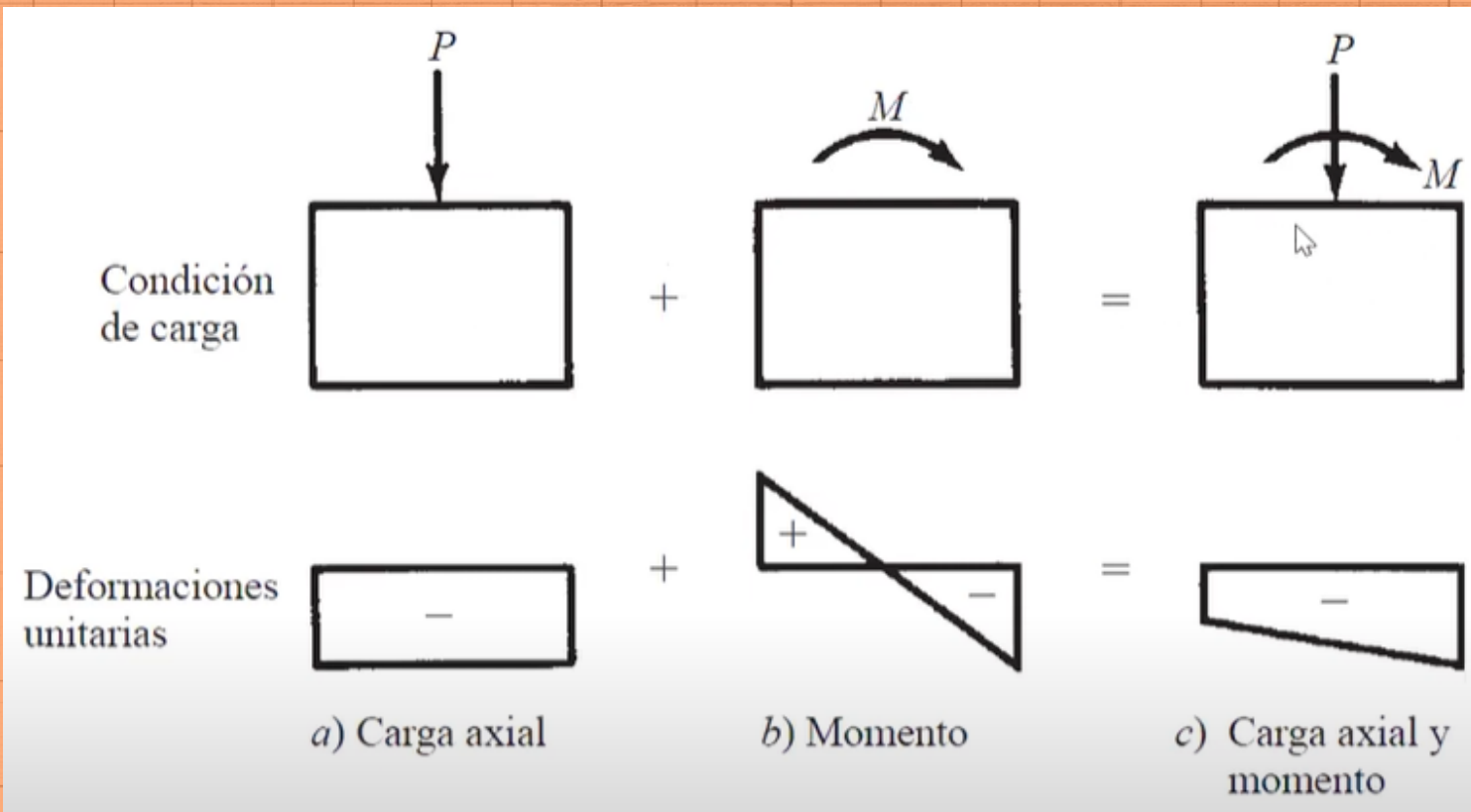
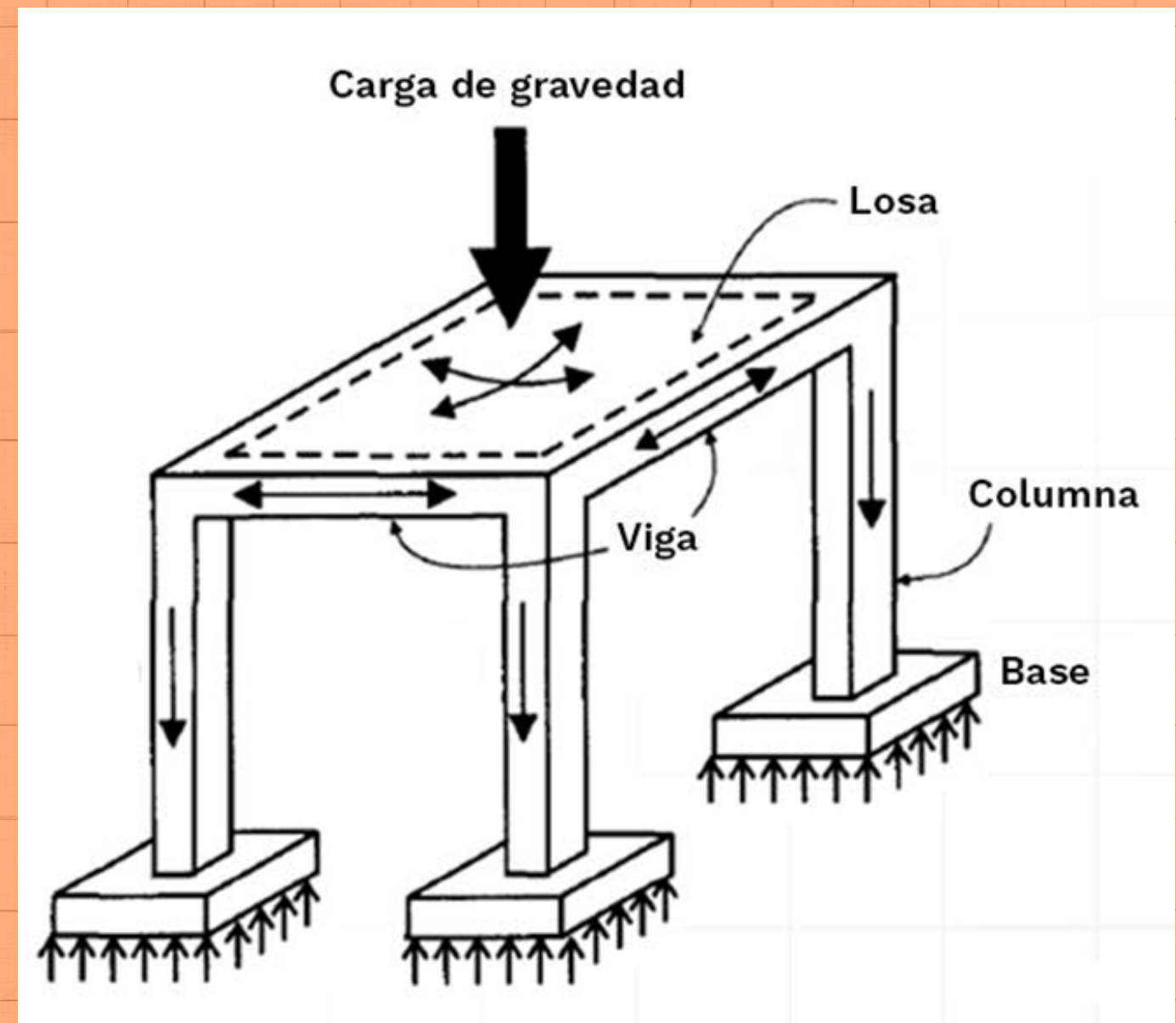


FACULTAD DE
INGENIERÍA

ESFUERZOS COMBINADOS



CAMINO DE CARGAS



ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: ACERO



w



s



Canal



Ángulo



WT o ST



Tubulares



Barras

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: ACERO

COMPRESIÓN

CALCULO DE CARGAS Y MOMENTOS (E.L.U)

$$P_u = 1,4D$$

$$M_u = 1,4D$$

$$P_u = 1,2D + 1,6L$$

$$M_u = 1,2D + 1,6L$$

PREDIMENSIONAMIENTO EN COMPRESIÓN SIMPLE

$$\lambda = 100 \quad \bullet \text{---} \bullet \quad F_{rc} = 1440 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$A_{nec} = \frac{P_u}{\phi_c \cdot F_{cr}} \quad [\text{cm}^2] \quad \phi_c = 0,85$$

Selecciono perfil que cumpla con el Anec.

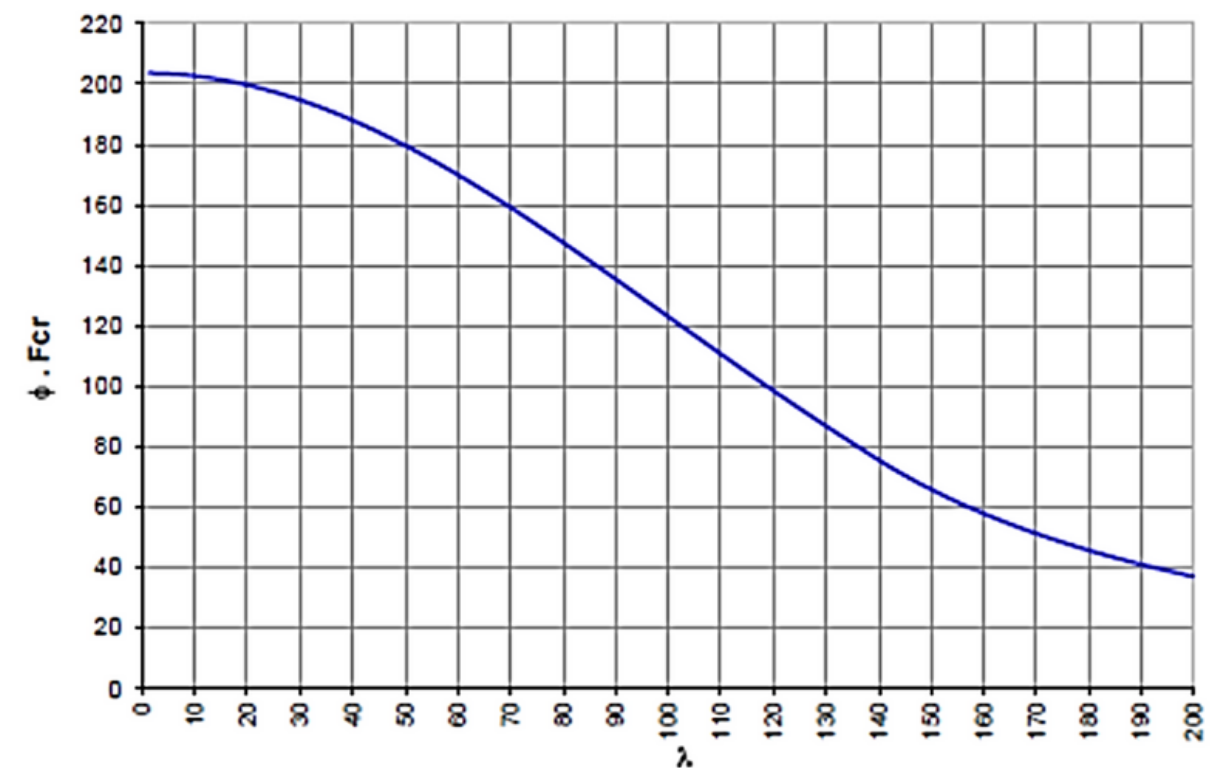
$$\text{Esbeltez: } \lambda = \frac{L_p}{r_{\min}} \quad L_p = K \cdot H$$

CARGA DE DISEÑO DE COMPRESIÓN

$$P_d = \phi_c \cdot P_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g$$

$$P_d \geq P_u$$

RESISTENCIA A COMPRESION
Acero F-24 (240 Mpa)



Coeficiente "k" para determinar (Lp)

articulada articulada	articulada empotrada	empotrada empotrada	empotrada libre
1.00	0.80	0.65	2.10

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: ACERO

TRACCIÓN

CALCULO DE CARGAS Y MOMENTOS (E.L.U)

$$P_u = 1,4D$$

$$P_u = 1,2D + 1,6L$$

$$M_u = 1,4D$$

$$M_u = 1,2D + 1,6L$$

PREDIMENSIONAMIENTO EN TRACCIÓN SIMPLE

$$F_y = 2400 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$A_{nec} = \frac{P_u}{\phi \cdot F_y} [\text{cm}^2]$$

$$\phi = 0,90$$

Selecciono perfil que cumpla con el A_{nec} ..:

CARGA DE DISEÑO DE TRACCIÓN

$$P_d = \phi \cdot P_n = \phi \cdot F_y \cdot A_g$$

$$P_d \geq P_u$$

FLEXIÓN

$$S_{nec} = \frac{M_u}{\phi \cdot F_y} [\text{cm}^3]$$

MOMENTO DE DISEÑO DE FLEXIÓN

$$M_d = \phi \cdot M_n = \phi S_{x-x} \cdot F_y$$

$$M_u \leq M_d$$

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: ACERO

$$M_n = S_x \cdot F_y$$

flexión

+

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

compresión

$$P_n = A_g \cdot F_y$$

tracción

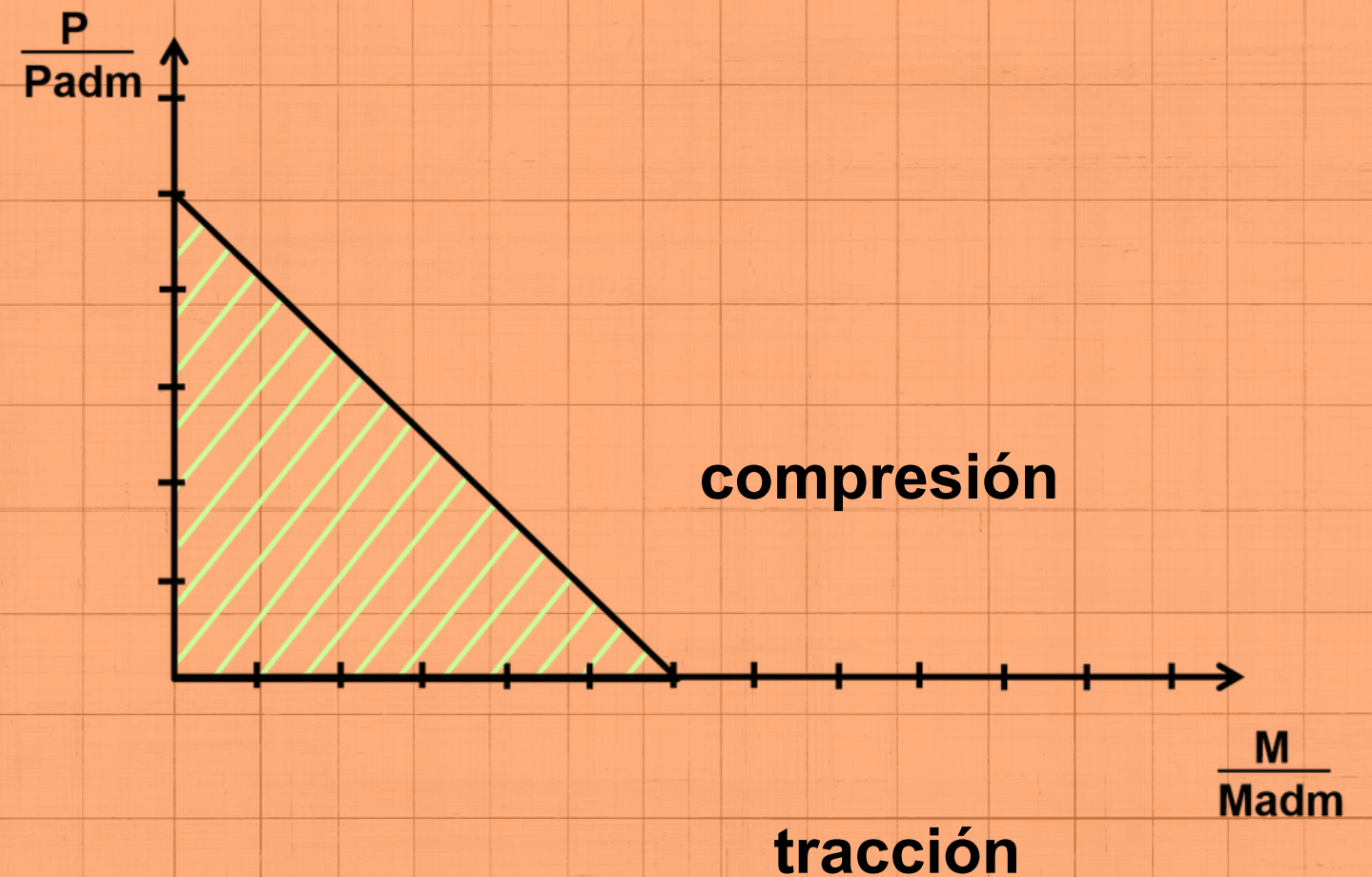
CALCULO DE ESFUERZOS COMBINADOS

$$\frac{M_u}{\phi \cdot M_n} + \frac{P_u}{\phi \cdot P_n} \leq 1$$

flexión

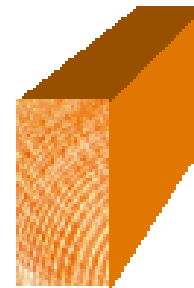
axial = combinado

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN:

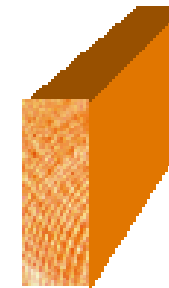


ESFUERZOS COMBINADOS

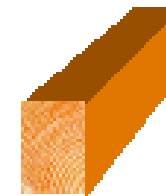
MATERIALES HOMOGÉNEOS: MADERA



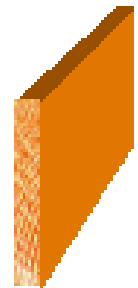
205x105



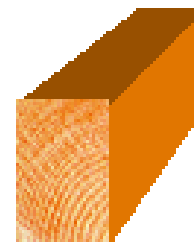
205x76



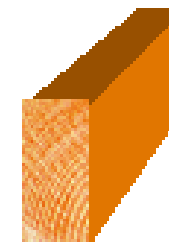
105x76



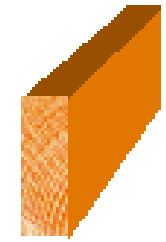
205x38



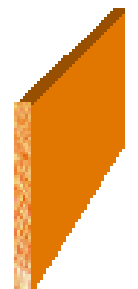
155x105



155x76



155x52



205x27

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: MADERA

COMPRESIÓN

CALCULO DE CARGAS Y MOMENTOS (E.L.S)

$$P=D+L$$
$$M=D+L$$

Según tipo de madera ej $\bullet \longrightarrow \bullet$ $F_c=75$ $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$

PREDIMENSIONAMIENTO DE COMPRESIÓN

Sin pandeo: $C_p=1$

$$\text{Esbeltez máx} = \frac{L_e}{d} = 50$$
$$\bullet \longrightarrow \bullet \quad C_p=0,23$$

$$A_{\text{mín}} = \frac{P}{F_c \cdot C_p}$$
$$A_{\text{máx}} = \frac{P}{F_c \cdot C_p}$$
$$A_{\text{pro}} = \frac{A_{\text{mín}} + A_{\text{máx}}}{2} \text{ [cm}^2\text{]}$$

Selecciono perfil que cumpla con el Anec. :

$$\text{Esbeltez} = \frac{L_e}{d}$$
$$L_p = K_e \cdot H$$

TENSIÓN DE DISEÑO AJUSTADA

$$F'_c = F_c \cdot C_p$$

CARGA ADMISIBLE DE COMPRESIÓN

$$P_{\text{adm}} = F'_c \cdot A_g$$

$$P_{\text{adm}} \geq P$$

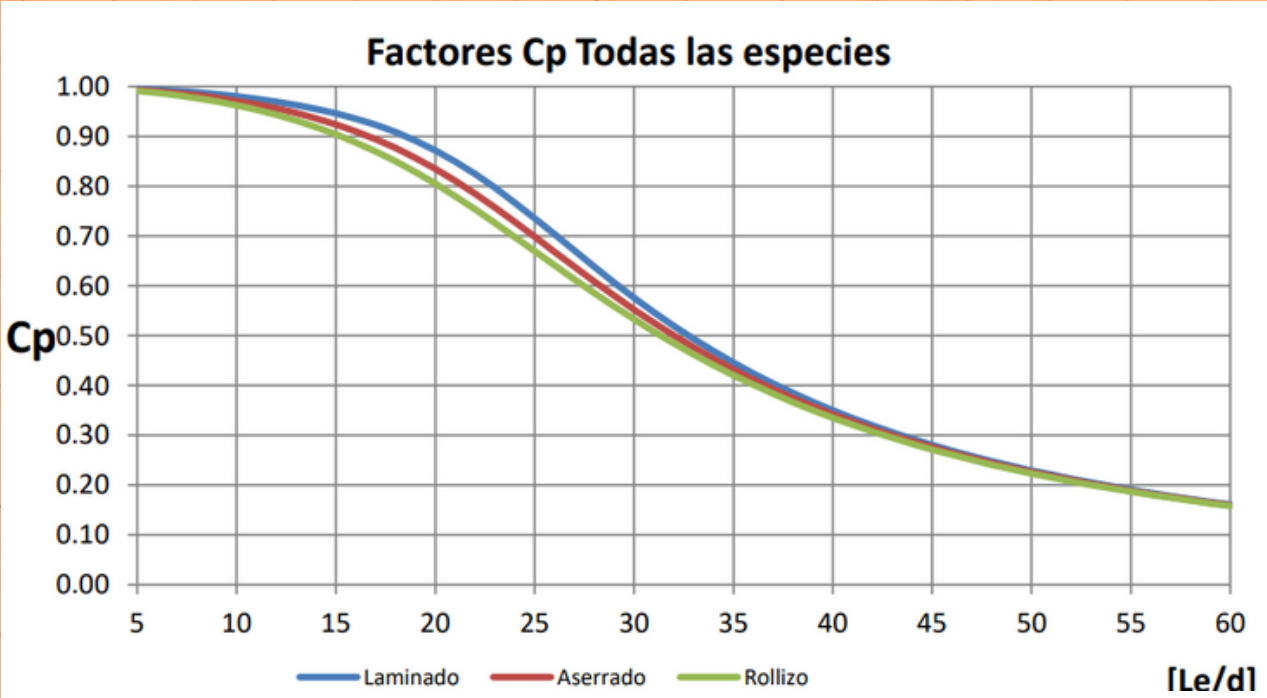


Tabla 3.3.1-1. Factor de longitud efectiva (K_e)

casos de vinculación					
K_e teórico	0,50	0,70	1,00	1,00	2,00
K_e recomendado	0,65	0,80	1,20	1,00	2,40

impedidas la traslación y la rotación

impedida la traslación y libre la rotación

libre la traslación e impedida la rotación

libre la traslación y libre la rotación

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: MADERA

TRACCIÓN

CALCULO DE CARGAS Y MOMENTOS (E.L.S)

$$P=D+L$$

$$M=D+L$$

PREDIMENSIONAMIENTO EN TRACCIÓN

$$A_{nec} = \frac{P}{f_{adm-tracción}} [cm^2]$$

Selecciono perfil que cumpla con el A_{nec} ..

CARGA ADMISIBLE DE TRACCIÓN

$$P_{adm} = f_{adm-tracción} \cdot A_g$$

$$P_{adm} \geq P$$

FLEXIÓN

$$S_{nec} = \frac{M}{f_{adm-flexión}} [cm^3]$$

MOMENTO ADMISIBLE DE FLEXIÓN

$$M_{adm} = S_{x-x} \cdot f_{adm-flexión}$$

$$M \leq M_d$$

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES HOMOGÉNEOS: MADERA

$$M_n = S_x \cdot F_{adm}$$

flexión

+

$$P_{adm} = \frac{A_g \cdot F_{adm \text{ compr}}}{\omega}$$

compresión

ó

$$P_{adm} = F'_c \cdot A_g$$

$$P_{adm} = A_g \cdot F_{adm \text{ trac}}$$

tracción

CALCULO DE ESFUERZOS COMBINADOS

$$\frac{M}{M_{adm}} + \frac{P}{P_{adm}} \leq 1$$

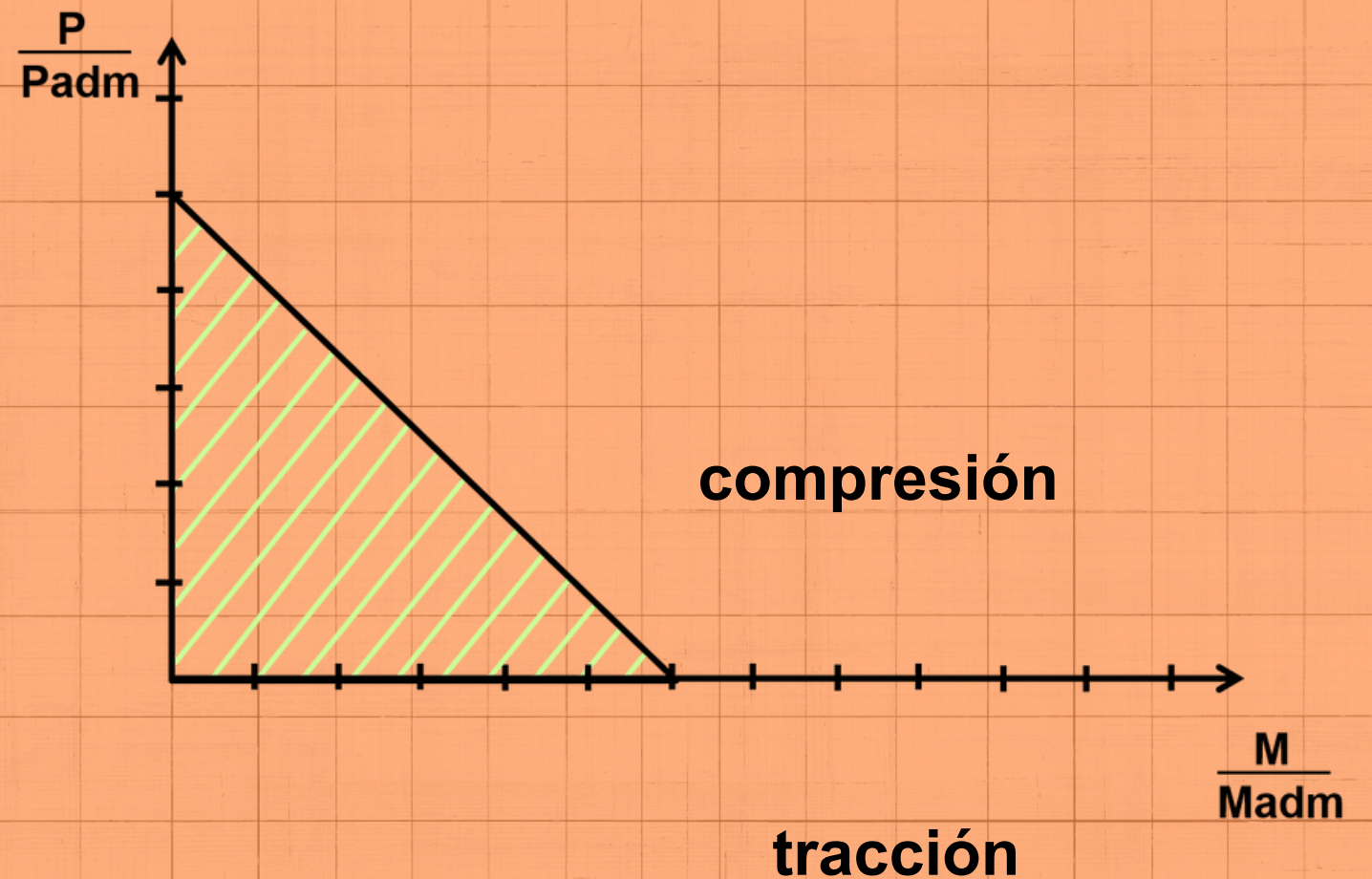
↓

flexión

↓

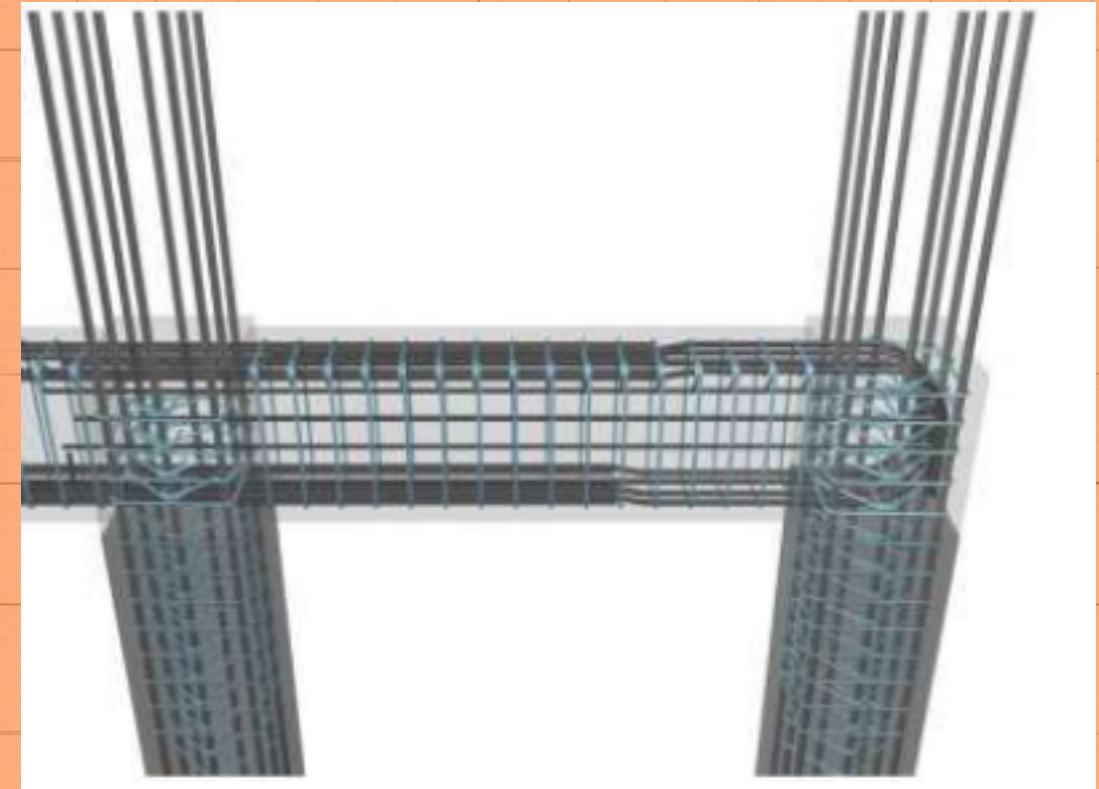
axial = combinado

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN:

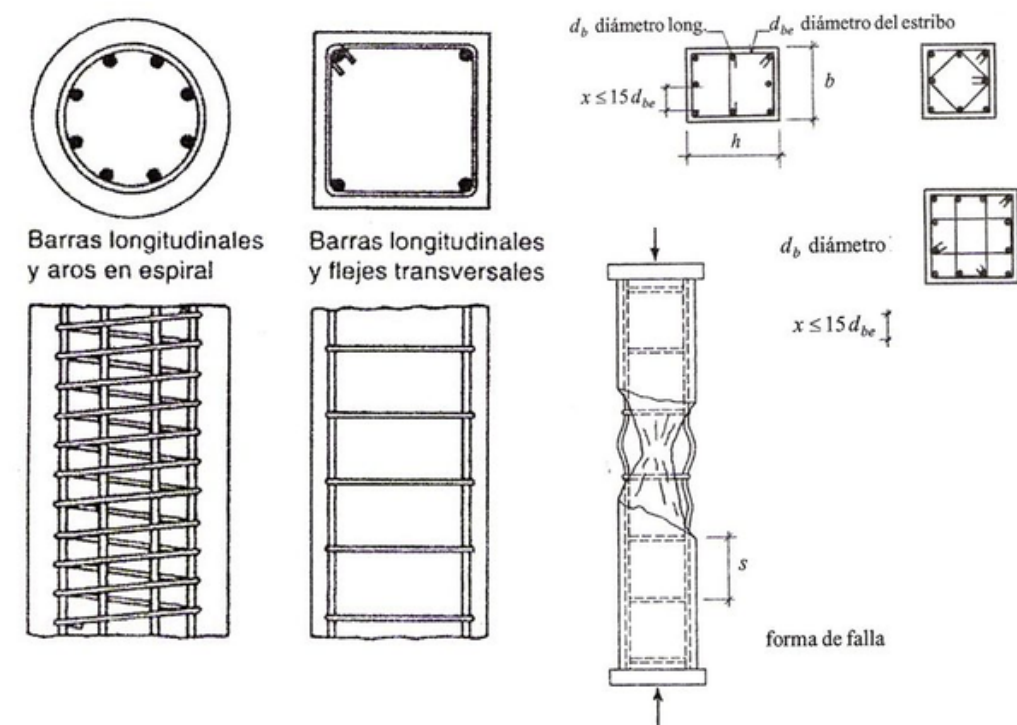


ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO



COLUMNAS DE HORMIGÓN ARMADO
TIPOS DE ARMADURAS



ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO

CALCULO DE CARGAS Y MOMENTOS (E.L.U)

$$P_u = 1,4D$$

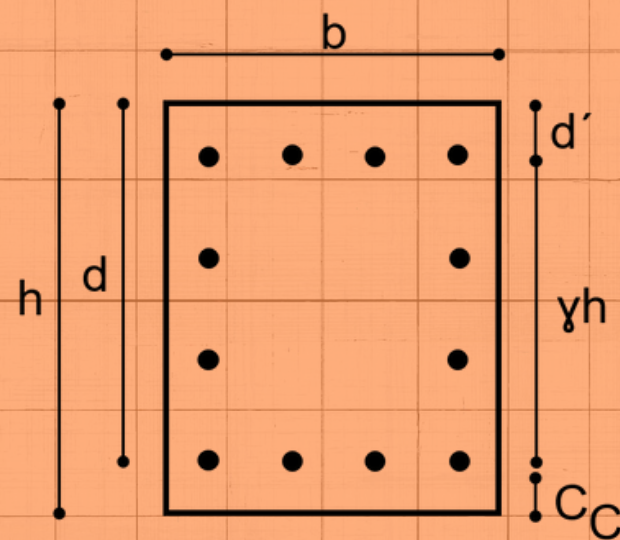
$$M_u = 1,4D$$

$$P_u = 1,2D + 1,6L$$

$$M_u = 1,2D + 1,6L$$

PREDIMENSIONO:
$$h = \frac{h}{15}$$

Según la resistencia del hormigón ... H-20, H-25, H-30



A PARTIR DEL RECUBRIMIENTO CALCULO:

$$y_h = h - 2 \cdot d'$$

$$\gamma = \frac{h - 2 \cdot d'}{h}$$

ESFUERZOS NORMALIZADOS:

Consideramos para la máxima eficiencia:

$$P_u = \phi \cdot P_n$$

$$M_u = \phi \cdot M_n$$

$$\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{\phi P_n}{b \cdot h} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right] = [\text{MPa}] \text{ compresión}$$

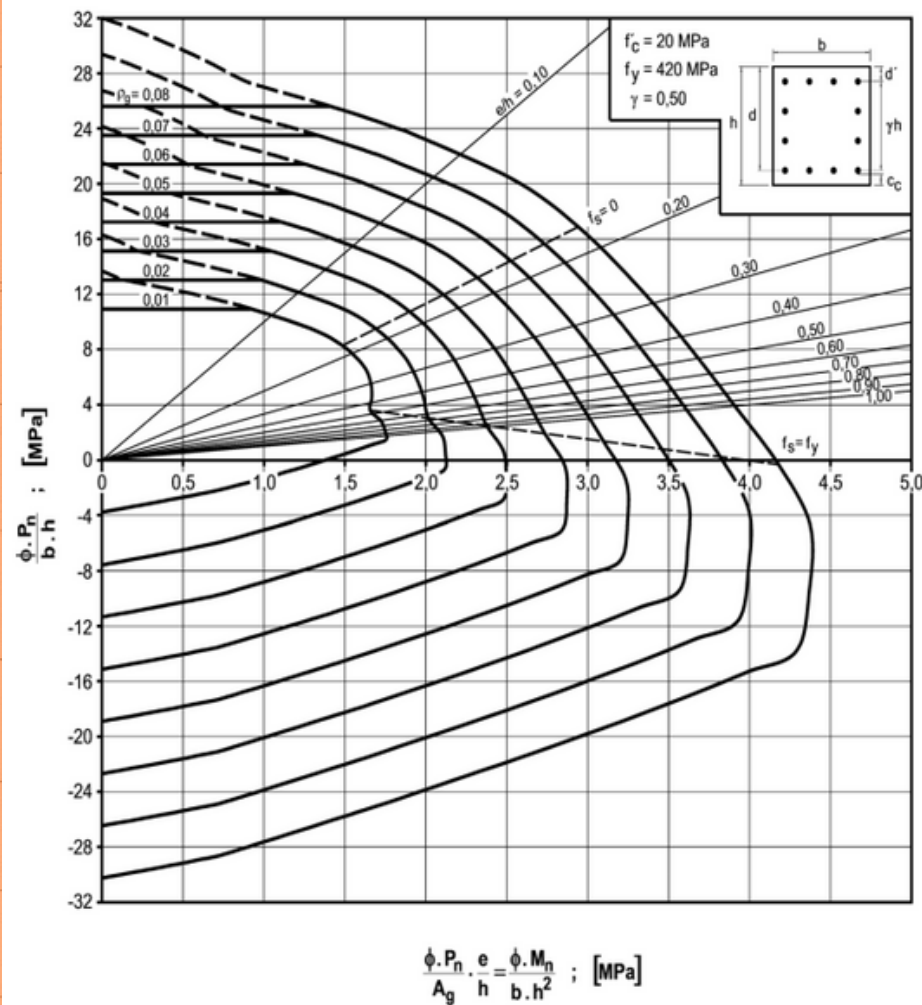
$$\frac{\phi P_n}{A_g} \cdot \frac{e}{h} = \frac{\phi M_n}{b \cdot h^2} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right] = [\text{MPa}] \text{ flexión}$$

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO

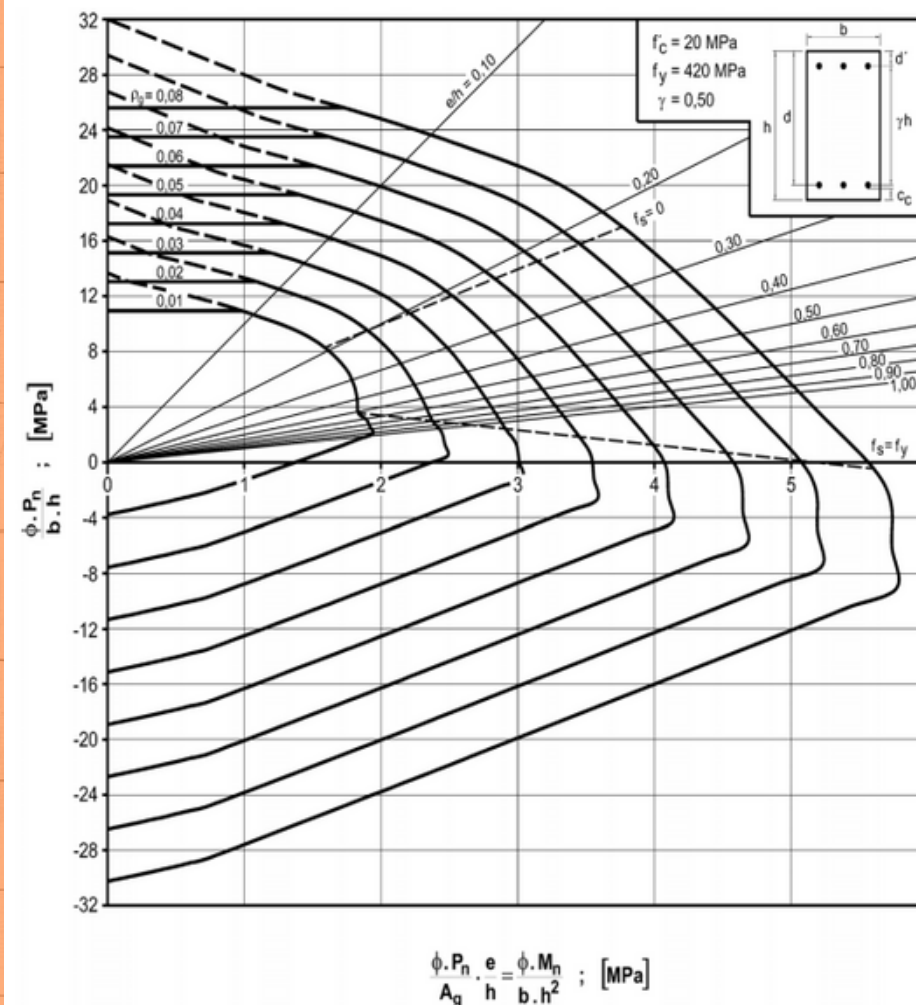
DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN:

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



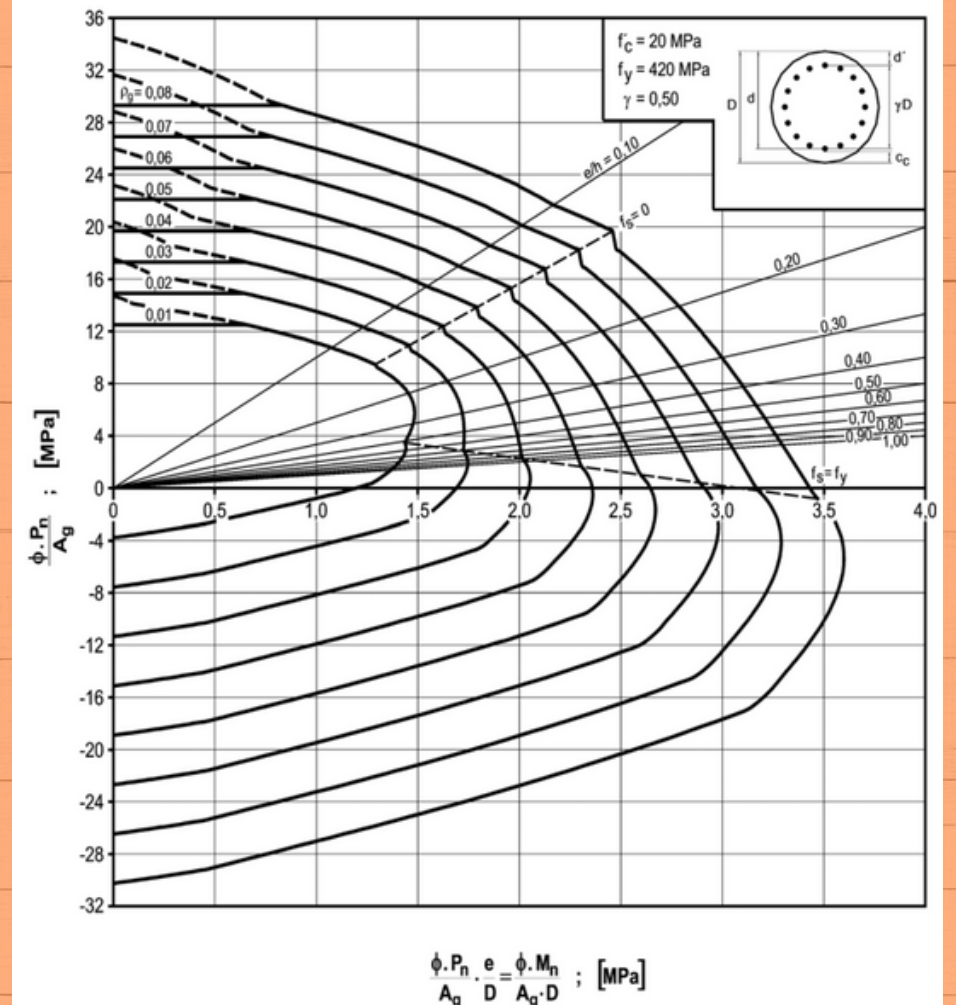
Armadura distribuida

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



Armadura simétrica en dos caras

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN



Armadura columnas circulares

- Se diferencia la compresión de la tracción
- Cuantías de 0,01 a 0,04
- Se tiene en cuenta el 0,8 de la expresión general

Obtenemos la cuantía: $\rho = \frac{A_s}{AH}$

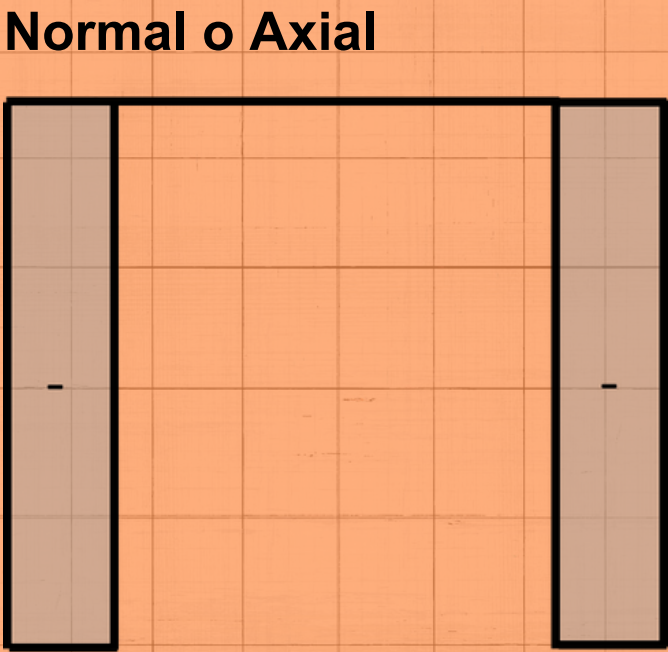
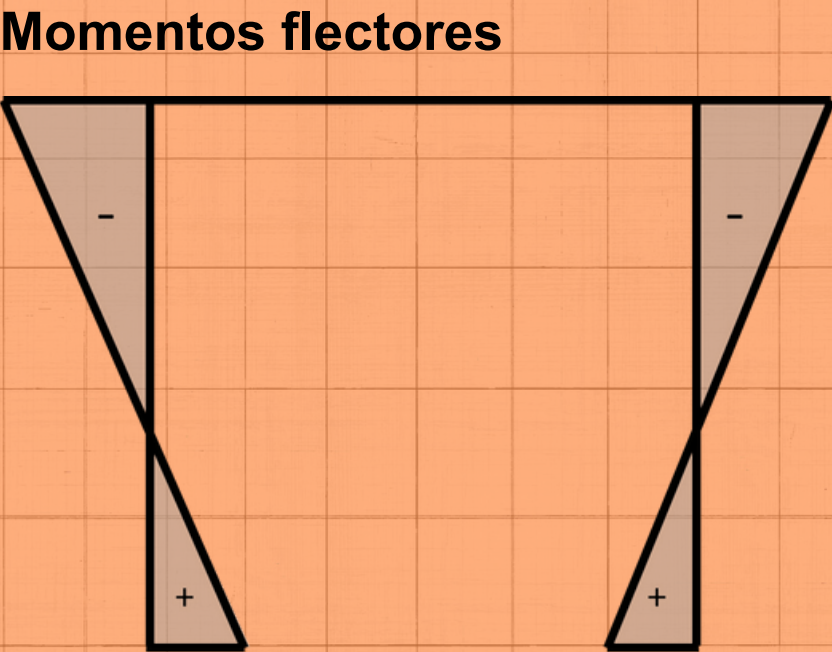
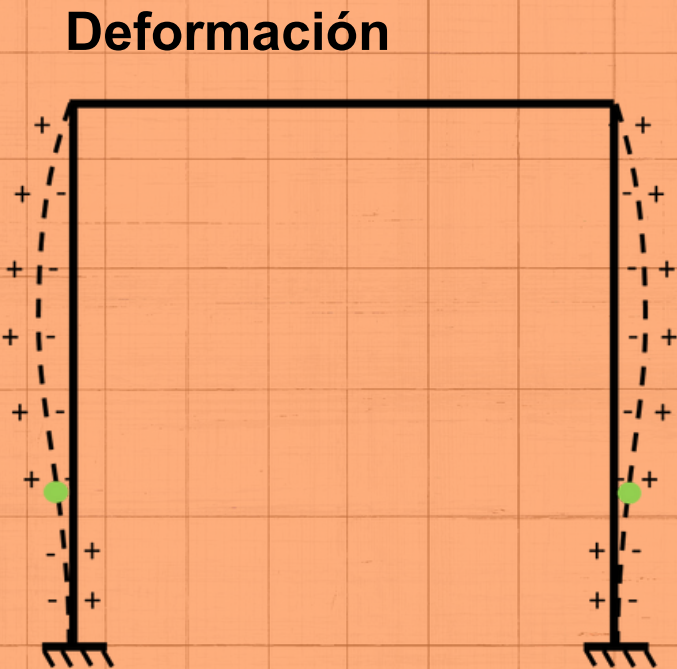
Calculamos armadura: $A_s = \rho \cdot AH$

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO
EJEMPLO: PÓRTICO CON VÍNCULOS EMPOTRADOS

Hormigón: H-30 Sección: 300 x 500mm Armadura distribuida

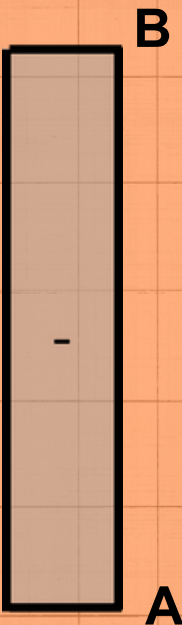
Esfuerzo	Extremo A	Extremo B
M _D	+32 kNm	-64 kNm
M _L	+ 16 kNm	-32 kNm
P _D	-90 kN	-90 kN
P _L	-45kN	-45kN



Calculo de cargas y momentos (E.L.U)

Extremo A y B

$P_u = 1,2.D + 1,6.L$
 $P_u = 1,2.90\text{KN} + 1,6.45\text{KN}$
 $P_u = 180\text{KN} = 180000\text{N}$

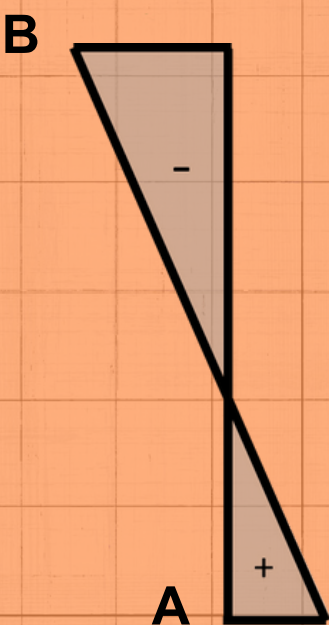


Extremo A

$M_u = 1,2.D + 1,6.L$
 $M_u = 1,2.32\text{KNm} + 1,6.16\text{KNm}$
 $M_u = 64\text{KNm} = 64000000\text{Nmm}$

Extremo B

$M_u = 1,2.D + 1,6.L$
 $M_u = 1,2.64\text{KNm} + 1,6.32\text{KNm}$
 $M_u = 128\text{KNm} = 128000000\text{Nmm}$



ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO

EJEMPLO: PÓRTICO CON VÍNCULOS EMPOTRADOS

Calculo γ , teniendo un recubrimiento de 4,5cm:

$$\gamma = \frac{h - 2 \cdot d'}{h} = \frac{50\text{cm} - 2 \cdot 4,5\text{cm}}{50\text{cm}} = 0,8$$

Calculo de esfuerzos combinados:

Extremo A y B

$$\frac{P_u}{b \cdot h} = \frac{180000\text{N}}{300\text{mm} \times 500\text{mm}} = 1,2\text{MPa}$$

Extremo A

$$\frac{M_u}{b \cdot h^2} = \frac{64000000\text{Nmm}}{300\text{mm} \times (500\text{mm})^2} = 0,9\text{MPa}$$

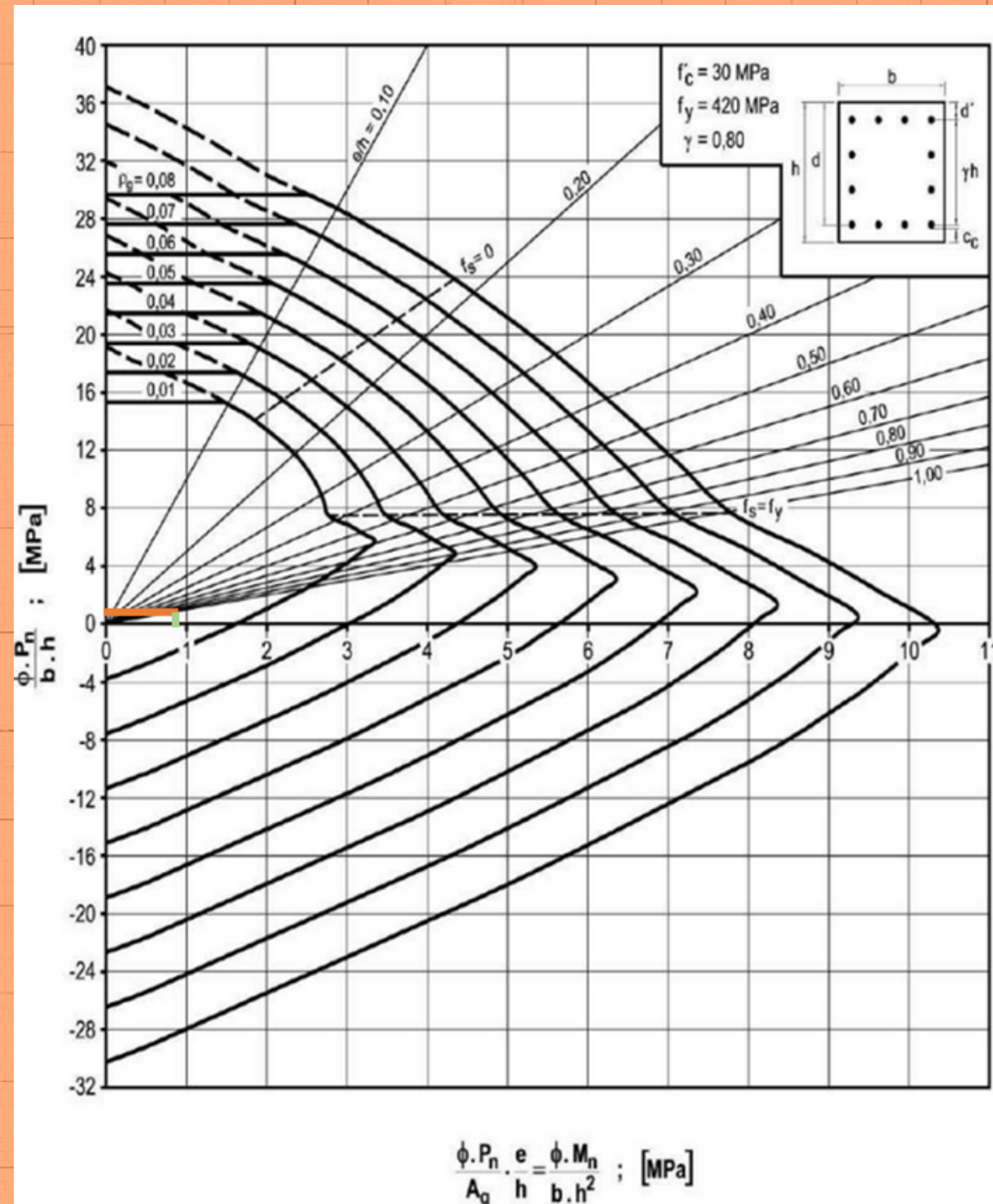
Extremo B

$$\frac{M_u}{b \cdot h^2} = \frac{128000000\text{Nmm}}{300\text{mm} \times (500\text{mm})^2} = 1,7\text{MPa}$$

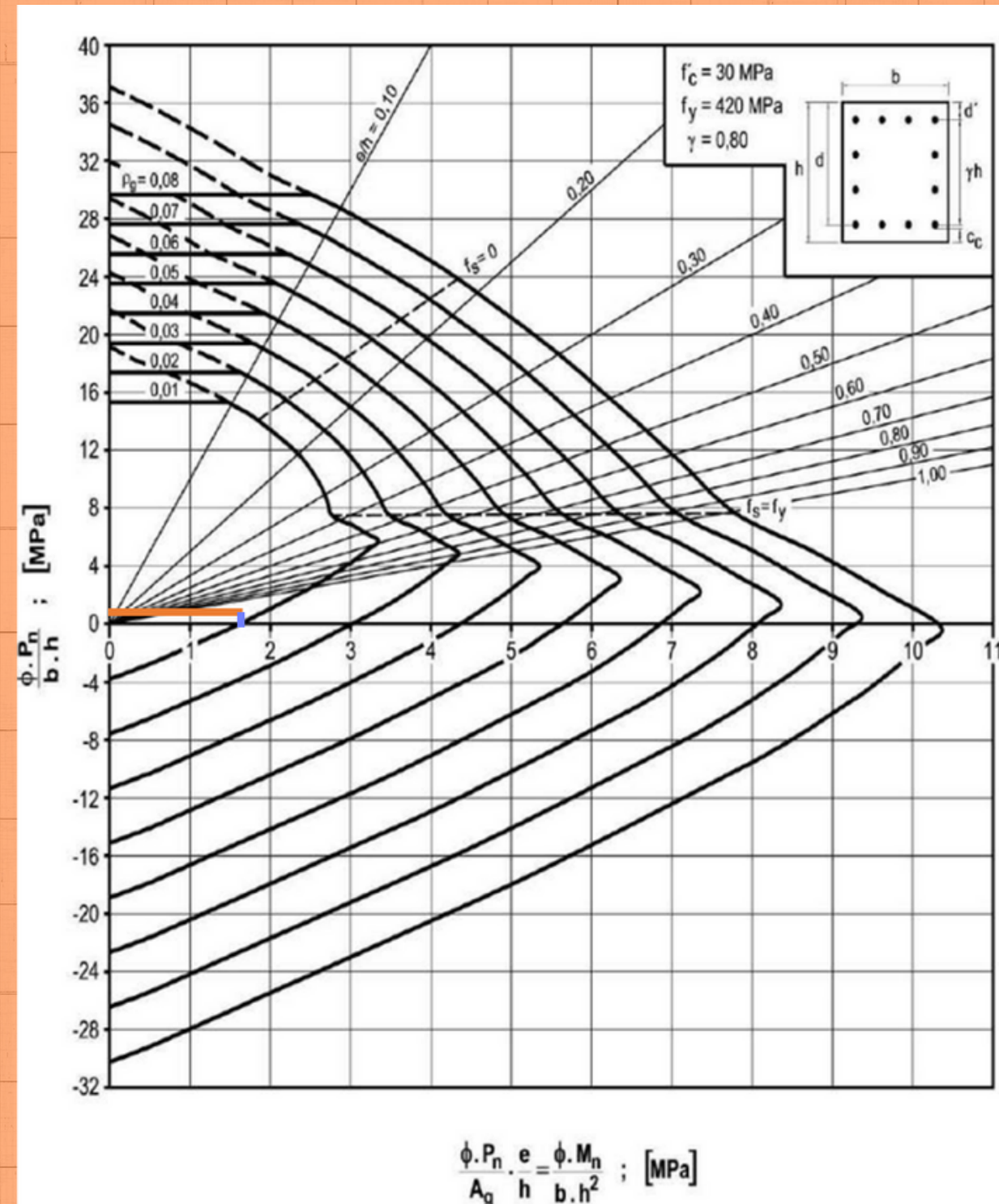
ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO

EJEMPLO: PÓRTICO CON VÍNCULOS EMPOTRADOS



Obtenemos la cuantía: $\rho = 0,01$



Obtenemos la cuantía: $\rho = 0,01$

ESFUERZOS COMBINADOS

MATERIALES NO HOMOGÉNEOS: HORMIGÓN ARMADO

EJEMPLO: PÓRTICO CON VÍNCULOS EMPOTRADOS

Calculo armadura:

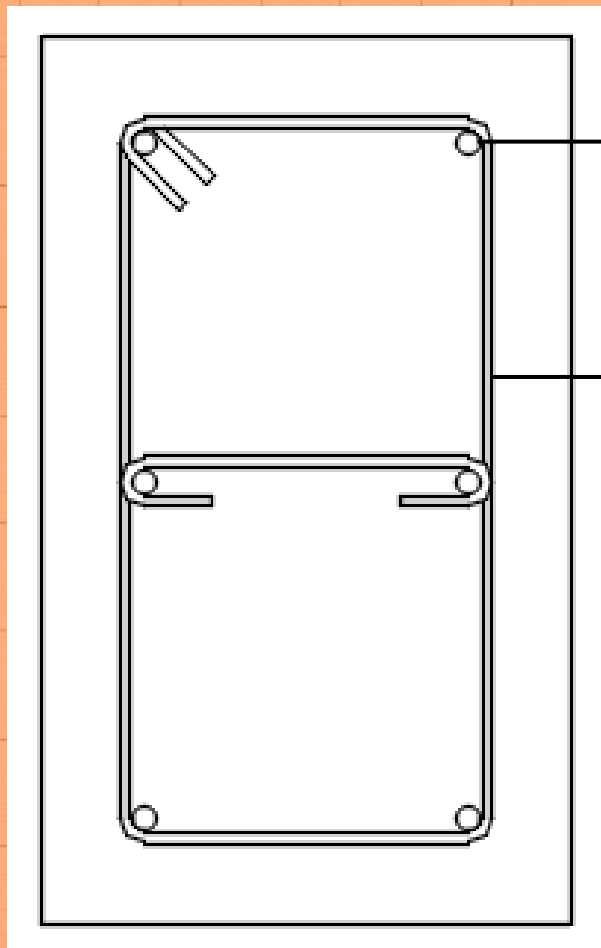
Ambos extremos requieren la mismma cantidad de armadura

$$A_s = \rho \cdot A_H = 0,01 \times 30\text{cm} \times 50\text{cm} = 15\text{cm}^2 \longrightarrow \text{Adopto: } 8\phi 16\text{mm} = 16,08\text{cm}^2$$

Estribos = $\phi 6\text{mm}$

Separación de estribos = $12 \times \text{longitudinal} = 12 \times 16\text{mm} = 19,2\text{cm}$

Adopto = 15cm



• $8\phi 16\text{mm}$

• $\phi 6\text{mm c}/15\text{cm}$