ÍNDICE DE TEMAS - CLASE VIRTUAL Martes-18-Marzo-2025

08.- EXPRESIONES Y VARIABLES: DESARROLLO

08.01.- Resolución de las Ecs de Equivalencia

08.02.- Coeficiente de Seguridad y Tensiones Admisibles

08.03.- Los Problemas en las Solicitación Axil

08.04.- Misceláneos: Tipos de Acero - Nomenclatura - Diagrama Tensión-Deformación

08.01.- RESOLUCIÓN DE LAS ECS. DE EQUIVALENCIA:

→ DE LA 1º EC. DE EQUIVALENCIA.

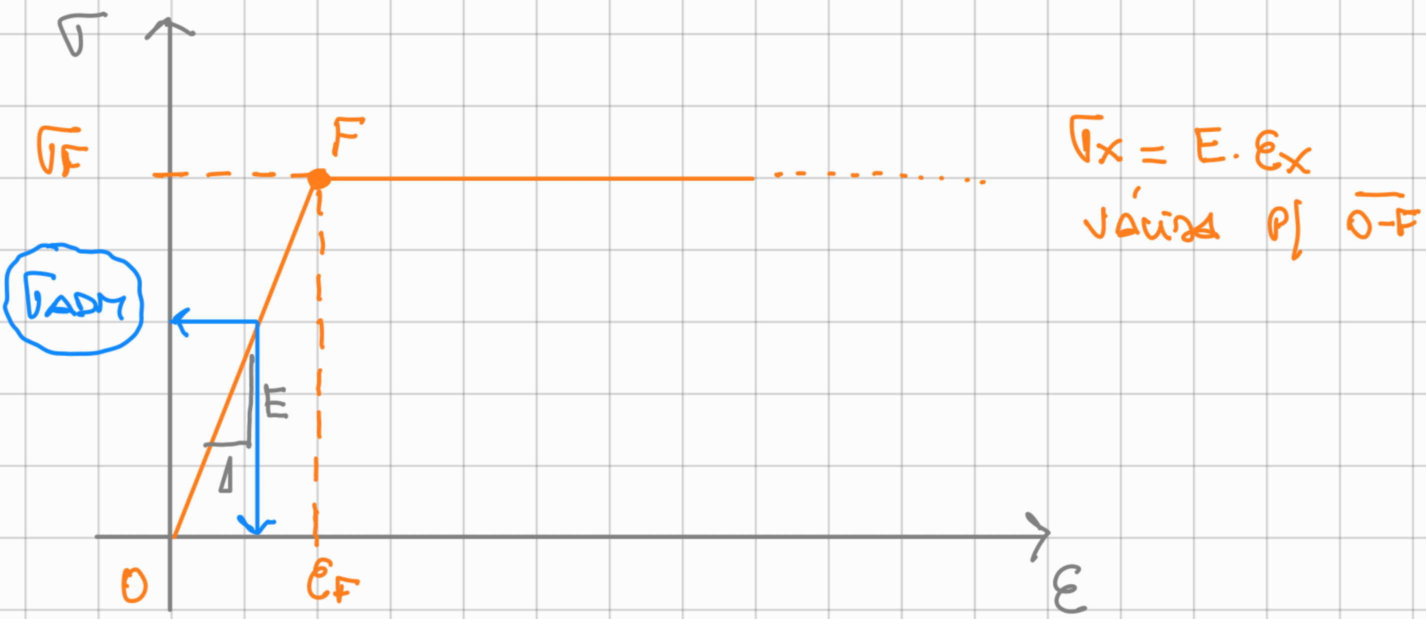
$$N = \int_A \sigma_x \cdot dA$$

$$\boxed{N(x) = \sigma_x(x) \cdot A(x)}$$

$$\boxed{\sigma_x(x) = \frac{N(x)}{A(x)}}$$

$$\boxed{A(x) = \frac{N(x)}{\sigma_x(x)}}$$

DIAGRAMA $\sigma - \varepsilon$ // COEFICIENTE O FACTOR DE SEGURIDAD // TENSIONES ADMISIBLES:



→ LA TENSIÓN DE FLUENCIA CONSTITUYE UN VALOR LÍMITE..

→ COEFICIENTE → $CS = FS > 1$ →

→ $\frac{\sigma_F}{CS} = \sigma_{ADM}$

'CS' o 'FS' SON PARÁMETROS "ADIMENSIONALES"

COEFICIENTE O FACTOR DE SEGURIDAD:

De qué depende el CS o FS?

i.- Destino y uso de la construcción o estructura;

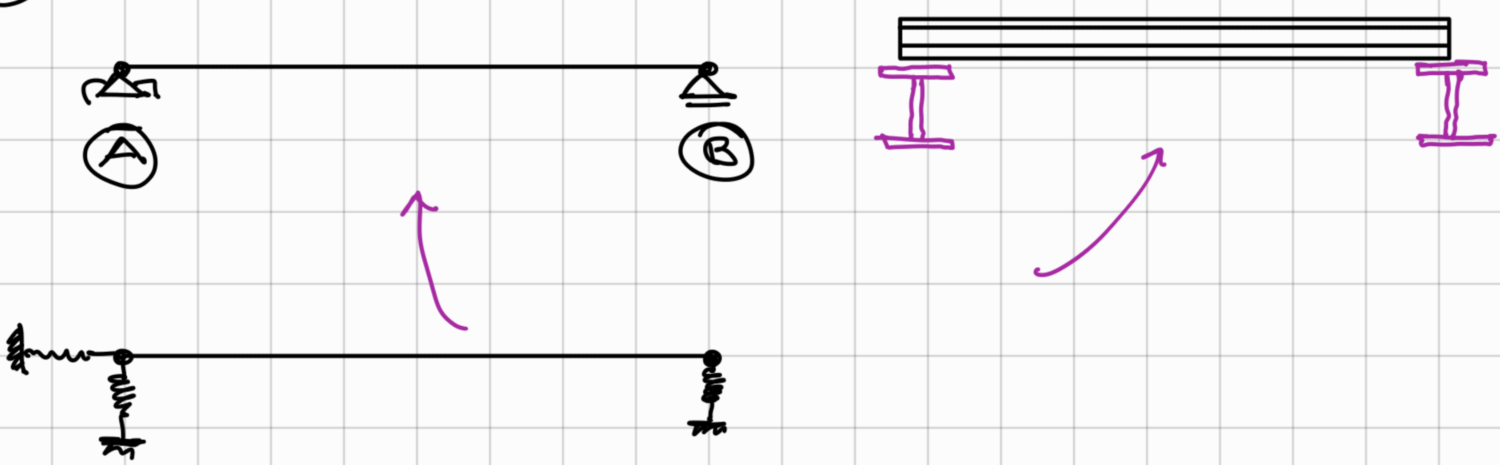
ii.- Lugar de implantación de la construcción o estructura;

iii.- Modelos matemáticos de cálculo;

iv.- Métodos de Fabricación;

v.- Métodos Constructivos.

iii



vi.- Las características de los materiales;

vii.- Las variabilidad de las cargas.

08.03.- LOS PROBLEMAS EN LA SOLICITACIÓN AXIL:

I.- Problemas de Verificación de Secciones

II.- Problemas de Dimensionamiento

III.- Problemas de Determinación de la Capacidad Portante

I.- PROBLEMAS DE VERIFICACIÓN DE TENSIONES:

SE CONOCEN : $N(x)$ y $A(x)$.

$$\boxed{\frac{N(x)}{A(x)} = \sigma_{x,\,TRAB} = \sigma_{x,\,SERV} \leq \sigma_{ADM} = \frac{\sigma_F}{CS}}$$

$$\frac{\sigma_F}{\sigma_{x,\,TRAB}} = \frac{\sigma_F}{\sigma_{SERV}} = CS_{REAL} \geq CS_{MIN}$$

ASUMIMOS COMO EJEMPLO QUE: F-24 → $\sigma_F = 24\ kN/cm^2$

$CS = FS = 1{,}60$ $\quad \sigma_{ADM} = \sigma_F / CS = 24/1{,}6 = 15\ kN/cm^2$

SI SUPONEMOS QUE $\frac{N}{A} = \sigma_{TRAB,MÁX} = 12 \frac{kN}{cm^2} < 15 \frac{kN}{cm^2} = \sigma_{ADM}$

$$\frac{\sigma_F}{\sigma_{TRAB}} = \frac{24}{12} = 2{,}00 = CS_{REAL} > CS_{MÍN}$$

II.- PROBLEMAS DE DIMENSIONAMIENTO:

$$\frac{N(x)}{\sigma_{ADM}} = A_{MÍN} = A_{NEC} \leq A_{ADOPT}$$

EJEMPLO: SUPONGAMOS QUE EL ÁREA MÍNIMA O NECESARIA ES LA SIGUIENTE.

$$A_{MÍN} = A_{NEC} = 12{,}5 \text{ cm}^2$$

PERFILES COMERCIALES:

N° 1 $A_1 = 10{,}80 \text{ cm}^2$
N° 2 $A_2 = 11{,}20 \text{ cm}^2$
N° 3 $A_3 = 12{,}90 \text{ cm}^2$ ← PERFIL ADOPTADO.
N° 4 $A_4 = 13{,}50 \text{ cm}^2$

III.- PROBLEMAS DE DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE:

$$\sigma_{ADM} \cdot A(x) = N_{ADM} \quad \text{P/ CADA SECCIÓN}$$

SI $A(x) = A_{MÍNIMA}$ ES N_{ADM} DEL ELEMENTO.

ACLARACIONES:

1.- El área necesaria, Anec, NO depende del tipo de sección, sino solamente de la cantidad de materia. No importa cómo está distribuida la materia en la sección transversal.

2.- Lo anterior es válido exclusivamente para "Esfuerzos de Tracción". Para esfuerzos de compresión, si depende de cómo está distribuida la materia en la sección transversal. Esto se verá más adelante en la carrera (asignaturas como "Análisis Estructural", "Estructuras Metálicas" y "Estructuras de Hormigón".
En esta asignatura se asumirá que las barras comprimidas no son susceptibles de sufrir o experimentar "inestabilidad del equilibrio" o "pandeo".

3.- NOMENCLATURA Y CALIDAD DE LOS ACEROS:

F - XX

VALOR DE LA TENSIÓN DE FLUENCIA EN kN/cm²

TENSIÓN DE FLUENCIA

CALIDAD	σ_F [kN/cm²]
F-20	20,00
F-24	24,0
F-30	30,00
F-36	36,00

Si F-24 y CS = 1.60

$$\frac{\sigma_F}{CS} = \sigma_{ADM} \rightarrow \frac{24}{1,60} = 15 \ \frac{kN}{cm^2}$$

5° y 6° ECS DE EQUIVALENCIA:

5º $\quad M_y = 0 = \underbrace{\int_A \sigma_x \cdot z \cdot dA} \rightarrow \sigma_x = \text{CTE} \rightarrow$

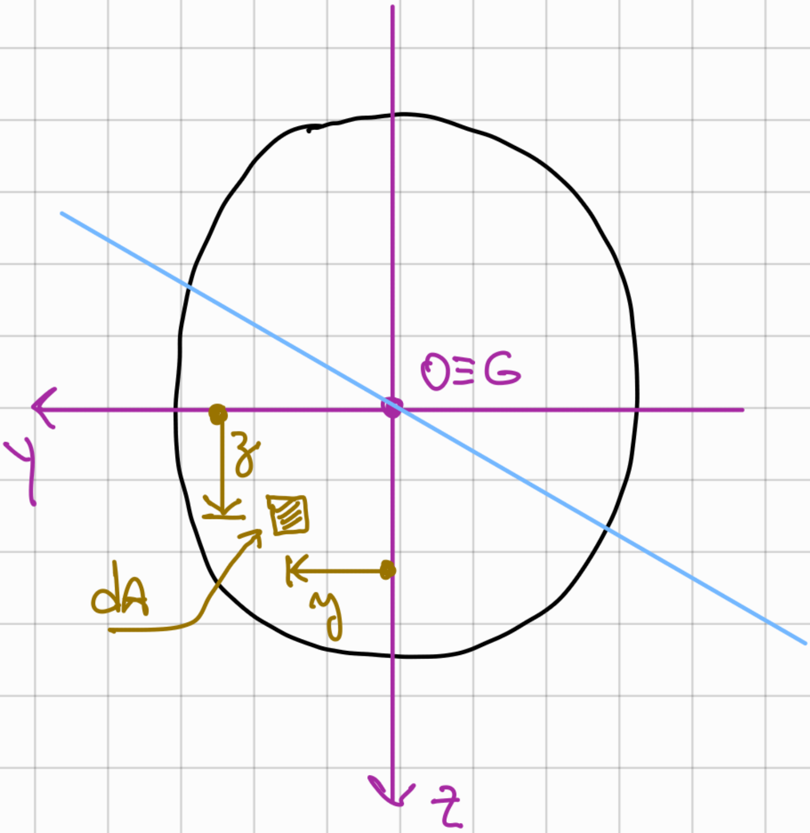
6º $\quad M_z = 0 = \underbrace{\int_A - \sigma_x \cdot y \cdot dA} \rightarrow \sigma_x = \text{CTE} \rightarrow$

5º $\quad 0 = \cancel{\sigma_x} \cdot \int_A z \cdot dA \cdot \rightarrow$

6º $\quad 0 = \cancel{-\sigma_x} \int_A y \cdot dA \rightarrow$

$$\boxed{\begin{array}{l} 0 = \int_A z \cdot dA = S_{y_G} \\ \\ 0 = \int_A y \cdot dA = S_{z_G} \end{array}}$$

✓



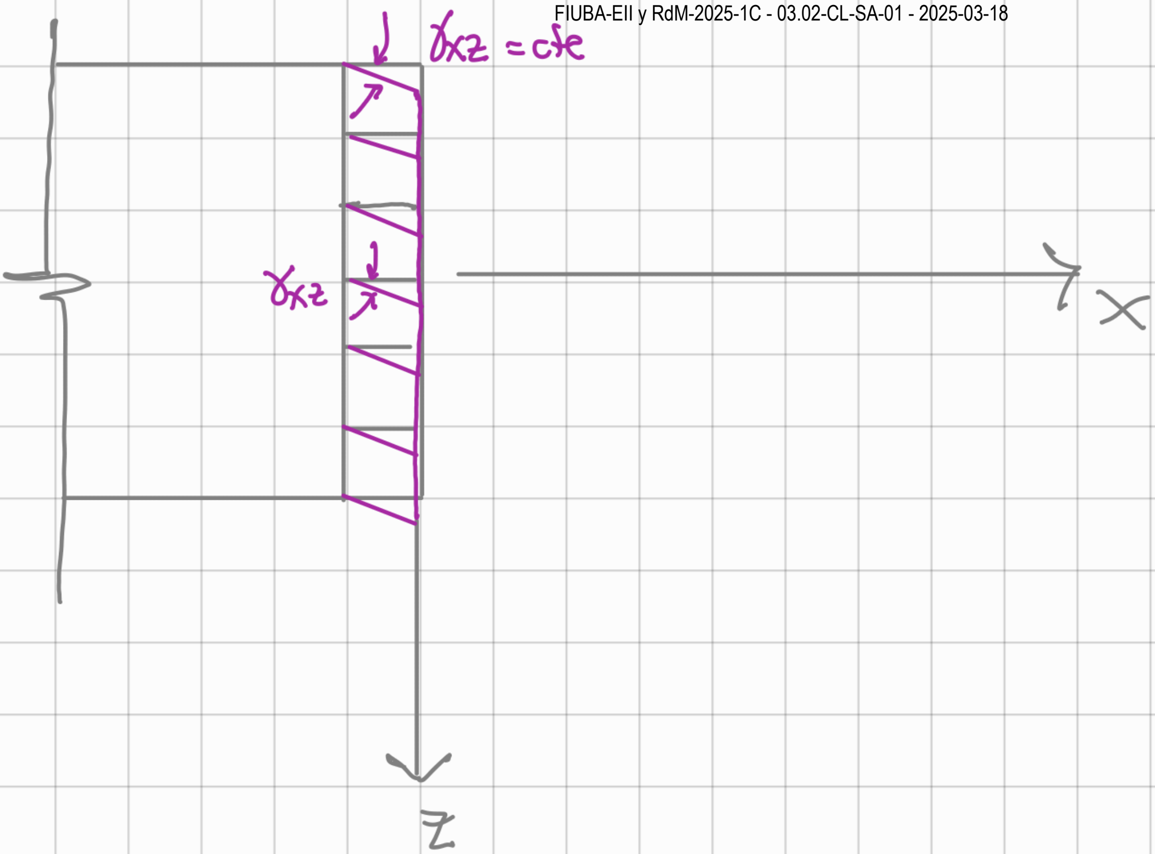
2° y 3° ECS DE EQUIVALENCIA:

LAS SECCIONES SE MANTIENEN PLANAS → LAS SECCIONES NO SE ALABEAN. → LAS SECCIONES SE DISTORSIONAN ???

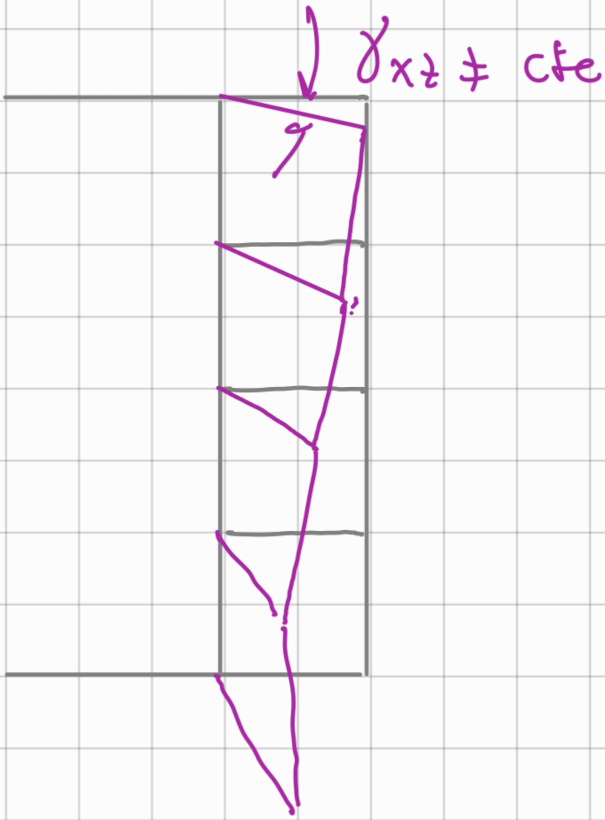
PUEDEN SUCEDER 2 CUESTIONES

i) $\underline{\underline{\gamma = 0}}$ → LA SECCIÓN NO SE DISTORSIONA, NO SE ALABEA Y SE MANTIENE PLANA.

ii) $\underline{\underline{\gamma = CTE}}$ → LA SECCIÓN SE DISTORSIONA, NO SE ALABEA Y SE MANTIENE PLANA.



iii) $\underline{\underline{\gamma \neq cte}}$ $\longrightarrow$ LA SECCIÓN SE DISTORSIONA, SE ALABEA, $\underline{\underline{\text{NO}}}$ SE MANTIENE PLANA $\Rightarrow$ $\underline{\underline{\text{NO}}}$ CUMPLE LA HIPÓTESIS DE NAVIER.



NO PUEDE SER

si $\gamma = 0 \xrightarrow[\text{Hooke}]{} \tau = G \cdot \gamma = 0$

si $\gamma = \text{cte} \xrightarrow[\text{Hooke}]{} \tau = G \cdot \gamma = \text{cte}.$

$$\left.\begin{aligned} &2°)\quad Q_y = 0 = \int_A \tau_{xy}\, dA \\ &3°)\quad Q_z = 0 = \int_A \tau_{xz}\, dA \end{aligned}\right\} \underline{\underline{\text{si } \tau = 0}}$$

✓

✓

$$\left.\begin{aligned} &2°)\quad Q_y = 0 = \int_A \tau_{xy}\, dA \\ &3°)\quad Q_z = 0 = \int_A \tau_{xz}\, dA \end{aligned}\right\} \underline{\underline{\text{si } \tau = \text{cte}}}$$

$\rightarrow$

$\rightarrow$

$$Q_y = 0 = \cancel{\tau_{xy}} \int_A dA \rightarrow 0 = \int_A dA = A$$

$$Q_z = 0 = \cancel{\tau_{xz}} \int_A dA \rightarrow 0 = \int_A dA = A$$

$\rightarrow \tau = \tau_{xy} = \tau_{xz} = 0 \rightarrow \gamma = 0 \rightarrow$

$\rightarrow$ LAS SECCIONES NO SE DISTORSIONAN.

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = 0$$

La conclusión de estos resultados es que:

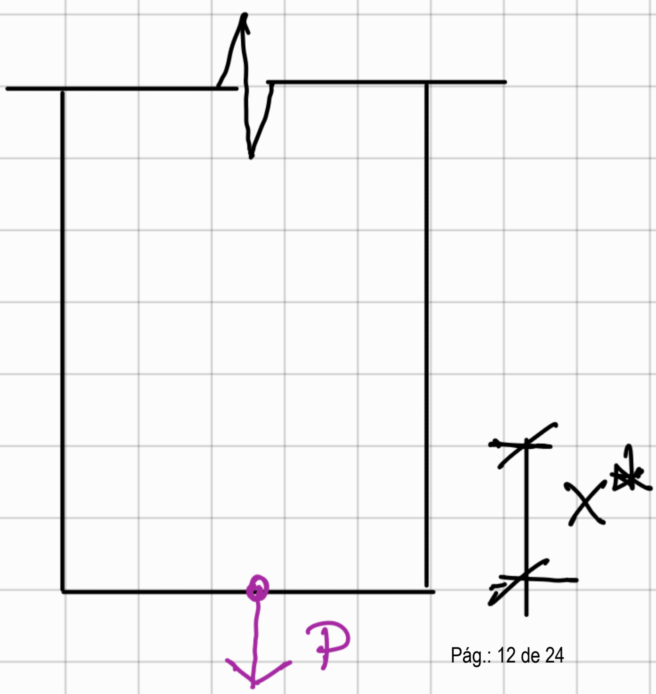
1. Las secciones se mantienen planas, hecho observado experimentalmente;
2. De lo anterior (de 1), se concluye que las secciones no se alabean;
3. Las secciones tampoco se distorsionan y por lo tanto, las tensiones tangenciales, en un problema de solicitación axil, son nulas.

4° EC DE EQUIVALENCIA:

$$M_x = 0 = \int_A \left(-\tau_{xy} \cdot z + \tau_{xz} \cdot y \right) dA$$

Si $\tau_{xy} = \tau_{xz} = 0$

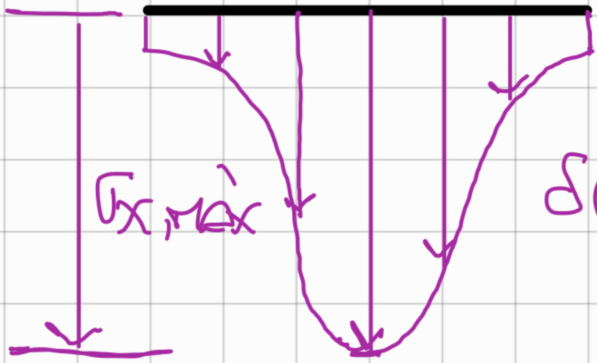
COMENTARIO:



$$\boxed{x_1^* = d/4}$$

$$\frac{\Delta L(x_1^*)}{L_0} = \varepsilon_x$$

$$\varepsilon_x \cdot E = \sigma_x$$



$$\delta(x) = \Delta L(x)$$

$$\downarrow$$

$$\varepsilon_x \rightarrow \sigma_x$$

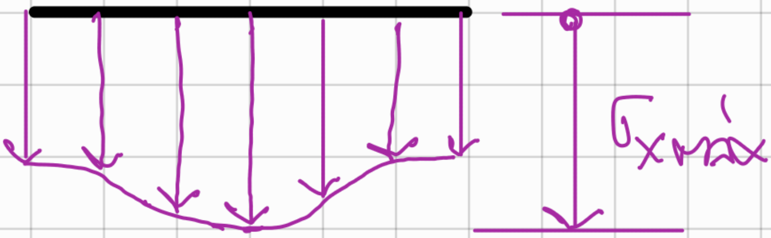
Si $x_1^* = \frac{d}{4} \longrightarrow \sigma_{x,máx} \cong 2{,}58 \cdot \sigma_{media}$

$$\underbrace{\sigma_{media} = \frac{N}{A}}$$

$$\boxed{x_2^* = d/2}$$

$$\frac{\Delta L(x_1^*)}{L_0} = \varepsilon_x$$

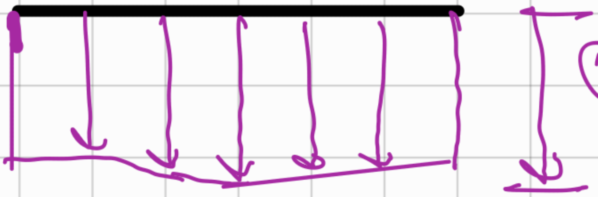
$$\varepsilon_x \cdot E = \sigma_x$$



Si $x_1^* = \frac{d}{2} \longrightarrow$ $\sigma_{x,máx} \cong 1,39\ \sigma_{media}$

$\sigma_{media} = \frac{N}{A}$

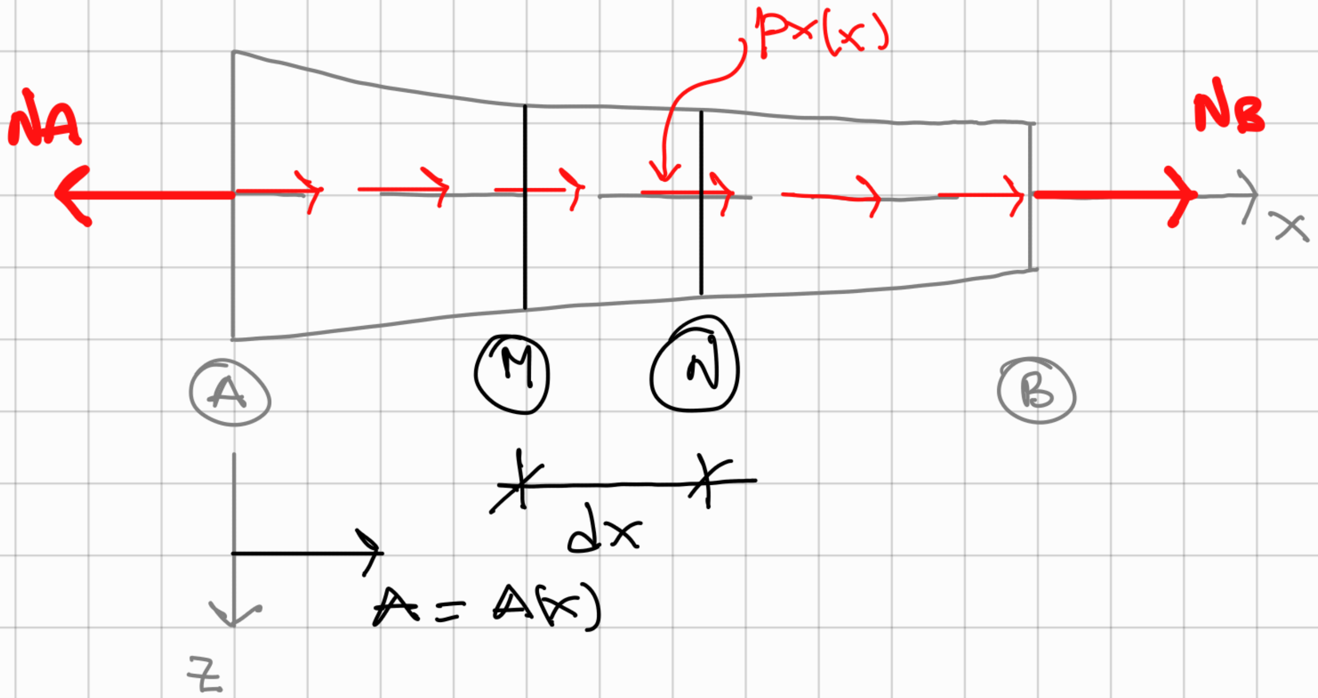
$$\boxed{x_3^* = d}$$

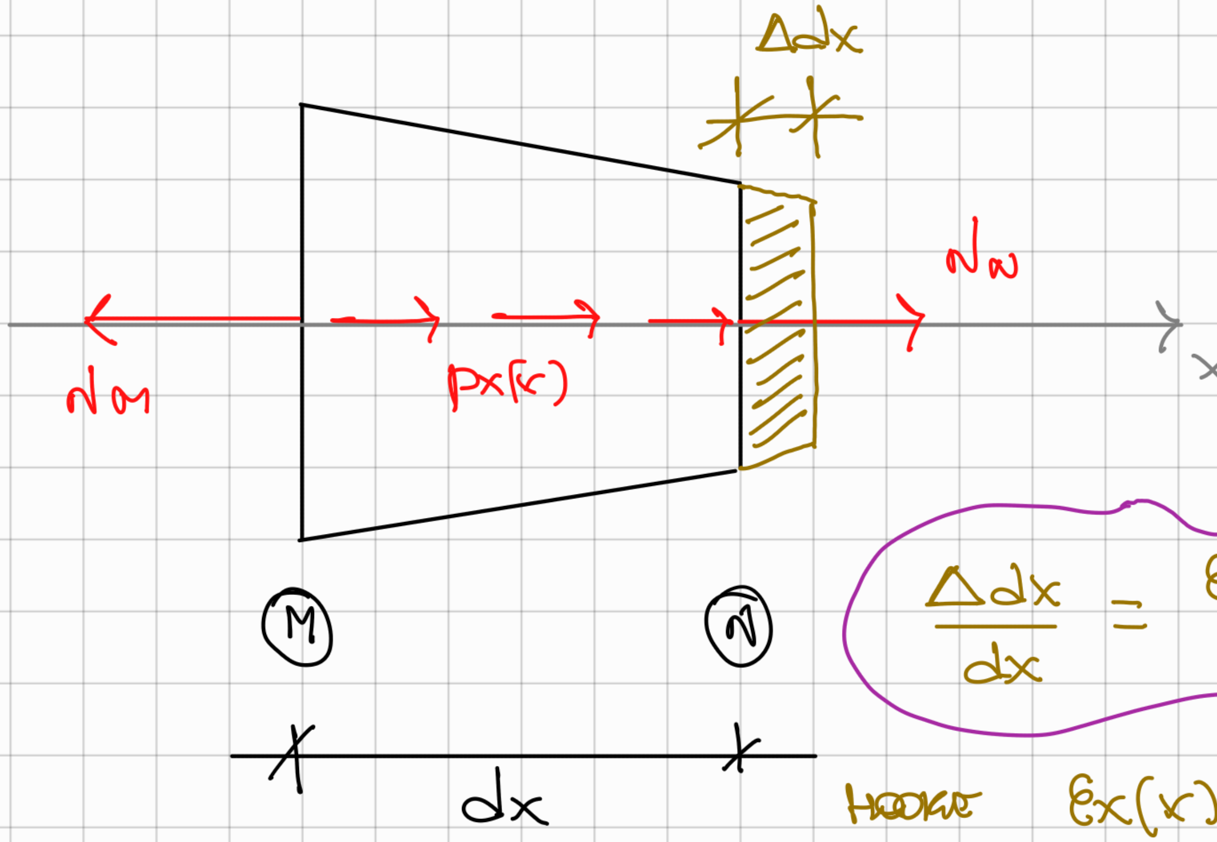


$\sigma_{x\,máx} \cong 1,03\ \sigma_{x\,media}$

BARRAS ESBELTAS: $\frac{L}{d} \geq 10$.

09.- DESPLAZAMIENTOS Y DEFORMACIONES:





$$\boxed{\frac{\Delta dx}{dx} = \varepsilon_x(x)}$$

HOOKE $\quad \varepsilon_x(x) = \dfrac{\sigma_x(x)}{E}$

$$\Delta dx(x) = \varepsilon_x(x)\, dx = \frac{\sigma_x(x)}{E}\, dx$$

$$\sigma_x(x) = \frac{N(x)}{A(x)}$$

$$\Delta dx(x) = \frac{\sigma_x(x)}{E} \cdot dx = \frac{N(x)}{E\,A(x)} \cdot dx$$

$$\boxed{\Delta L(x) = \delta(x) = \int \Delta dx(x) = \int_0^x \frac{N(x)}{E \cdot A(x)} \cdot dx}$$

$$\boxed{\varepsilon_x(x) = \frac{d\Delta L(x)}{dx} = \frac{d\delta(x)}{dx} = \frac{N(x)}{E\,A(x)}}$$

- CASO PARTICULAR:

si $N(x) = cte$; $E = cte$; $A = cte$

$$\Delta L(x) = \delta(x) = \frac{N}{EA} \cdot x$$

$x = L$. $\boxed{\Delta L(L) = \delta(L) = \frac{N L}{EA}}$

10.- RESUMEN DE EXPRESIONES Y VARIABLES:

VARIABLES ESTÁTICAS:

- ESFUERZO NORMAL $N(x)$
- TENSIONES NORMALES $\sigma_x(x) = \dfrac{N(x)}{A(x)}$

VARIABLES CINEMÁTICAS:

- DESPLAZAMIENTOS O VARIACIONES DE LONGITUD.

$$\delta(x) = \Delta L(x) = \int_0^x \frac{N(x)}{EA(x)} \cdot dx$$

- DEFORMACIONES ESPECÍFICAS LONGITUDINALES:

$$\varepsilon_x(x) = \frac{d\Delta L(x)}{dx} = \frac{d\delta(x)}{dx} = \frac{N(x)}{E \cdot A(x)}$$

11.- RIGIDEZ A LA SOLICITACIÓN AXIL:

$$\delta(x) = \int_0^x \frac{N(x)}{E.A(x)}\,dx$$

si $x = L$

$N = cte$; $E = cte$; $A = cte$

$$\delta(x=L) = \frac{N L}{EA} \rightarrow \delta(L) = \frac{N}{\frac{E.A}{L}} = \frac{N}{K}$$

$\frac{E.A}{L}$ K

$K \uparrow \rightarrow \delta(L) \downarrow \rightarrow$ MÁS RÍGIDO O MENOS DEFORMABLE

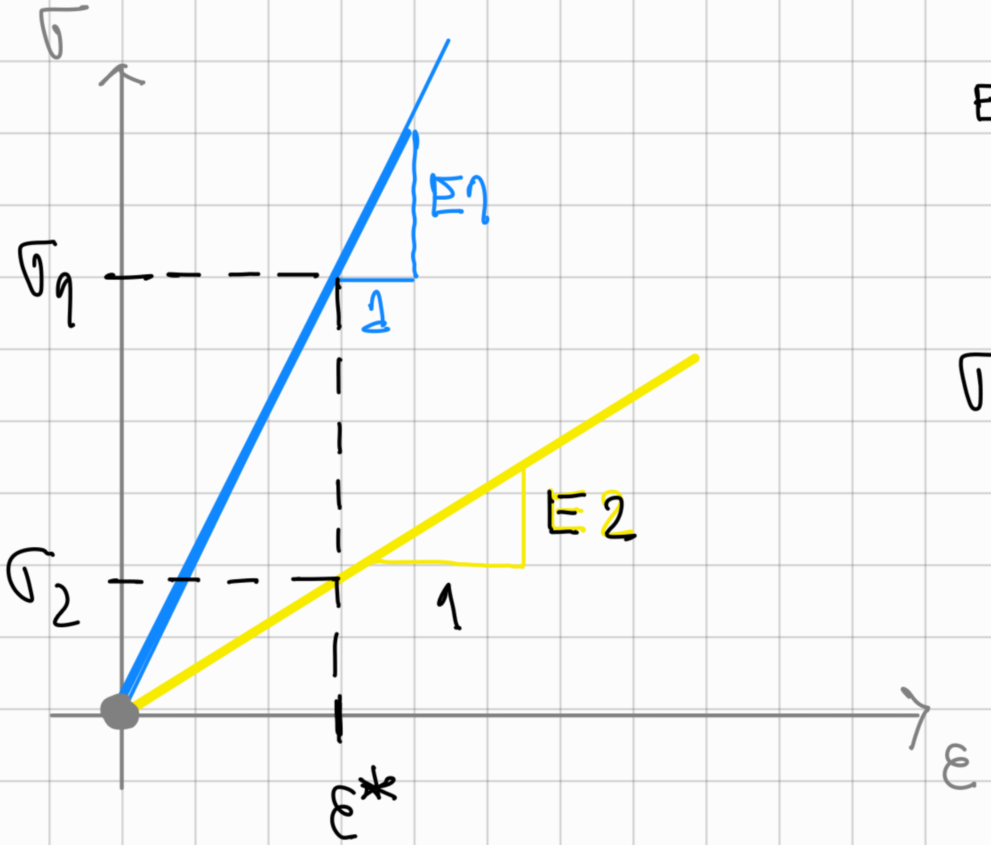
$K \downarrow \rightarrow \delta(L) \uparrow \rightarrow$ MENOS RÍGIDO O MÁS DEFORMABLE.

$$N = K . \delta(x)$$

$$\boxed{K = \frac{EA}{L}}$$

RIGIDEZ A LA SOLICITACIÓN AXIL

$$[K] = \frac{[E][A]}{[L]} = \frac{[F]}{\cancel{[L]^2}} \cdot \frac{\cancel{[L]^2}}{[L]} = \frac{[F]}{[L]}$$



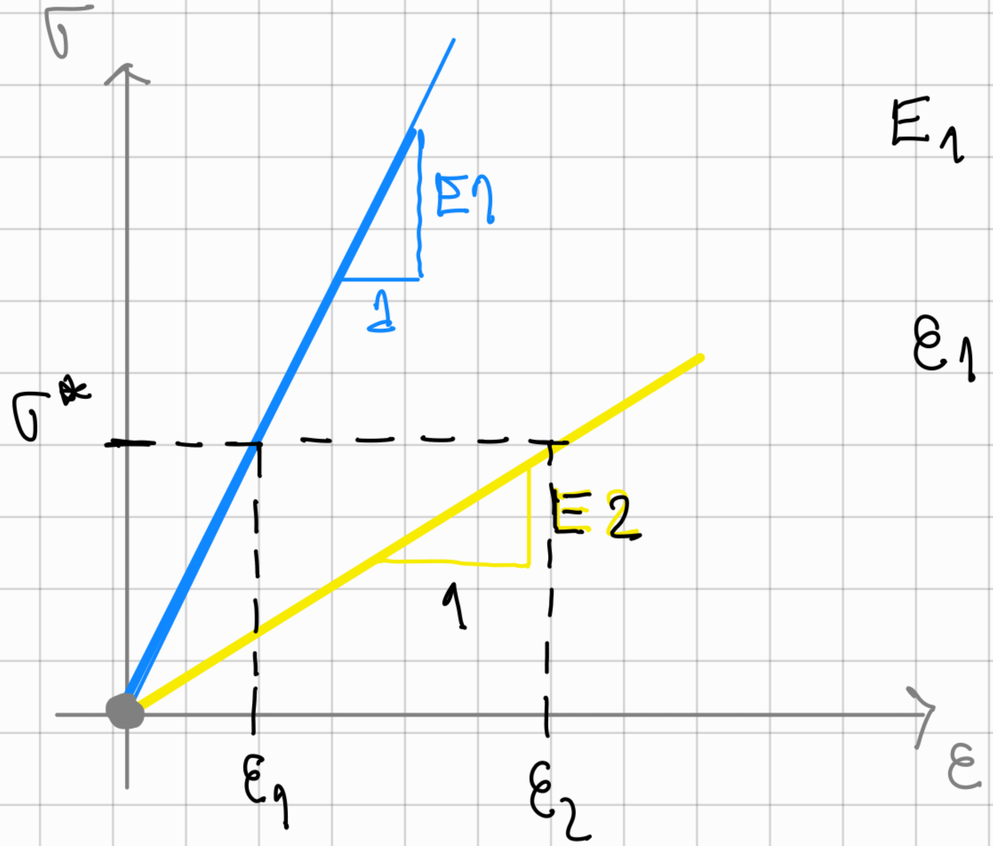
$$E_1 > E_2$$

$$\downarrow$$

$$\sigma_1 > \sigma_2$$

$$\sigma = E\,\varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$



$$E_1 > E_2$$

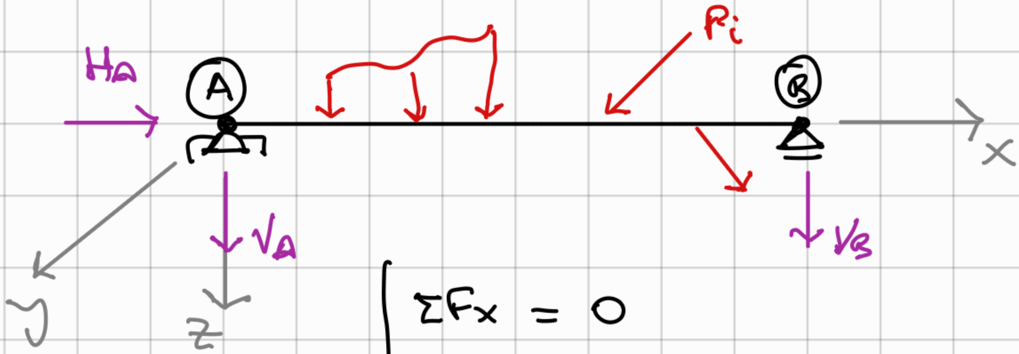
$$\downarrow$$

$$\varepsilon_1 < \varepsilon_2$$

12.- SISTEMAS HIPERESTÁTICOS:

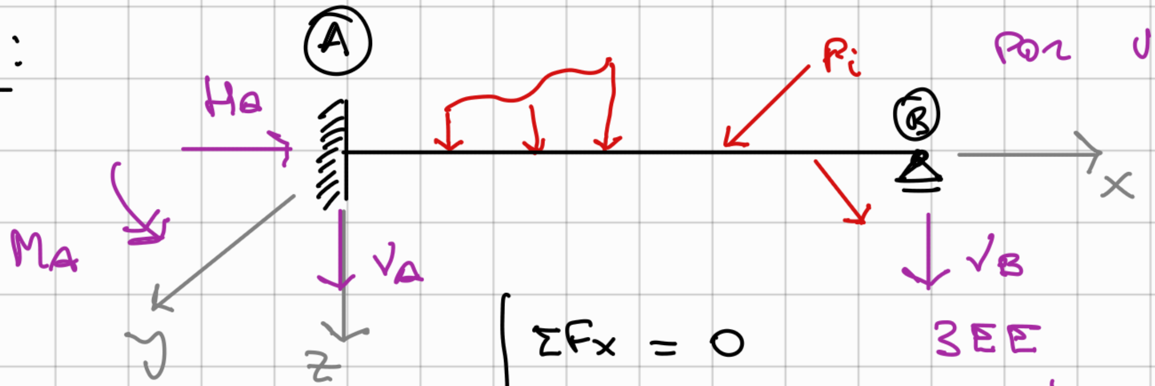
12.01.- INTRODUCCIÓN:

EJ 01:



$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_z = 0 \\ \Sigma M^R_{F_i} = 0 \end{cases}$$

EJ. 02:



HIPERESTÁTICO POR VÍNCULO EXTERNO.

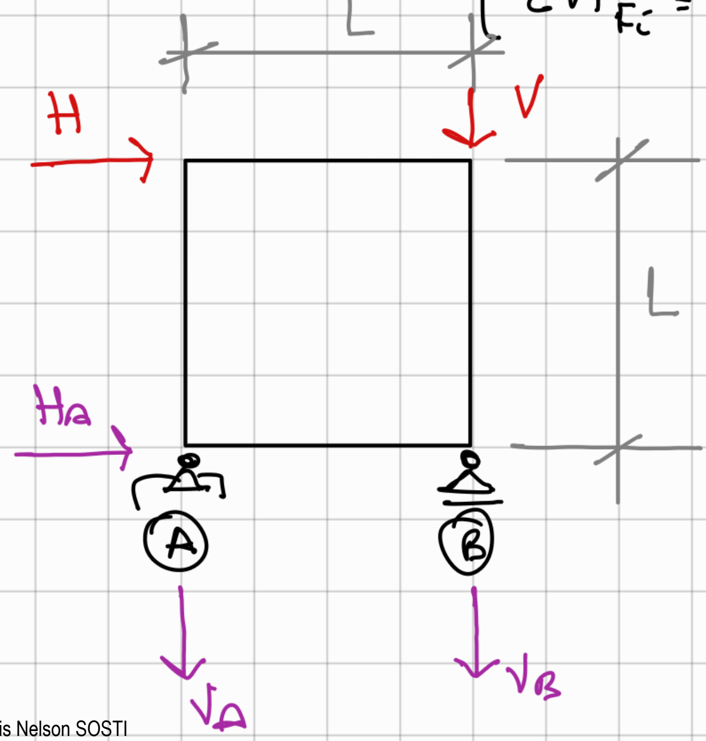
$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_z = 0 \\ \Sigma M^R_{F_i} = 0 \end{cases}$$

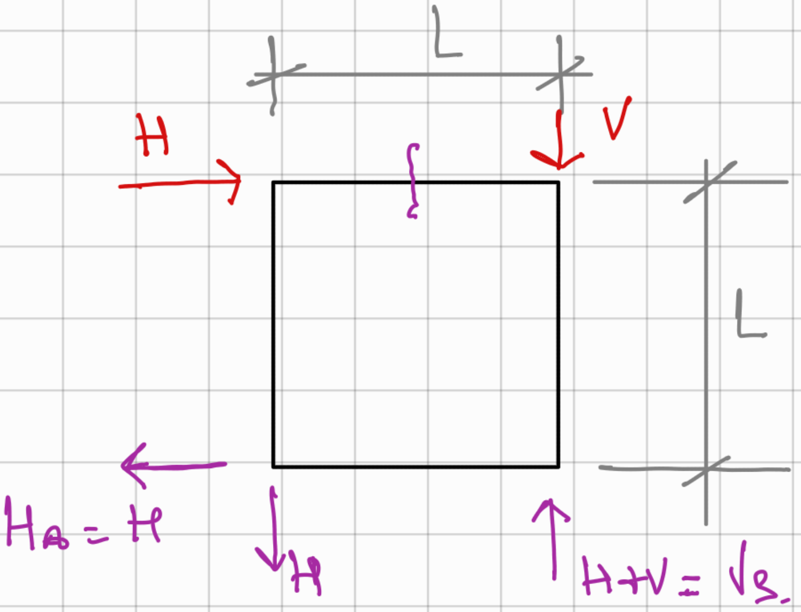
3 EE

4 INCÓG EST.

GH = 1 = 4−3

EJ. 03:



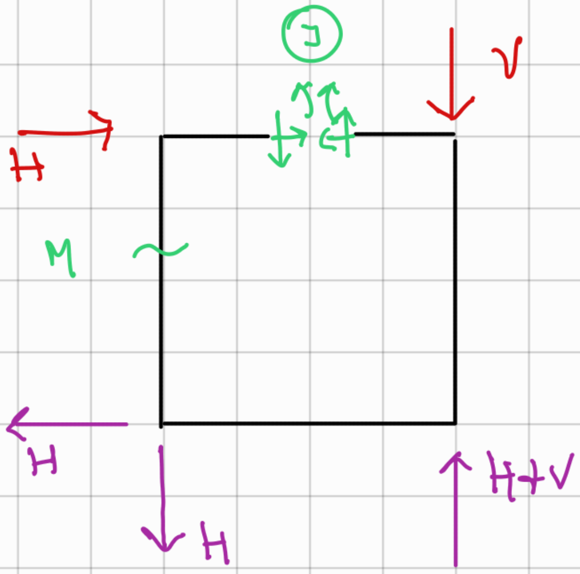


$\sum M^{A}_{F_i} = 0$

$-H.L - V.L - V_B L = 0$

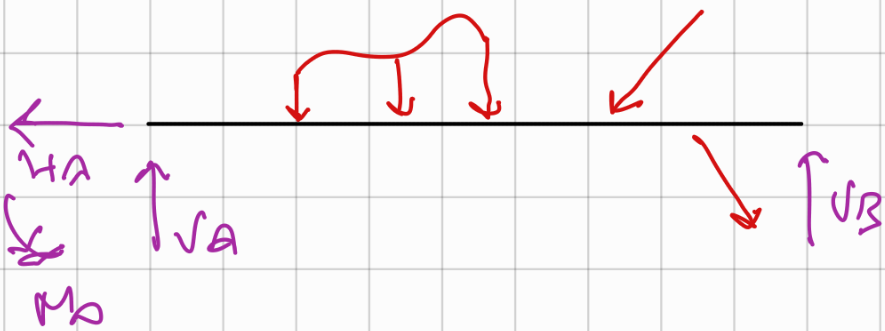
$V_B = -(H+V)$

HIPERESTÁTICO POR VÍNCULO INTERNO

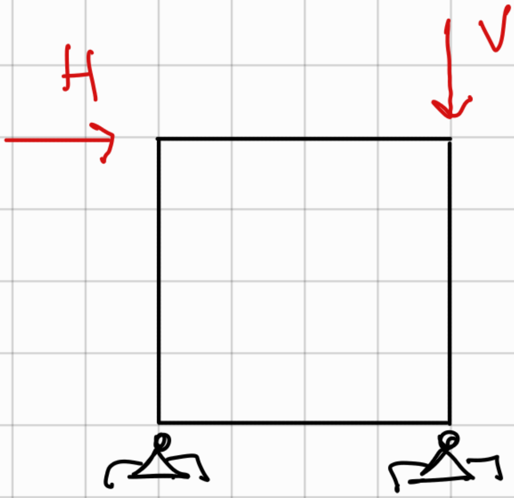


Q_J ; N_J ; M_J

$GH = 3 - 0 = 3$



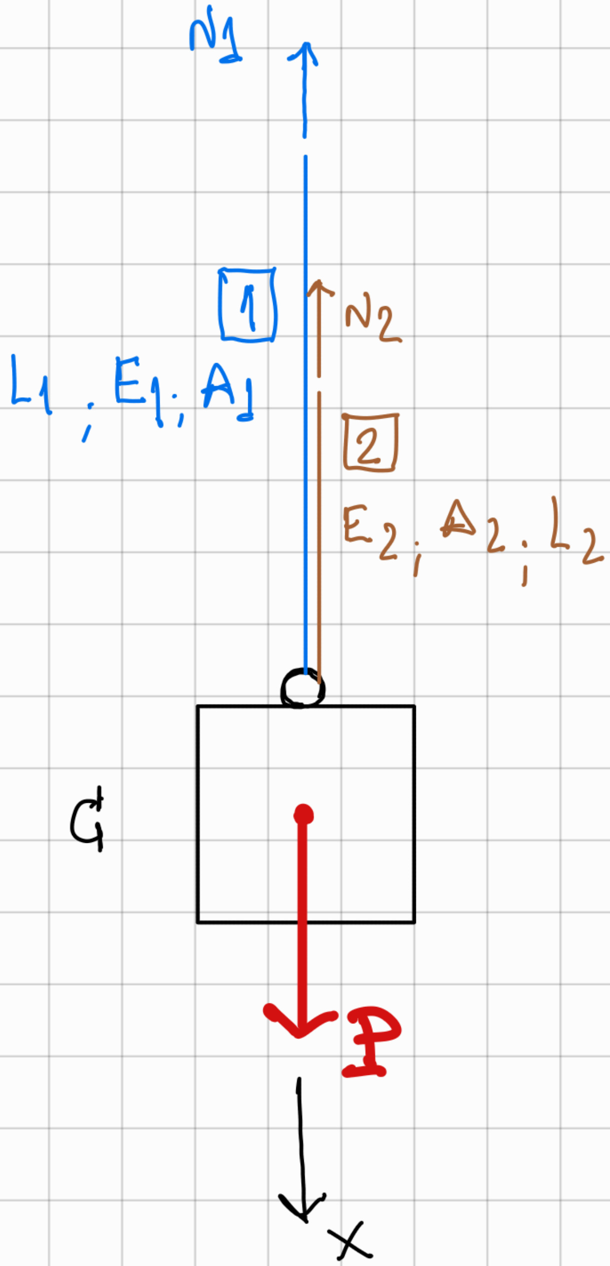
EJ 04:



HIPERESTÁTICO POR VÍNCULO MIXTO (POR VÍNCULO EXTERNO E INTERNO).

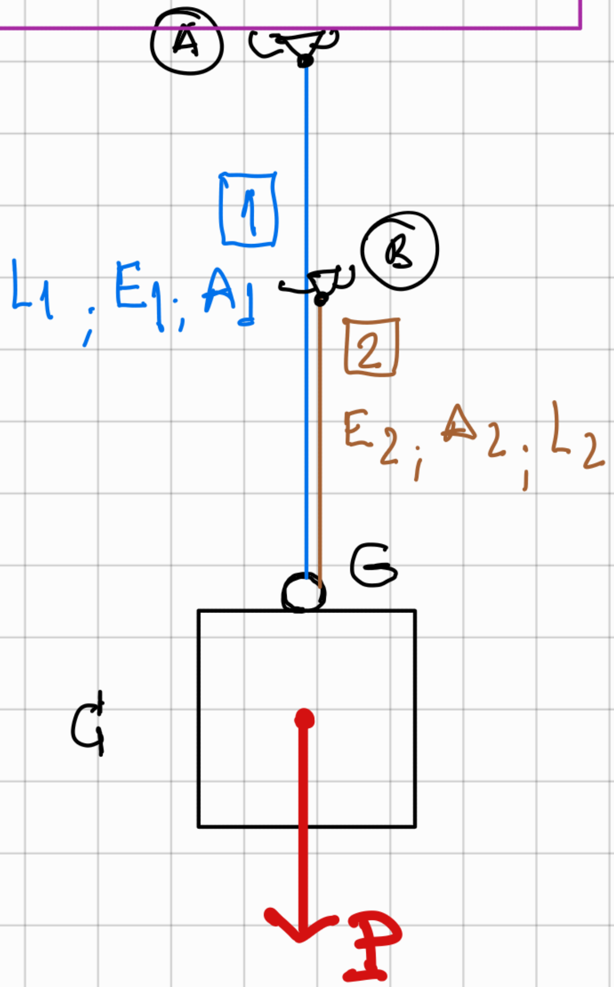
GH = 1 + 3 = 4

12.02.- RESOLUCIÓN DE SH: Metodología por Inspección



$\Sigma F_x = 0$

$$\boxed{P - N_1 - N_2 = 0} \quad (1)$$



$$\underline{\underline{\Delta L_1 = \Delta L_2}}$$

$$\Delta L(x=L) = \int \frac{N}{EA}\,dx =$$

$$= \frac{N L}{EA}$$

$$\boxed{\frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} = \frac{N_2 L_2}{E_2 A_2}} \quad (2)$$

• ECUACIÓN DE COMPATIBILIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS

$$N_2 = \frac{N_1 L_1}{E_1 A_1} \cdot \frac{E_2 A_2}{L_2} \leftarrow$$

$$\underbrace{P - N_1 - \frac{L_1}{E_1 A_1} \cdot \frac{E_2 A_2}{L_2} \cdot N_1 = 0.}$$

1º CONCLUSIÓN → VERIFICACIÓN EN LUGAR DE DIMENSIONAMIENTO.

2º CONCLUSIÓN →

$$N_2 = \overbrace{\frac{E_2 A_2}{L_2}}^{K_2} \cdot \frac{1}{\frac{E_1 A_1}{L_1}} \cdot N_1$$

$$\boxed{N_2 = \frac{K_2}{K_1} \cdot N_1}$$

si $K_2 > K_1 \longrightarrow N_2 > N_1$

si $K_2 < K_1 \longrightarrow N_2 < N_1$

CONCLUSIONES:

1.- En sistemas hiperestáticos, el proceso de dimensionamiento no es directo, sino que se transforma en un proceso indirecto.
Es decir, se propone una solución dada por un material elegido (a través del parámetro "E") y una sección transversal con un área determinada (a través del área "A" de la sección transversal), y se verifica que la solución propuesta es aceptable y cumple con los requisitos de resistencia, deformabilidad y estabilidad.
El proceso es iterativo hasta alcanzar la mejor solución posible.

2.- En sistemas hiperestáticos, los elementos estructurales más rígidos son los que toman mayor esfuerzo.