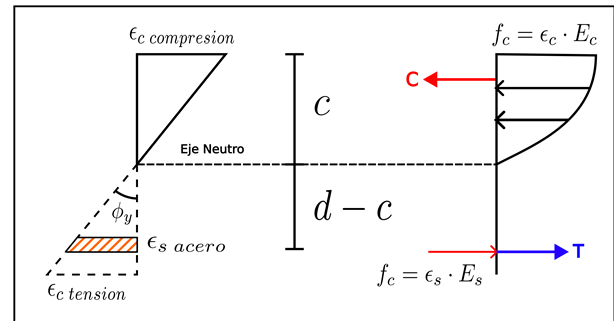
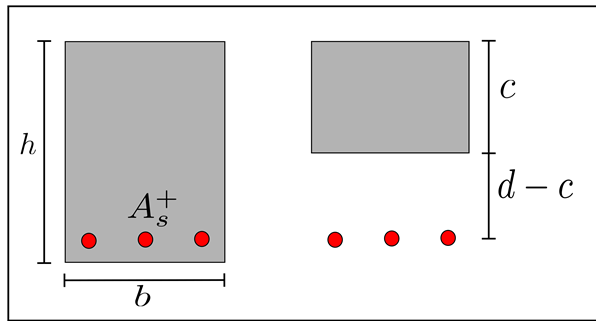


MOMENTO CURVATURA MÉTODO DE LAS FIBRAS



☒ — Datos Iniciales

• Parámetros de entrada:

Deformación del Concreto (falla compresión)

$$\epsilon_{\text{conc}} = 0.003$$

Altura de la Viga

$$h = 50 \text{ cm}$$

Ancho de la Viga

$$b = 25 \text{ cm}$$

Diámetro del estribo ϕ_s

$$3/8''$$

Recubrimiento Total

$$\text{rec} = 4 \text{ cm} + \phi_s = 4.95 \text{ cm}$$

Resistencia de Concreto

$$f'_c = 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia del Acero

$$f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Relación de Módulos de Elasticidad

$$n_t = \frac{E_s}{E_c (f'_c)} = 9.32$$

Maximum Limit concrete strain

$$\epsilon_{\text{limit}} = 0.006$$

Módulo de Elasticidad del Concreto

$$E_c (f'_0) = 15100 \cdot \sqrt{1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de Elasticidad del Acero

$$E_s = 2039000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de Flexión

$$\phi_f = 0.9$$

Popovic Max-strain

$$\epsilon_o = 0.002$$

• Cálculo del área de acero en la sección.

☒ — Definición de áreas y diámetros

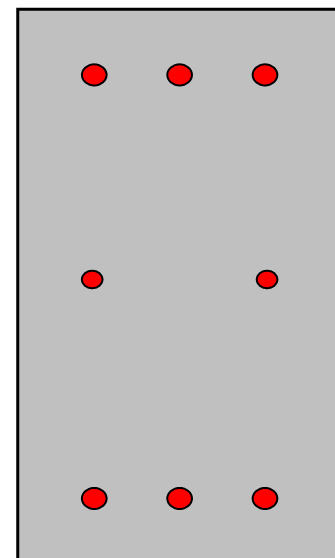
Tabla de Posiciones "X-Y"

Layer	Position X	Position Y	ϕ (cm)	Area (cm ²)
1	5.905	5.905	1.905	2.85
1	12.5	5.905	1.905	2.85
1	19.095	5.905	1.905	2.85
2	5.746	25.651	1.588	1.979
2	19.254	25.651	1.588	1.979
3	5.905	44.095	1.905	2.85
3	12.5	44.095	1.905	2.85
3	19.095	44.095	1.905	2.85

NOTE:

- Position X (cm)
- Position Y (cm)

Sección de Col 25x50 cm



Área del Acero

$$A_s = \sum A_{sm} = 12.51 \text{ cm}^2$$

Centro de Gravedad de ϕ

$$c_\phi = \frac{\sum A_{sm} \cdot P_y}{A_s} = 12.15 \text{ cm}$$

Peralte de la Viga

$$d = h - (c_\phi) = 37.85 \text{ cm}$$

- Cálculos de cuantía máxima y mínima

Acero Mínimo

$$A_{s_{min}} = \text{Max} \left[\frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} \cdot b \cdot d, 0.7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}^{0.5} \cdot \frac{\sqrt{f_c}}{f_y} \cdot b \cdot d \right] = 3.15 \text{ cm}^2$$

Parametro β_1

$$\beta_1 = 0.85$$

Parametro η

$$\eta = 0.85$$

Cuantía Balanceada

$$\rho_b = \frac{\eta \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left(\frac{\epsilon_{conc} \cdot E_s}{\epsilon_{conc} \cdot E_s + f_y} \right) = 0.0214$$

Cuantía Máxima

$$\rho_{max} = 0.5 \cdot \rho_b = 0.0107$$

Acero Maximo para vigas

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} \cdot b \cdot d = 10.13 \text{ cm}^2$$

- Concrete strength and steel model:

Popovic Concrete Model

$$f(\epsilon, n, f_0, \epsilon_0, \epsilon_{tr}) = \begin{cases} -f_0 \cdot \left| \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right| \cdot \frac{n}{n-1 + \left| \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right|^n} & \text{if } \epsilon < 0 \\ E_c(f_0) \cdot |\epsilon| & \text{if } \epsilon \leq \epsilon_{tr} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Steel Model

$$f_{steel}(\epsilon, E_s) = \begin{cases} E_s \cdot \epsilon & \text{if } -\epsilon_y \leq \epsilon \leq \epsilon_y \\ -f_y & \text{if } \epsilon < -\epsilon_y \\ f_y & \text{otherwise} \end{cases}$$

- Where the n power can be expressed as an approximate function of the compressive strength of normal weight concrete as follows:

$$n_{concrete}(f_0) = \frac{0.4 \cdot 10^{-3} \cdot f_0}{\text{psi}} + 1 \quad n_{concrete}(f_c) = 2.1948$$

- Similar formulas for cement mortars and pastes are:

$$n_{mortar}(f_0) = \frac{0.15 \cdot 10^{-3} \cdot f_0}{\text{psi}} + 1.5 \quad n_{paste} = 12$$

- Cálculo del momento de rotura, deformación de rotura y deformación de fluencia:

Esfuerzo de Rotura

$$f_r = 2 \cdot \sqrt{\frac{f_c}{\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}} = 28.98 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Deformación de tracción

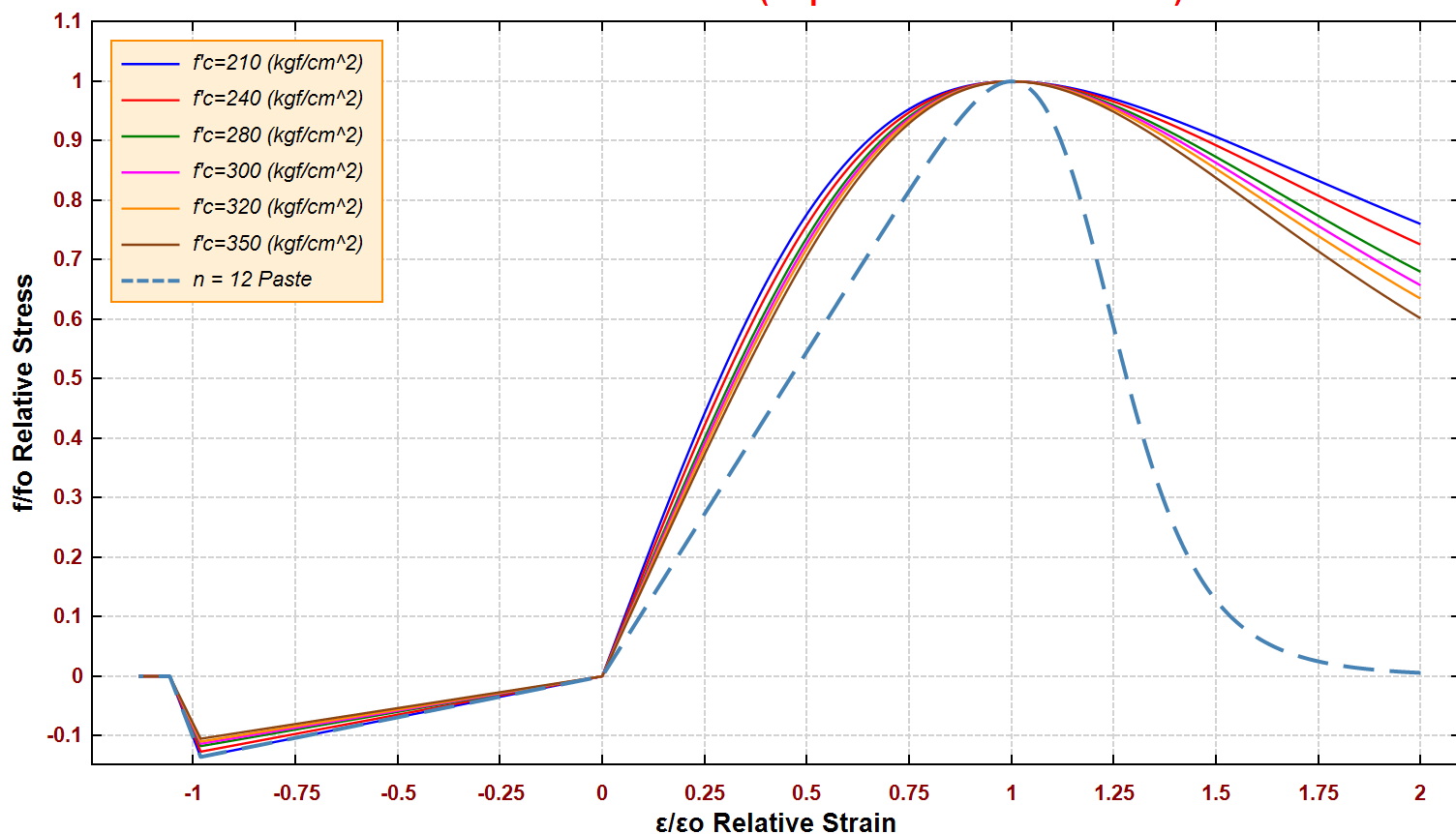
$$\epsilon_{tr} = \frac{f_r}{E_c(f_c)} = 1.3245 \cdot 10^{-4}$$

Deformación defluencia acero

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = 0.00206$$

Gráfica

STRESS STRAIN CURVES (Popovic Model Unconfined)



- Cálculo del Momento y curvatura del **Punto 1**:

Funciones de Cálculo

Número de fibras

$n_{\text{fiber}} = 100$

Ancho de las fibras

$$l_{\text{layer}} = \frac{h}{n_{\text{fiber}}} = 0.5 \text{ cm}$$

Deformación

$$\epsilon_{p1} = 1.5 \cdot \epsilon_{tr}$$

Distancia máxima a la fibra más comprimida en concreto

$$c1 = 16.9 \text{ cm}$$

Cálculo de las fibras

Tabla de Posiciones "Y" del concreto

y (cm)	Area(cm ²)	Strain ϵ	σ (kgf/cm ²)	F (tonnef)	M (tonnef.m)
16.65	12.5	-0.0002	-37.56288	-0.46954	0.07818
16.15	12.5	-0.00019	-36.44683	-0.45559	0.07358
15.65	12.5	-0.00018	-35.32963	-0.44162	0.06911
15.15	12.5	-0.00018	-34.21131	-0.42764	0.06479
14.65	12.5	-0.00017	-33.09192	-0.41365	0.0606
14.15	12.5	-0.00017	-31.9715	-0.39964	0.05655
13.65	12.5	-0.00016	-30.85009	-0.38563	0.05264
13.15	12.5	-0.00015	-29.72773	-0.3716	0.04886
12.65	12.5	-0.00015	-28.60447	-0.35756	0.04523
12.15	12.5	-0.00014	-27.48033	-0.3435	0.04174
11.65	12.5	-0.00014	-26.35537	-0.32944	0.03838
...					

Tabla de Posiciones "Y" del acero

y (cm)	Area(cm ²)	Strain ϵ	σ (kgf/cm ²)	F (tonnef)	M (tonnef.m)
-27.195	2.85023	0.00032	651.87435	1.85799	0.50528
-27.195	2.85023	0.00032	651.87435	1.85799	0.50528
-27.195	2.85023	0.00032	651.87435	1.85799	0.50528
-7.44875	1.97933	0.00009	178.54933	0.35341	0.02632
-7.44875	1.97933	0.00009	178.54933	0.35341	0.02632
10.995	2.85023	-0.00013	-263.55427	-0.75119	0.08259
10.995	2.85023	-0.00013	-263.55427	-0.75119	0.08259
10.995	2.85023	-0.00013	-263.55427	-0.75119	0.08259

Momento del "Punto 1"

$$M1_t = 3.0184 \text{ tonnef.m}$$

Fuerza del Acero

$$F1_{stsum} = 4.0272 \text{ tonnef}$$

Fuerza del concreto

$$F1_{csum} = -4.1133 \text{ tonnef}$$

Equilibrio de fuerzas Error de (T=C)

$$res1 = -0.0861 \text{ tonnef}$$

- De la misma manera calcularemos los demás puntos de diagrama. (θ vs. M).

☒ Cálculo de los puntos de curvatura

☒ Gráfica

Diagrama Momento vs. Curvatura

