

Práctica de hormigón ESTRUCTURAS II

2n Q 2015-2016

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	PÓRTICO 2
6.80	7.20	3.05	5.00	5.00	5.00	6.00	5.50	1.65	0.90	4.75	2.95	5



DISEÑO Y CÁLCULO DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

Esquema y cargas del forjado de planta tercera

- Planteamiento acotado del forjado de planta tercera y definición del estado de cargas superficiales gravitatorias_____02
- Detalle del cálculo utilizado para la obtención del canto del forjado de planta tercera.
- Detalle del cálculo utilizado por el predimensionado de la jácena 'peor' (la más larga) de la planta tercera (techo planta segunda), del pórtico a estudiar donde llega el forjado, bajo criterios deformacionales y tensionales_____03

Esquema y cargas del forjado de planta cubierta

- Planteamiento acotado del forjado de cubierta (techo planta cuarta) y definición del estado de cargas superficiales gravitatorias_____04
- Detalle del cálculo utilizado para la obtención del canto del forjado de planta cubierta (techo planta cuarta)
- Detalle del cálculo utilizado por el predimensionado de la jácena 'peor' (la más larga) de la planta cubierta (techo planta cuarta), del pórtico a estudiar donde llega el forjado, bajo criterios deformacionales y tensionales_____05

PREDIMENSIONADO DE PILARES

Predimensionado de un pilar y de uno de fachada

- Detalle del predimensionado del pilar intersección de los pórticos asignados y el de fachada, en planta baja y en planta tercera_____06

ANÁLISIS INFORMÁTICO DE ESTRUCTURAS DE BARRAS PLANAS

- Esquema acotado con los valores de las Cargas Permanentes (G) y Variables (Q), de sus reacciones en el apoyo, para cada tramo de forjado estudiado en cada planta_____07
- Esquema del pórtico, acotado y con las dimensiones b x h de todas las barras (resultante del predimensionado)_____08
- Esquema de las cargas gravitatorias actuantes sobre el pórtico debidas a la acción de las cargas permanentes (G) provenientes de las reacciones.
- Esquema de las cargas actuantes sobre el pórtico debido a la acción de las cargas variables (Q) provenientes de las reacciones_____09
- Cargas actuantes sobre el pórtico en cuestión debidas a la acción del viento en el sentido positivo del eje X y en el sentido negativo del eje X_____10
- Diagrama de la deformada del pórtico bajo cargas permanentes
- Diagrama de la deformada del pórtico bajo sobrecargas
- Justificación de la flecha
- Diagrama de la deformada del pórtico bajo carga de viento izquierda
- Comparación de las flechas de la jácenas y detalle de la deformación horizontal_____11
- Diagrama de momentos característicos del pórtico bajo cargas permanentes más peso propio de la estructura
- Diagrama de momentos característicos del pórtico bajo sobrecargas
- Comparación de los momentos característicos del pórtico bajo sobrecargas_____12
- Comparación de la suma de momentos (G) y (Q) en jácena de la planta tercera
- Comparación de la suma de momentos (G) y (Q) en pilar interior de planta baja y tercera
- Comparación de la suma de axiles característicos pilar interior de planta baja y tercera_____13

- Detalle de los coeficientes de ELU	
- Diagrama de momentos	14
- Diagrama de axiles del pórtico analizado, bajo la combinada de cargas permanentes y peso propio más sobrecargas más viento	
- Diagrama de momentos del pórtico analizado, bajo la combinada de cargas permanentes y peso propio más sobrecargas y viento	15
- Envolvente de momentos flectores del pórtico analizado (techo planta segunda)	
- Envolvente de cortantes del pórtico analizado (techo planta segunda)	16

CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE ARMADURAS DEL FORJADO

- Cálculo de esfuerzos por wineva de todos los tramos del forjado de la planta tercera (techo planta segunda)	17
- Cálculo del tipo de vigueta a momento positivo de todo el forjado de planta tercera, incluidas tablas de fichas características	
- Cálculo de la armadura de refuerzo a negativo de todo el forjado de la planta cuarta, incluidas tablas de fichas características	
- Definición de la armadura de reparto del forjado de la planta cuarta, con detalle de su cálculo	18
- Cálculo de la longitud de armado a negativo	
- Planta acotada de los esfuerzos de negativo del forjado unidireccional de planta tercera, con disposición de viguetas y su tipo según fichas características; armados con longitudes, momentos y cortantes últimos y detalles constructivos de todas las entregas de forjado a jácenas	19

CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE ARMADURAS DE JÁCENA

Flexión simple

- Cálculo de la armadura longitudinal de las jácenas de la planta tercera en todos los tramos según envolvente de momentos flectores	20
- Despiece de la armadura longitudinal de la misma jácena en planta y alzado, en consonancia con la envolvente de momentos flectores. Incorporación de características del material según Normativa EHE-08	21

Cortante

- Cálculo de la armadura transversal de las jácenas de la planta tercera en todos los tramos según envolvente de cortantes	22
- Despiece de la armadura transversal de la misma jácena en planta y alzado, en consonancia con la envolvente de cortantes. Incorporación de características del material según Normativa EHE-08	23

CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE ARMADURAS DE PILARES

Flexión compuesta

- Comprobación a pandeo y cálculo de la armadura longitudinal y transversal del pilar intersección de los pórticos, en planta baja, mediante ábaco de flexión sesgada. Incorporación de las características de materiales según Normativa EHE-08	24
- Comprobación a pandeo y cálculo de la armadura longitudinal y transversal del pilar intersección de los pórticos, en planta cuarta, mediante ábaco de flexión sesgada. Incorporación de las características de materiales según Normativa EHE-08	25

Cálculo utilizado para la obtención del canto del forjado:

Predimensionat del cantell del forjat

$$h = d1 \cdot d2 \cdot L/C \quad d1 = \sqrt[3]{q/7} \text{ (KN/m}^2\text{)} \quad d2 = \sqrt[4]{L/6} \text{ (m)}$$

q = carga total
L = luz más desfavorable
C = coeficiente tabla 50.2.2.1.b

$h_{min} = d1 \times d2 \times L/C$ para un primer predimensionado, suponemos que $d1 \times d2 = 1$
Buscamos en la tabla, 50.2.2.1.b, obtenemos el canto para tramos exteriores (C=23) y tramos interiores (C=26).

Cojemos el tramo exterior, ya que es el más desfavorable, 5.5, por tanto:

$$h_{min} = 1 \times 1 \times (5.5/23) = 0.239 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$$

Semi-vigueta VP-15, con canto de 20+5, tiene un peso propio, P.P = 2.75kN/m²
Por tanto, ya podemos calcular d1 y d2:

$$d1 = \sqrt[3]{(2.75 + 0.9 + 0.2 + 2 + 1)/7} = 0.989$$

$$d2 = \sqrt[4]{(5.5/6)} = 0.983$$

$$h_{min} = 0.989 \times 0.983 \times (5.5/23) = 0.232 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$$

Canto 20cm + 5cm

Forjado de semiviguetas pretensadas
Intereje 73cm (forjado más ligero)
Bovedilla cerámica

PESO PROPIO: 2.92kN/m²

2ª aproximación (comprobación canto forjado P2)

ESTADOS DE CARGAS

CARGAS PERMANENTES

- PAVIMENTO 0.80 KN/m²
Baldosa hidráulica o cerámica 5 cm espesor
- PESO PROPIO FORJADO 2.92KN/m²
Forjado unidireccional 24+5cm, intereje 73 cm
bovedilla cerámica (Prefabricado Pujol)
- TABIQUERÍA 1.00 KN/m²
- FALSO TECHO

CARGAS VARIABLES

- SOBRECARGA DE USO

TOTAL 6.92 KN/m²

$$h_{FINAL} = d1 \cdot d2 \cdot L/C \quad d1 = \sqrt[3]{6.92/7} = 0.994 \quad d2 = \sqrt[4]{5.5/6} = 0.978$$

$$L = 5.50 \text{ m}$$

$$C = 23$$

$$q = 6.92 \text{ KN/m}^2$$

$$d1 = 0.99$$

$$d2 = 0.97$$

$$h_{FINAL} = d1 \cdot d2 \cdot L/C \Rightarrow h_{FINAL} = 0.99 \cdot 0.97 \cdot 5.50/23 \Rightarrow h_{FINAL} = 0.23 \text{ m}$$

(cumple)

FORJADO DE 20+5

PESO PROPIO: 2.92 KN/m²

PREDIMENSIONADO DE LA JÁCENACARGAS LINEALES

Predimensionaremos la jácena por tensión, cogeremos la luz más desfavorable, es la distancia: 7.2m

$q_{\text{lineal}} = \text{área tributaria} \times q$

área tributaria = 5

$q = 6.92$

$$q_{\text{lineal}} = 5 \text{ m} \times 6.92 \text{ kN/m}^2 = 34.6 \text{ kN/m}$$

PREDIMENSIONADO DE LOS MOMENTOS EN NUDOS DESEQUILIBRADOS

Momento = $q_{\text{lineal}} \times l^2 / 12$

Momento vol. = $q_{\text{lineal}} \times l^2 / 2$

$$M_{\text{ext}} 4-5 = (34.6 \text{ kN/m} \times 6.8^2 \text{ m}) / 12 = 133.32 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{int}} 5-4 = (34.6 \text{ kN/m} \times 6.8^2 \text{ m}) / 12 = 133.32 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{int}} 5-6 = (34.6 \text{ kN/m} \times 7.2^2 \text{ m}) / 12 = 149.47 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ext}} 6-5 = (34.6 \text{ kN/m} \times 7.2^2 \text{ m}) / 12 = 149.47 \text{ kNm}$$

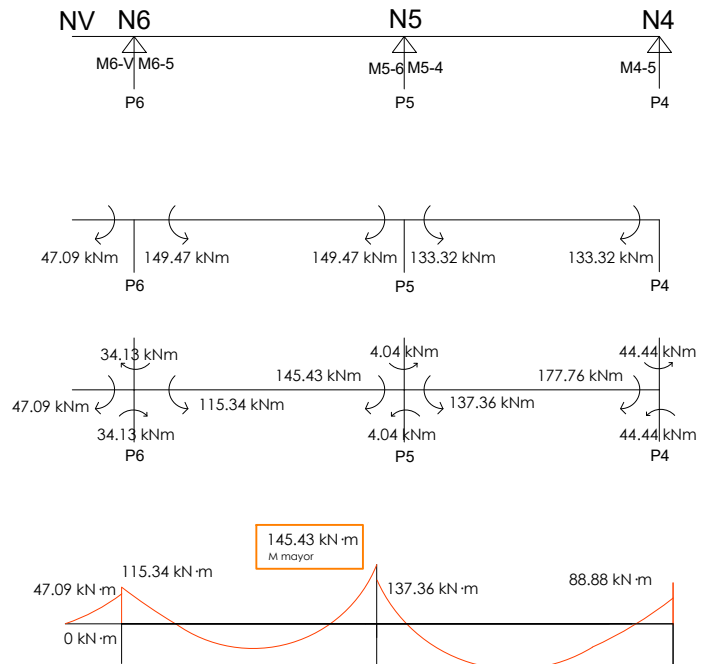
$$M_{\text{vol}} 6-V = (34.6 \text{ kN/m} \times 1.65^2 \text{ m}) / 2 = 47.09 \text{ kNm}$$

PREDIMENSIONADO DE LOS MOMENTOS EN NUDOS EQUILIBRADOS

$$M_{\text{eq}} P6 = (149.47 - 47.09) / 3 = 34.13 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{eq}} P5 = (149.47 - 133.32) / 4 = 4.04 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{eq}} P4 = 133.32 / 3 = 44.44 \text{ kNm}$$

PREDIMENSIONADO A TENSIÓN

$$M_d = 0.2 \times b \times d^2 \times f_{cd}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_d}{0.2 \times b \times f_{cd}}} = \sqrt{\frac{145.43 \times 1.5 \times 10^3 \times 10^3}{0.2 \times 350 \times \frac{26}{1.5}}} = 432.41 \text{ mm} = 43.24 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm}$$

$$h = d + 5 \text{ cm} = 45 + 5 = 50 \text{ cm}$$

5cm = r = recubrimiento

JÁCENA DE 35cm x 50cm

APROXIMACIÓN DE LA CUANTÍA

$$A_s = M_d / 0.8 \times d \times f_{yd} = (145.43 \times 1.5 \times 10^3 \times 10^3) / (0.8 \times 432.41 \times (500 \text{ N/mm}^2 / 1.15)) = 1450.4 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ total} / A = 1450.4 / \pi \times 10^2 = 4.62 \rightarrow 5 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm}$$

COMPROBACIÓN A DEFORMACIÓN

Para que cumpla a deformación, las condiciones necesarias son:

$$f_{\text{máx}} = L/250 > 4 \times \text{flecha} \quad 4 \cdot f_{\text{inst}} < L/250$$

$$f_{\text{activa}} = L/400 \text{ o } 1 \text{ cm} > 2.2 \times \text{flecha inst cp} + 1 \times \text{flecha inst sc}$$

$$f_{\text{inst}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q l^4}{E I} - \frac{M l^2}{16 E I} - \frac{M_d l^2}{16 E I}$$

$$f_{\text{inst}} = \frac{5 \times 34.6 \times 7.2^4}{384 E I} - \frac{145.43 \times 7.2^2}{16 E I} - \frac{137.36 \times 6.8^2}{16 E I} = 2.58 \times 10^{-3} \quad 7.2 / 250 = 0.028 > 4 \times (2.58 \times 10^{-3}) \text{ cumple}$$

Cálculo utilizado para la obtención del canto del forjado:

Predimensionat del cantell del forjat

$$h = d1 \cdot d2 \cdot L/C \quad d1 = \sqrt{q/7} \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad d2 = \sqrt[4]{L/6} \text{ (m)}$$

q = carga total

L = luz más desfavorable

C = coeficiente tabla 50.2.2.1.b

$h_{min} = d1 \times d2 \times L/C$ para un primer predimensionado, suponemos que $d1 \times d2 = 1$
Buscamos en la tabla, 50.2.2.1.b, obtenemos el canto para tramos exteriores (C=26) y tramos interiores (C=29).

Cojemos el tramo exterior, ya que es el más desfavorable, 5.5, por tanto:

$$h_{min} = 1 \times 1 \times (5.5/26) = 0.2115 \text{ m} \approx 0.22 \text{ m}$$

Semi-vigueta VP-15, con canto de 17+5, tiene un peso propio, P.P = 2.67kN/m²
Por tanto, ya podemos calcular d1 y d2:

$$d1 = \sqrt{(2.67 + 3.2 + 0.2 + 2)/7} = 1.074$$

$$d2 = \sqrt[4]{(5.5/6)} = 0.983$$

$$h_{min} = 1.074 \times 0.983 \times (5.5/23) = 0.25 \text{ m} \approx 2 \text{ m}$$

Canto 20cm + 5cm

Forjado de semiviguetas pretensadas
Intereje 73cm (forjado más ligero)
Bovedilla cerámica

PESO PROPIO: 3.00kN/m²

2ª aproximación (comprobación canto forjado P2)

ESTADOS DE CARGAS GRAVITATORIAS

CARGAS PERMANENTES

- CUBIERTA 2.5 kN/m²
- PESO PROPIO FORJADO 3.00 kN/m²
Forjado unidireccional 20+5cm, intereje 73 cm
bovedilla cerámica (Prefabricado Pujol)

CARGAS VARIABLES

- SOBRECARGA DE USO 1.00 kN/m²
- NIEVE 1 kN/m²
(como la altitud de Dúal
no supera los 1000m
consideramos la carga
por nieve =1)

TOTAL = 7.5 kN/m²

$$h_{FINAL} = d1 \cdot d2 \cdot L/C \quad d1 = \sqrt{7.5/7} = 1.03 \quad d2 = \sqrt[4]{5.5/6} = 0.978$$

$$L = 5.50 \text{ m}$$

$$C = 23$$

$$q = 7.5 \text{ kN/m}^2$$

$$d1 = 1.03$$

$$d2 = 0.97$$

$$h_{FINAL} = d1 \cdot d2 \cdot L/C \Rightarrow h_{FINAL} = 1.03 \cdot 0.97 \cdot 5.50/23 \Rightarrow h_{FINAL} = 0.254 \text{ m}$$

(cumple)

FORJADO DE 21+5

PESO PROPIO: 3.00 kN/m²

PREDIMENSIONADO DE CARGAS SOBRE LA JÁCENA

CARGAS LINEALES

Predimensionaremos la jácena por tensión, cogeremos la luz más desfavorable, es la distancia: 7.2m

$q_{\text{lineal}} = \text{área tributaria} \times q$

área tributaria = 5

$q = 7.5$

$$q_l = 5 \text{ m} \times 7.5 \text{ kN/m}^2 = 37.5 \text{ kN/m}$$

PREDIMENSIONADO DE LOS MOMENTOS EN NUDOS DESEQUILIBRADOS

Momento = $q_{\text{lineal}} \times l^2 / 12$

Momento vol. = $q_{\text{lineal}} \times l^2 / 2$

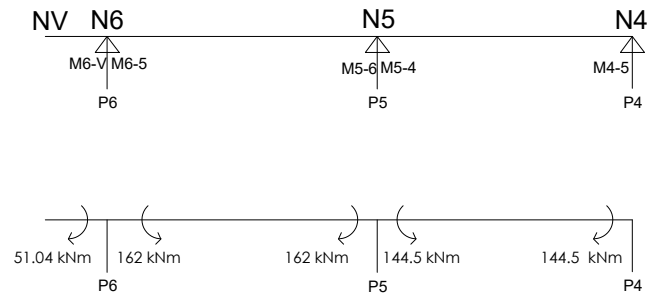
$$M_{\text{ext}} 4-5 = (37.5 \text{ kN/m} \times 6.8^2 \text{ m}) / 12 = 144.5 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{int}} 5-4 = (37.5 \text{ kN/m} \times 6.8^2 \text{ m}) / 12 = 144.5 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{int}} 5-6 = (37.5 \text{ kN/m} \times 7.2^2 \text{ m}) / 12 = 162 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{ext}} 6-5 = (37.5 \text{ kN/m} \times 7.2^2 \text{ m}) / 12 = 162 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{vol}} 6-v = (37.5 \text{ kN/m} \times 1.65^2 \text{ m}) / 2 = 51.04 \text{ kNm}$$

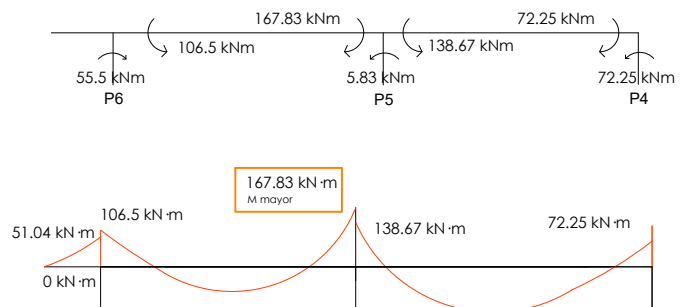


PREDIMENSIONADO DE LOS MOMENTOS EN NUDOS EQUILIBRADOS

$$M_{\text{eq}} P6 = (162 - 51.04) / 2 = 55.5 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{eq}} P5 = (162 - 144.5) / 3 = 5.83 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{eq}} P4 = 144.5 / 2 = 72.25 \text{ kNm}$$



PREDIMENSIONADO A TENSIÓN

$$M_d = 0.2 \times b \times d^2 \times f_{cd}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_d}{0.2 \times b \times f_{cd}}} = \sqrt{\frac{167.83 \times 1.5 \times 10^3 \times 10^3}{0.2 \times 350 \times \frac{25}{1.5}}} = 464.47 \text{ mm} = 46.44 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

$$h = d + 5 \text{ cm} = 50 + 5 = 55 \text{ cm}$$

5cm = r = recubrimiento

JÁCENA DE 35cm x 55cm

APROXIMACIÓN DE LA CUANTÍA

$$A_s = M_d / 0.8 \times d \times f_{yd} = (167.83 \times 1.5 \times 10^3 \times 10^3) / (0.8 \times 464.47 \times (500 \text{ N/mm}^2 / 1.15)) = 1558.27 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ total} / A = 1558.27 / \pi \times 8^2 = 7.75 > 8 \varnothing 16 \text{ mm}$$

COMPROBACIÓN A DEFORMACIÓN

Para que cumpla a deformación, las condiciones necesarias son:

$$f_{\text{màx}} = L/250 > 4 \times \text{flecha} \quad 4 \cdot f_{\text{inst}} < L/250$$

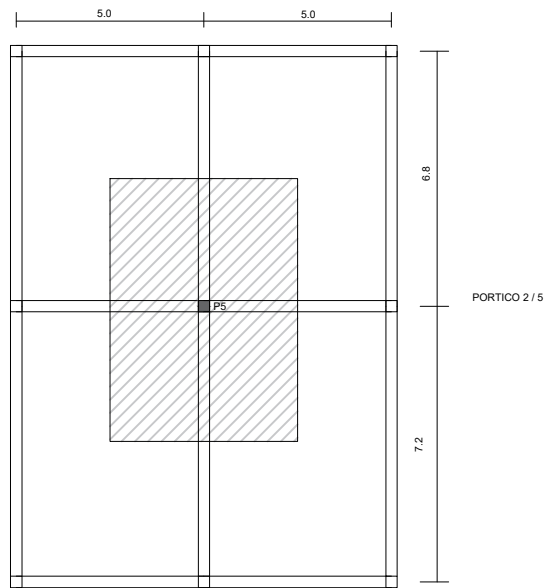
$$f_{\text{activa}} = L/400 \text{ o } 1 \text{ cm} > 2.2 \times \text{flecha inst cp} + 1 \times \text{flecha inst sc}$$

$$f_{\text{inst}} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_l^4}{EI} - \frac{M_l^2}{16EI} - \frac{M_d^2}{16EI}$$

$$f_{\text{inst}} = \frac{5 \times 37.5 \times 7.2^4}{384EI} - \frac{167.83 \cdot 7.2^2}{16EI} - \frac{138.67 \cdot 6.8^2}{16EI} = 2.77 \times 10^{-3}$$

$$7.2 / 250 = 0.028 > 4 \times (2.77 \times 10^{-3}) \text{ cumple}$$

DETALLE DEL PREDIMENSIONADO DEL PILAR INTERSECCIÓN DEL PÓRTICO 2 Y 5



ÁREA TRIBUTARIA:

$$A_t = ((5+5)/2 \times (6.8+7.2)/2) = 35 \text{ m}^2$$

ESTADO DE CARGAS SUPERFICIAL GRAVITATORIO:

$$N_{\text{Ptiupus}} = 35 \times 6.92 = 242.2 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Pcob.}} = 35 \times 7.5 = 262.5 \text{ kN}$$

ESFUERZO AXIL PROVOCADO POR LA PLANTA EN TRÁNSITO

$$N_{\text{PC}} = 262.5 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P4}} = 242.2 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P3}} = 242.2 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P2}} = 242.2 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P1}} = 242.2 \text{ kN}$$

ESFUERZO AXIL ACUMULADO A LA PLANTA EN TRÁNSITO

$$N_{\text{P4}} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} = 35 \times 7.5 = 262.5 \text{ kN}$$

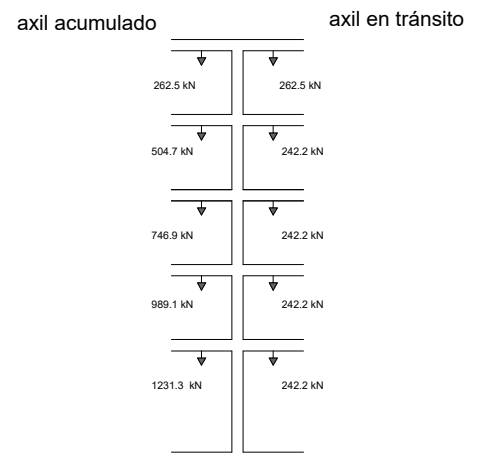
$$N_{\text{P3}} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 = 262.5 + 242.2 = 504.7 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P2}} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 = 504.7 + 242.2 = 746.9 \text{ kN}$$

$$N_{\text{P1}} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 + P_2 = 746.9 + 242.2 = 989.1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{PB}} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 + P_2 + P_1 = 989.1 + 242.2 = 1231.3 \text{ kN}$$

$$N_{\text{total pb}} = 1231.3 + 242.2 = 1473.5 \text{ kN}$$



FORJADO PLANTA	Nº PILAR	AREA TRIBUTARIA m²	CARGA SUPERFICIAL kN/m²	PUNTUAL PAREDES kN	AXIAL PLANTA kN	AXIAL ACUMULADO kN
CUARTA	5	35m²	7.5kN/m²	—	262.5kN	262.5kN
TERCERA	5	35m²	6.92kN/m²	—	242.2kN	504.7kN
SEGUNDA	5	35m²	6.92kN/m²	—	242.2kN	746.9kN
PRIMERA	5	35m²	6.92kN/m²	—	242.2kN	989.1kN
PLANTA BAJA	5	35m²	6.92kN/m²	—	242.2kN	1231.3kN

ESFUERZOS DEBIDOS AL VIENTO

Presión estática del viento

$$q_e = q_b \cdot c_p \cdot c_e$$

 q_e = presión estática (kN/m²) q_b = presión dinámica del viento (kN/m²) c_p = coef. eólico de presión c_e = coef. exposición

$$q_b = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$c_e = 2$$

 c_p según la Tabla 3.5 CTE — $\begin{cases} c_{p, \text{PRESIÓN}} = 0,8 \\ c_{p, \text{SUCCIÓN}} = -0,6 \end{cases}$
 que depende de la esbeltez del edificio:

$$\text{esbeltez} = h/a = 16,55\text{m} / 14\text{m} = 1,2$$



$$\begin{aligned} q_{e \text{ PRESIÓN}} &= 0,5 \cdot 2 \cdot 0,8 = \mathbf{0,8} \\ q_{e \text{ SUCCIÓN}} &= 0,5 \cdot 2 \cdot (-0,6) = \mathbf{-0,6} \end{aligned}$$

FUERZA VIENTO

$$F = q_e \cdot A_{\text{TRIB. FACHADA}}$$

Fuerza de presión:

$$F1_{\text{presión planta cubierta}} = 0,8 \cdot 5 \cdot 2,95/2 = 5,9 \text{ kN}$$

$$F2_{\text{presión planta tipus}} = 0,8 \cdot 2,95 \cdot 5 = 11,8 \text{ kN}$$

$$F3_{\text{presión planta baixa}} = 0,8 \cdot (4,75/2 + 2,95/2) \cdot 5 = 15,4 \text{ kN}$$

$$F \text{ TOTAL} = 56,7 \text{ kN}$$

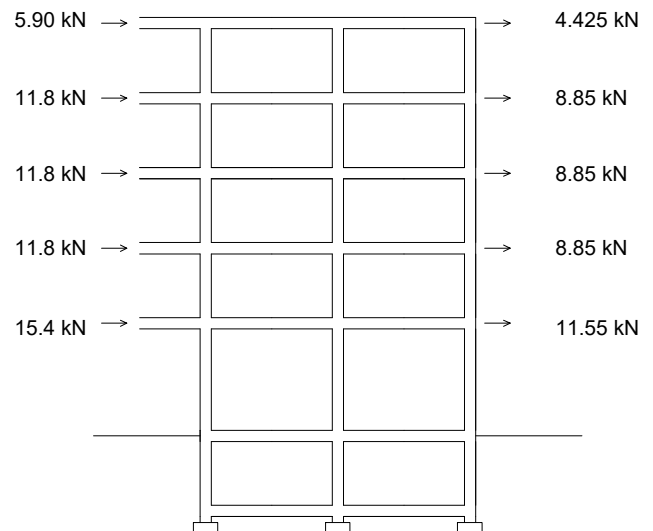
Fuerza de succión:

$$F1_{\text{succión planta cubierta}} = 0,6 \cdot 5 \cdot 2,95/2 = 4,425 \text{ kN}$$

$$F2_{\text{succión planta tipus}} = 0,6 \cdot 2,95 \cdot 5 = 8,85 \text{ kN}$$

$$F3_{\text{succión planta baixa}} = 0,6 \cdot (4,75/2 + 2,95/2) \cdot 5 = 11,55 \text{ kN}$$

$$F \text{ TOTAL} = 42,5 \text{ kN}$$

**PILAR 5 PLANTA BAJA****MOMENTO DEBIDO A CARGAS GRAVITATORIAS**

$$Md5 = 145,43 - 137,36 = 8,07 \text{ kNm}$$

$$Mkg5 = 8,07 / 4 = \mathbf{2,02 \text{ kNm}}$$

MOMENTO DEL VIENTO

Mv planta baja:

$$(56,7 + 42,5) \times 4,75 = 471,2 \text{ kNm}$$

$$471,2 / (2 \times 3) = \mathbf{78,53 \text{ kNm}}$$

PILAR 5 PLANTA CUARTA**MOMENTO DEBIDO A CARGAS GRAVITATORIAS**

$$Md5 = 167,83 - 138,67 = 29,16 \text{ kNm}$$

$$Mkg5 = \mathbf{29,16 \text{ kNm}}$$
 (en este caso no dividimos porque es la cubierta)

MOMENTO DEL VIENTO

Mv planta cuarta:

$$(5,9 + 4,425) \times 2,95 = 30,46$$

$$30,46 / (2 \times 3) = \mathbf{5,07 \text{ kNm}}$$

PREDIMENSIONADO DE LA SECCIÓN**PILAR PLANTA BAJA**

Area propuesta del pilar según compresión del axil

$$A_c = N_d / f_{cd} (1 + \omega')$$

$$f_{cd} = 25/1.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega' = 0 \text{ cuantía mecánica}$$

$$b = 40 \text{ lado min. jácena y pilar (L=7,1)}$$

$$A_c = 1231.3 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / f_{cd} (1 + 0) = 110837 \text{ mm}^2 = 1108.37 \text{ cm}^2$$

$$h = 1108.37 \text{ cm}^2 / 35 = 31.66 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm} \quad (\text{diferencia de 10 cm entre b y h para evitar el error en la ejecución de obra})$$

Area propuesta del pilar según el momento total

$$\omega = 2.5 M_d / 0.8 \cdot h^2 \cdot b \cdot f_{cd}$$

$$\omega = (2.5 \cdot 80.55 \cdot 1.5 \cdot 10^6) / (0.8 \cdot 350 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5}) = 0.32$$

$$0.4 > \omega > 0.25 \quad \text{cumple}$$

PILAR DE 35 x 45 cm

Detalle del predimensionado de la armadura a dos caras

$$A_s = M_d / 0.8 \cdot h \cdot x \cdot f_{yd} = 80.55 \times 10^3 \times 10^3 \times 1.5 / 0.8 \times 450 \times (500 / 1.15) = 772 \text{ mm}^2$$

$$A_s / A = 772 / \pi \times 8^2 = 3.84 \rightarrow 4 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$$

PILAR PLANTA CUARTA

Area propuesta del pilar según compresión del axil

$$A_c = N_d / f_{cd} (1 + \omega')$$

$$f_{cd} = 25/1.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega' = 0 \text{ cuantía mecánica}$$

$$b = 40 \text{ lado min. jácena y pilar (L=7,1)}$$

$$A_c = 262.5 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / f_{cd} (1 + 0) = 23625 \text{ mm}^2 = 236.25 \text{ cm}^2$$

$$h = 236.25 \text{ cm}^2 / 30 = 7.875 \Rightarrow \text{Como dice la normativa el mínimo es 30}$$

Area propuesta del pilar según el momento total

$$\omega = 2 M_d / 0.8 \cdot h^2 \cdot b \cdot f_{cd}$$

$$\omega = (2 \cdot 34.23 \cdot 1.5 \cdot 10^3 \cdot 10^3) / (0.8 \cdot 300 \cdot 300^2 \cdot \frac{25}{1.5}) = 0.285$$

$$0.4 > \omega > 0.25 \quad \text{cumple}$$

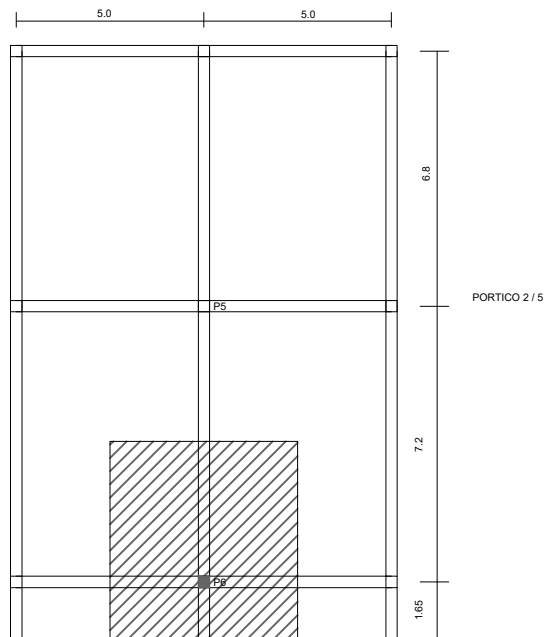
PILAR DE 30 x 30 cm

Detalle del predimensionado de la armadura a dos caras

$$A_s = M_d / 0.8 \cdot h \cdot x \cdot f_{yd} = 34.23 \times 10^3 \times 10^3 \times 1.5 / 0.8 \times 300 \times (500 / 1.15) = 492.05 \text{ mm}^2$$

$$A_s / A = 492.05 / \pi \times 8^2 = 2.44 \rightarrow 3 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$$

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO m·kN	MOMENTO DEL VIENTO m·kN	MOMENTO TOTAL m·kN	AXIAL (b x h) cm x cm	MOMENTO (b x h) cm x cm	As cm²
CUARTA	29.16 m·kN	5.07 m·kN	34.23 m·kN	30 x 30	30 x 30	3 Ø 16mm
BAJA	2.02 m·kN	78.53 m·kN	80.55 m·kN	35 x 45	40 x 50	4 Ø 16mm

DETALLE DEL PREDIMENSIONADO DEL PILAR INTERSECCIÓN DEL PÓRTICO 2 Y 5

ÁREA TRIBUTARIA:

$$At = ((5+5)/2) \times ((7.2 / 2) + 1.66) = 26.3 \text{ m}^2$$

ESTADO DE CARGAS SUPERFICIAL GRAVITATORIO:

$$N_{PB\text{ ks}} = 26.3 \times 6.92 = 181.9 \text{ kN}$$

$$N_{PC\text{ ks}} = 26.3 \times 7.5 = 197.25 \text{ kN}$$

CARGAS PUNTUALES DE PAREDES, FACHADAS Y BARANDILLAS:

$$N_{PB\text{ kf}} = 8.609 \times 5 = 43.045 \text{ (fachada)}$$

$$N_{PB\text{ kp}} = 5.31 \times 3.6 = 19.116 \text{ (pared de separación)}$$

$$N_{PB\text{ kb}} = 0.55 \times 5 = 2.75 \text{ (barandilla)}$$

ESFUERZO AXIL PROVOCADO POR LA PLANTA EN TRÁNSITO

$$N_{PC\text{ k}} = N_{PC\text{ ks}} + N_{PC\text{ kb}} = 197.25 + 2.75 = 200 \text{ kN}$$

$$N_{P4\text{ k}} = N_{P4\text{ ks}} + N_{P4\text{ kf}} + N_{P4\text{ kp}} + N_{P4\text{ kb}} = 181.9 + 43.045 + 19.116 + 2.75 = 246.81 \text{ kN}$$

$$N_{P3\text{ k}} = N_{P3\text{ ks}} + N_{P3\text{ kf}} + N_{P3\text{ kp}} + N_{P3\text{ kb}} = 181.9 + 43.045 + 19.116 + 2.75 = 246.81 \text{ kN}$$

$$N_{P2\text{ k}} = N_{P2\text{ ks}} + N_{P2\text{ kf}} + N_{P2\text{ kp}} + N_{P2\text{ kb}} = 181.9 + 43.045 + 19.116 + 2.75 = 246.81 \text{ kN}$$

$$N_{P1\text{ k}} = N_{P1\text{ ks}} + N_{P1\text{ kf}} + N_{P1\text{ kp}} + N_{P1\text{ kb}} = 181.9 + 43.045 + 19.116 + 2.75 = 246.81 \text{ kN}$$

ESFUERZO AXIL ACUMULADO A LA PLANTA EN TRÁNSITO

$$N_{PC} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} = (26.3 \times 7.5) + 2.75 = 197.25 + 2.75 = 200 \text{ kN}$$

$$N_{P4} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 = 200 + 246.81 = 446.81 \text{ kN}$$

$$N_{P3} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 = 446.81 + 246.81 = 693.62 \text{ kN}$$

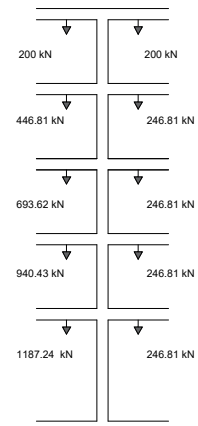
$$N_{P2} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 + P_2 = 693.62 + 246.81 = 940.43 \text{ kN}$$

$$N_{P1} = P_{\text{SUPERF.FORJADO}} + P_4 + P_3 + P_2 + P_1 = 940.43 + 246.81 = 1187.24 \text{ kN}$$

$$N_{\text{total pb}} = 1187.24 \text{ kN} + 246.81 = 1434.05 \text{ kN}$$

axil acumulado

axil en tránsito



FORJADO PLANTA	Nº PILAR	AREA TRIBUTARIA m²	CARGA SUPERFICIAL kN/m²	PUNTUAL PAREDES kN	AXIAL PLANTA kN	AXIAL ACUMULADO kN
CUARTA	6	26.3m²	7.5kN/m²	2.75kN	200kN	200kN
TERCERA	6	26.3m²	6.92kN/m²	64.91kN	246.81kN	446.81kN
SEGUNDA	6	26.3m²	6.92kN/m²	64.91kN	246.81kN	693.62 kN
PRIMERA	6	26.3m²	6.92kN/m²	64.91kN	246.81kN	940.43 kN
PLANTA BAJA	6	26.3m²	6.92kN/m²	64.91kN	246.81kN	1187.24 kN

PILAR 6 PLANTA BAJAMOMENTO DEBIDO A CARGAS GRAVITATORIAS

$$Md5 = 115.34 - 47.09 = 68.25 \text{ kNm}$$

$$Mkg5 = 68.25 / 3 = 22.74 \text{ kNm}$$

MOMENTO DEL VIENTO

Mv planta baja:

$$(56.7 + 42.5) \times 4.75 = 471.2 \text{ kNm}$$

$$471.2 / (2 \times 3) = 78.53 \text{ kNm}$$

PILAR 6 PLANTA CUARTAMOMENTO DEBIDO A CARGAS GRAVITATORIAS

$$Md5 = 106.5 - 51.04 = 55.46 \text{ kNm}$$

$$Mkg5 = 55.46 \text{ kNm} \text{ (en este caso no dividimos porque es la cubierta)}$$

MOMENTO DEL VIENTO

Mv planta cuarta:

$$(5.9 + 4.425) \times 2.95 = 30.46$$

$$30.46 / (2 \times 3) = 5.07 \text{ kNm}$$

PREDIMENSIONADO DE LA SECCIÓN**PILAR PLANTA BAJA**

Area propuesta del pilar según compresión del axil

$$A_c = N_d / f_{cd} (1 + \omega')$$

$$f_{cd} = 25 / 1.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega' = 0 \text{ cuantía mecánica}$$

$$b = 40 \text{ lado min. jácena y pilar (L=7,1)}$$

$$A_c = 1187.24 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / f_{cd} (1 + 0) = 106851.6 \text{ mm}^2 = 1068.51 \text{ cm}^2$$

$$h = 1068.51 \text{ cm}^2 / 35 = 30.53 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm} \text{ (diferencia de 10 cm entre b y h para evitar el error en la ejecución de obra)}$$

Area propuesta del pilar según el momento total

$$\omega = (2 \cdot 101.27 \cdot 1.5 \cdot 10^3) / (0.8 \cdot 350 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{f_{cd}}) = 0.32$$

$$0.4 > \omega > 0.25 \quad \text{cumple}$$

PILAR DE 35 x 45 cm

Detalle del predimensionado de la armadura a dos caras

$$A_s = M_d / 0.8 \times h \times f_{yd} = 101.27 \times 10^3 \times 1.5 / 0.8 \times 450 \times (500 / 1.15) = 970.5 \text{ mm}^2$$

$$A_s / A = 970.5 / \pi \times 8^2 = 4.84 \rightarrow 5 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$$

PILAR PLANTA CUARTA

Area propuesta del pilar según compresión del axil

$$A_c = N_d / f_{cd} (1 + \omega')$$

$$f_{cd} = 25 / 1.5 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega' = 0 \text{ cuantía mecánica}$$

$$b = 40 \text{ lado min. jácena y pilar (L=7,1)}$$

$$A_c = 200 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / f_{cd} (1 + 0) = 18000 \text{ mm}^2 = 180.00 \text{ cm}^2$$

$$h = 180 \text{ cm}^2 / 30 = 6 \quad \Rightarrow \quad \text{Como dice la normativa el mínimo es 30 cogemos 35 para que cumpla}$$

Area propuesta del pilar según el momento total

$$\omega = 2 M_d / 0.8 \cdot h^2 \cdot b \cdot f_{cd}$$

$$\omega = (2 \cdot 60.53 \cdot 1.5 \cdot 10^3 \cdot 10^3) / (0.8 \cdot 300 \cdot 350^2 \cdot \frac{25}{f_{cd}}) = 0.37$$

$$0.4 > \omega > 0.25 \quad \text{cumple}$$

PILAR DE 30 x 35 cm

Detalle del predimensionado de la armadura a dos caras

$$A_s = M_d / 0.8 \times h \times f_{yd} = 60.53 \times 10^3 \times 1.5 / 0.8 \times 300 \times (500 / 1.15) = 745.8 \text{ mm}^2$$

$$A_s / A = 745.8 / \pi \times 8^2 = 3.7 \rightarrow 4 \text{ } \varnothing 16 \text{ mm}$$

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO m kN	MOMENTO DEL VIENTO m kN	MOMENTO TOTAL m kN	AXIAL (b x h) cm x cm	MOMENTO (b x h) cm x cm	As cm ²
CUARTA	55.46 m kN	5.07 m kN	60.53 m kN	30 x 35	30 x 35	4 Ø 16mm
BAJA	22.74 m kN	78.53 m kN	101.27 m kN	35 x 45	35 x 45	5 Ø 16mm

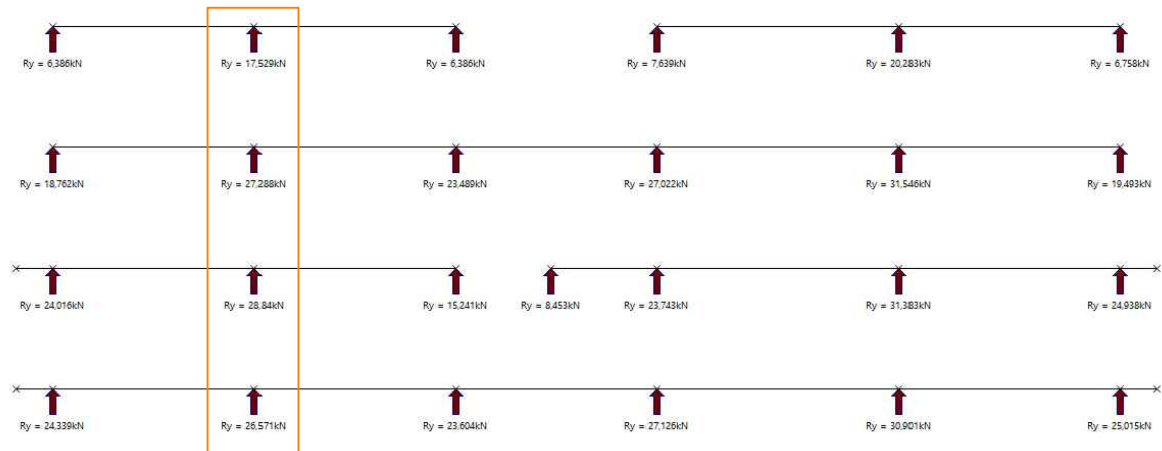
Esquema acotado de los tramos de forjados estudiados por cada planta, con los valores de las acciones y las reacciones de Cargas Permanentes (G) y Variables (Q)

PLANTA TIPO - CARGAS PERMANENTES (G)

Acciones

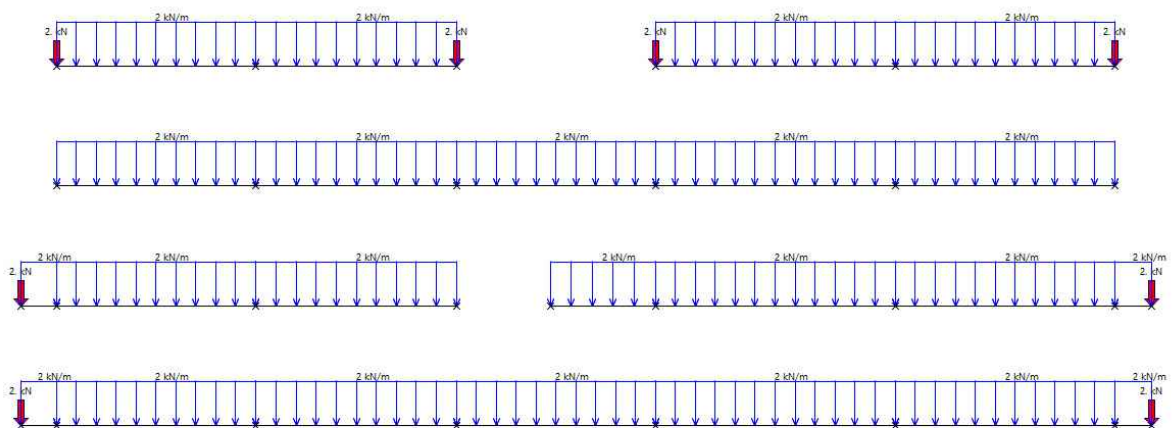


Reacciones

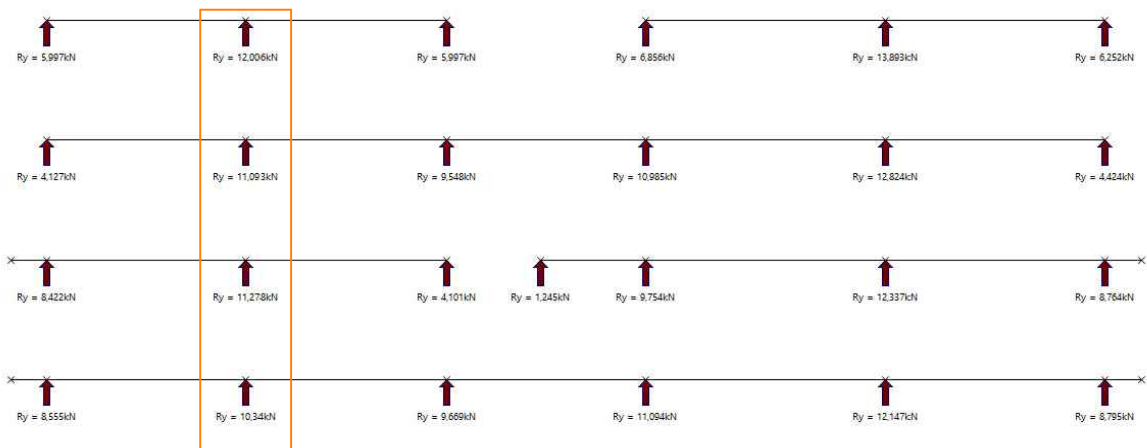


PLANTA TIPO - CARGAS VARIABLES (Q)

Acciones

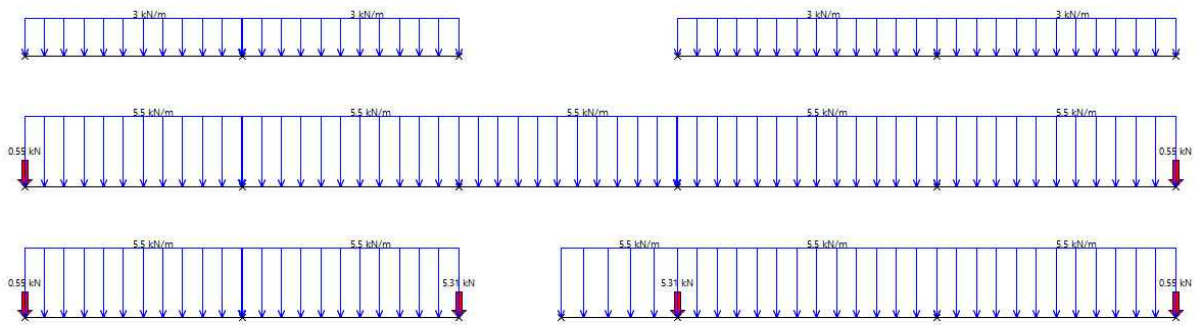


Reacciones

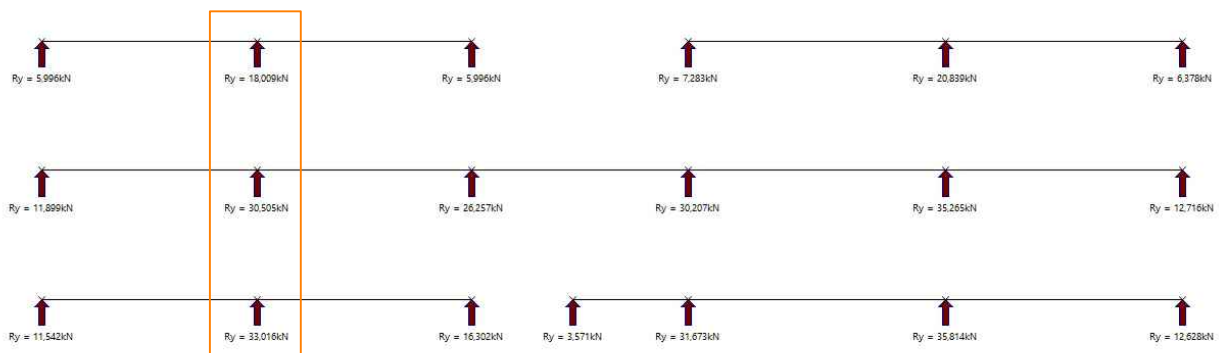


PLANTA CUBIERTA - CARGAS PERMANENTES (G)

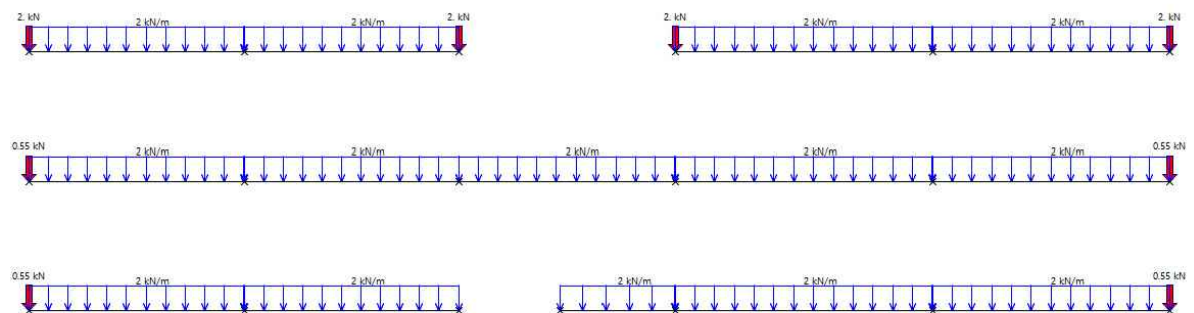
Acciones



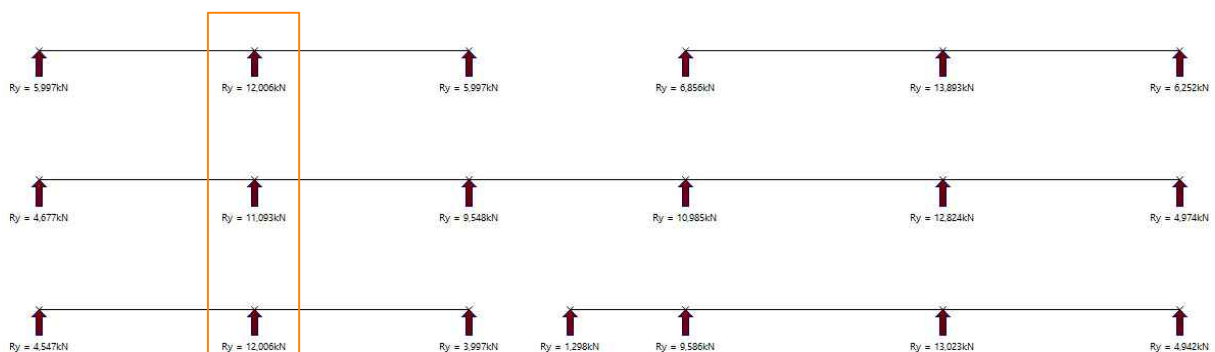
Reacciones

**PLANTA CUBIERTA - CARGAS VARIABLES (Q)**

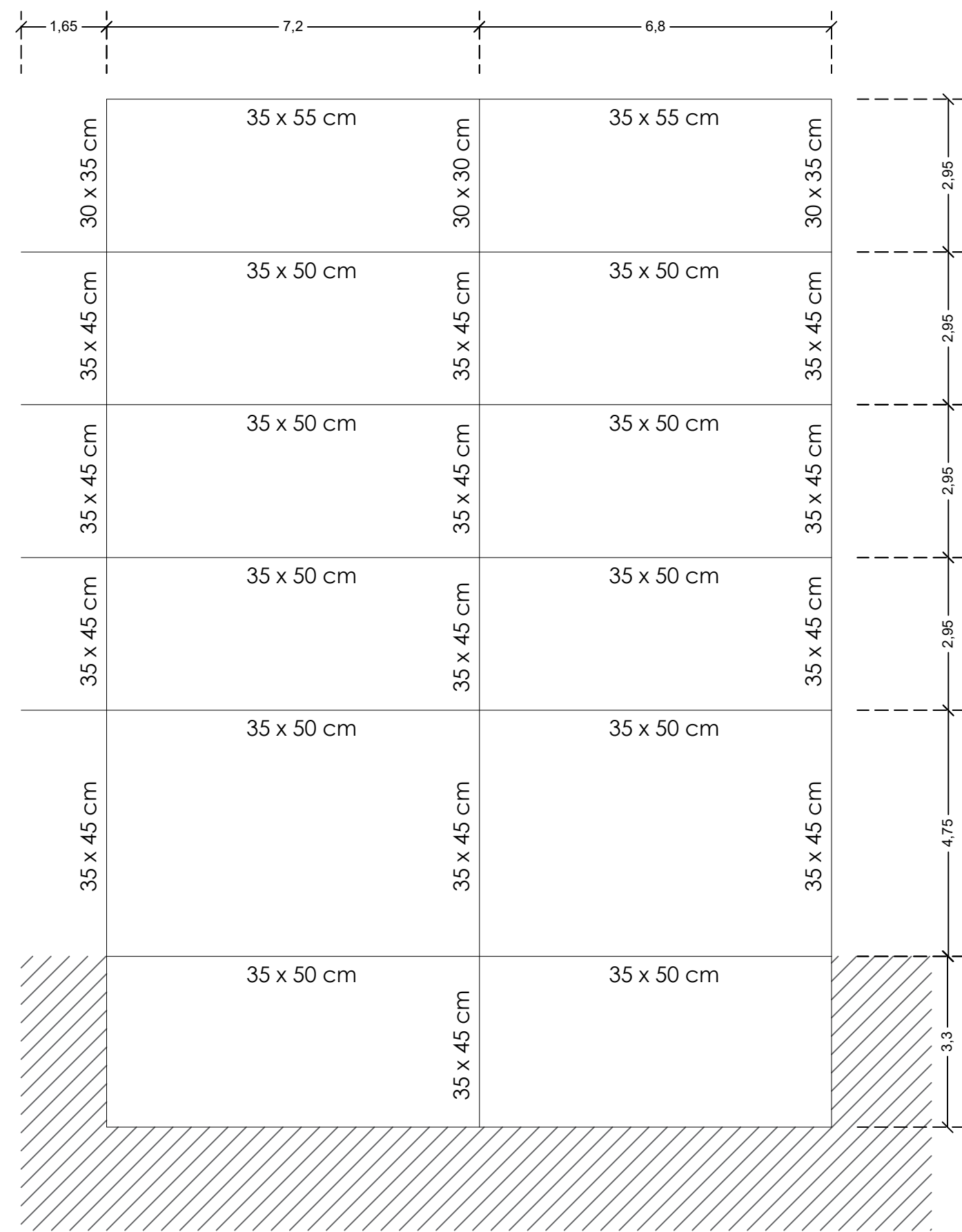
Acciones



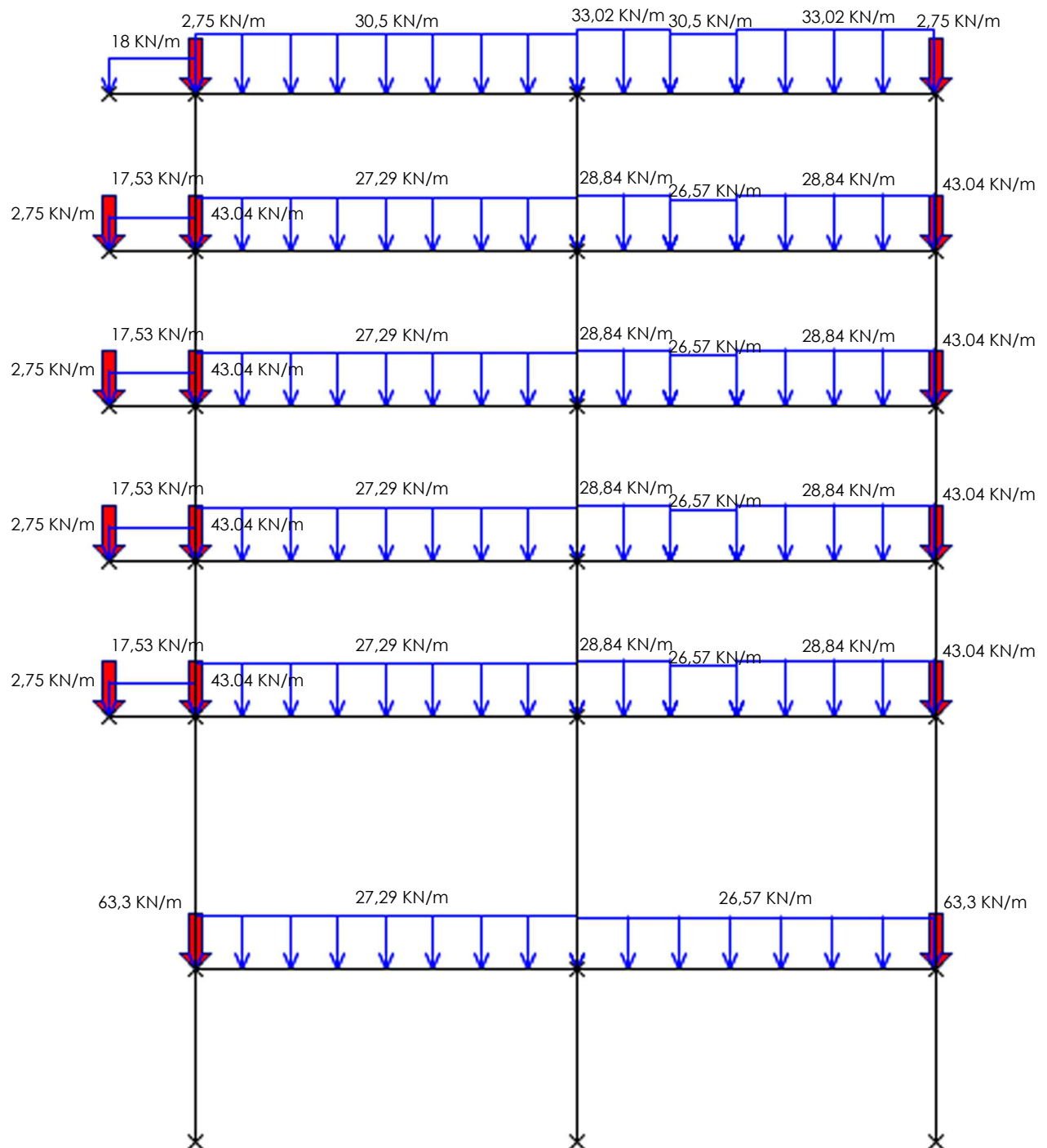
Reacciones



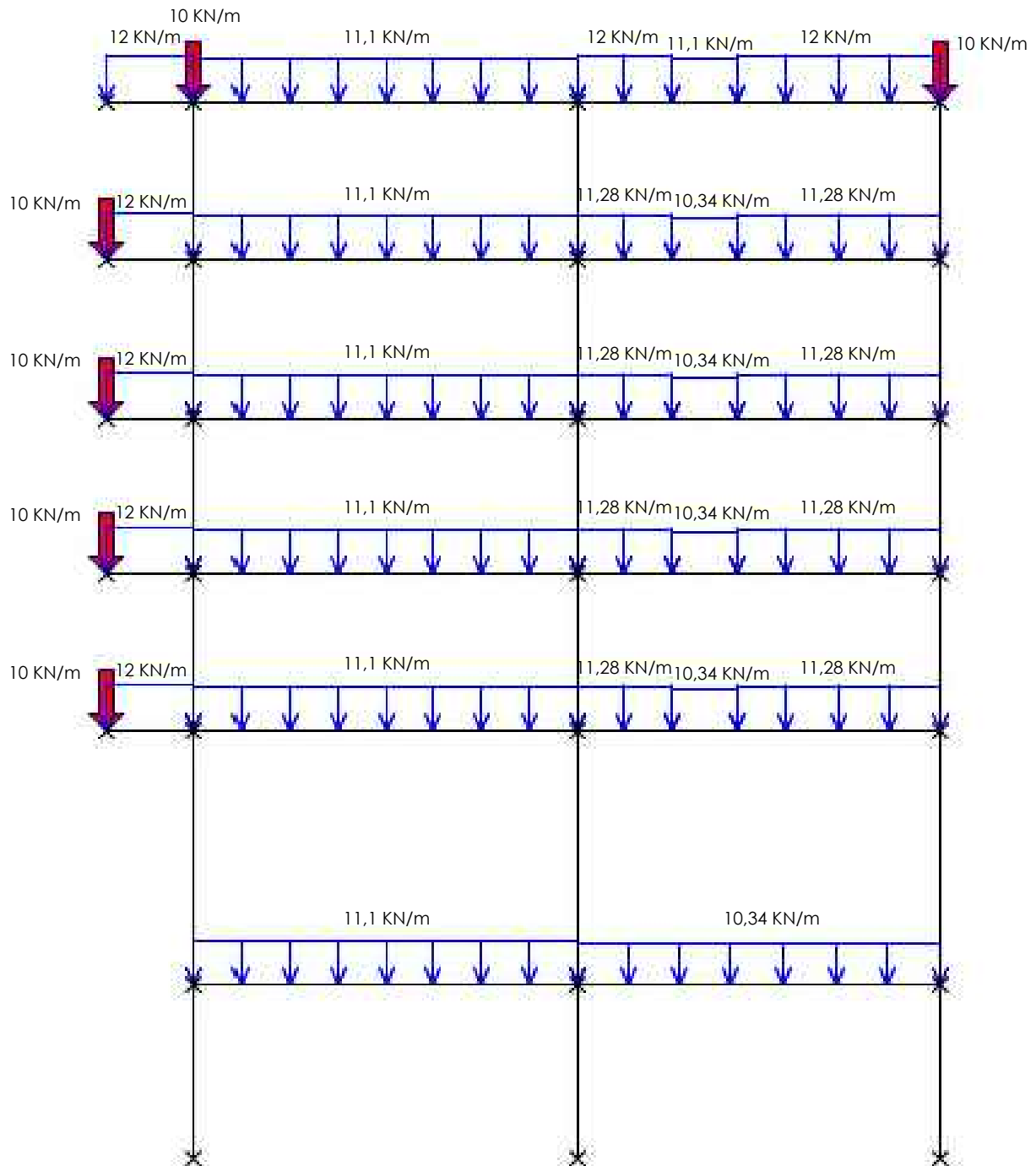
ESQUEMA DEL PÓRTICO CON DIMENSIONES BXH DE TODAS LAS BARRAS



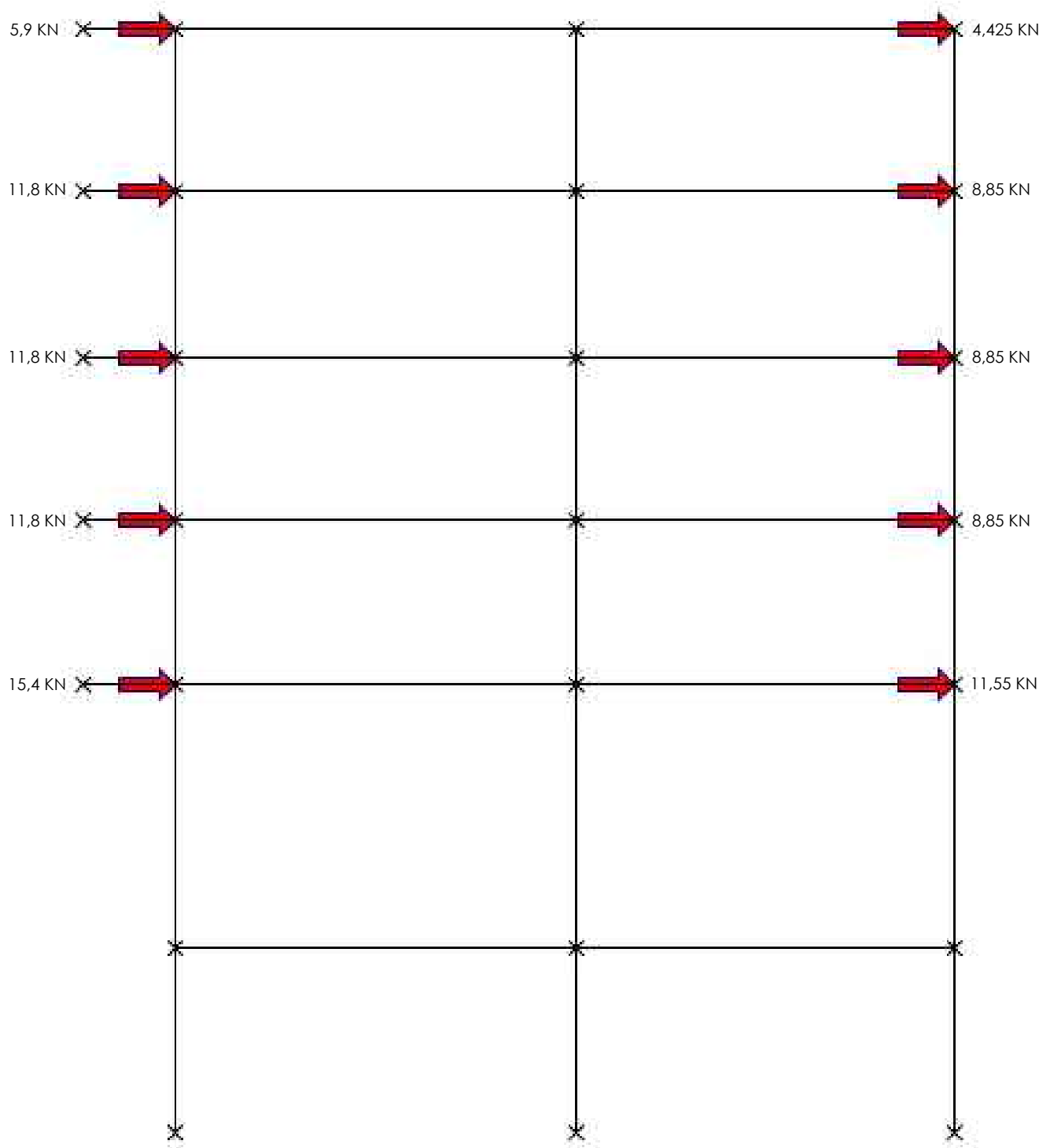
ESQUEMA DE CARGAS ACTUANDO SOBRE EL PÓRTICO DEBIDAS A LA ACCIÓN DE CARGAS PERMANENTES DE LAS REACCIONES.



ESQUEMA DE CARGAS ACTUANDO SOBRE EL PÓRTICO DEBIDAS A LA ACCIÓN DE LAS SOBRECARGAS DE LAS REACCIONES.



ESQUEMA DE CARGAS ACTUANDO SOBRE EL PORTICO DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO IZQUIERDA



ESQUEMA DE CARGAS ACTUANDO SOBRE EL PORTICO DEBIDAS A LA ACCIÓN DEL VIENTO DERECHA

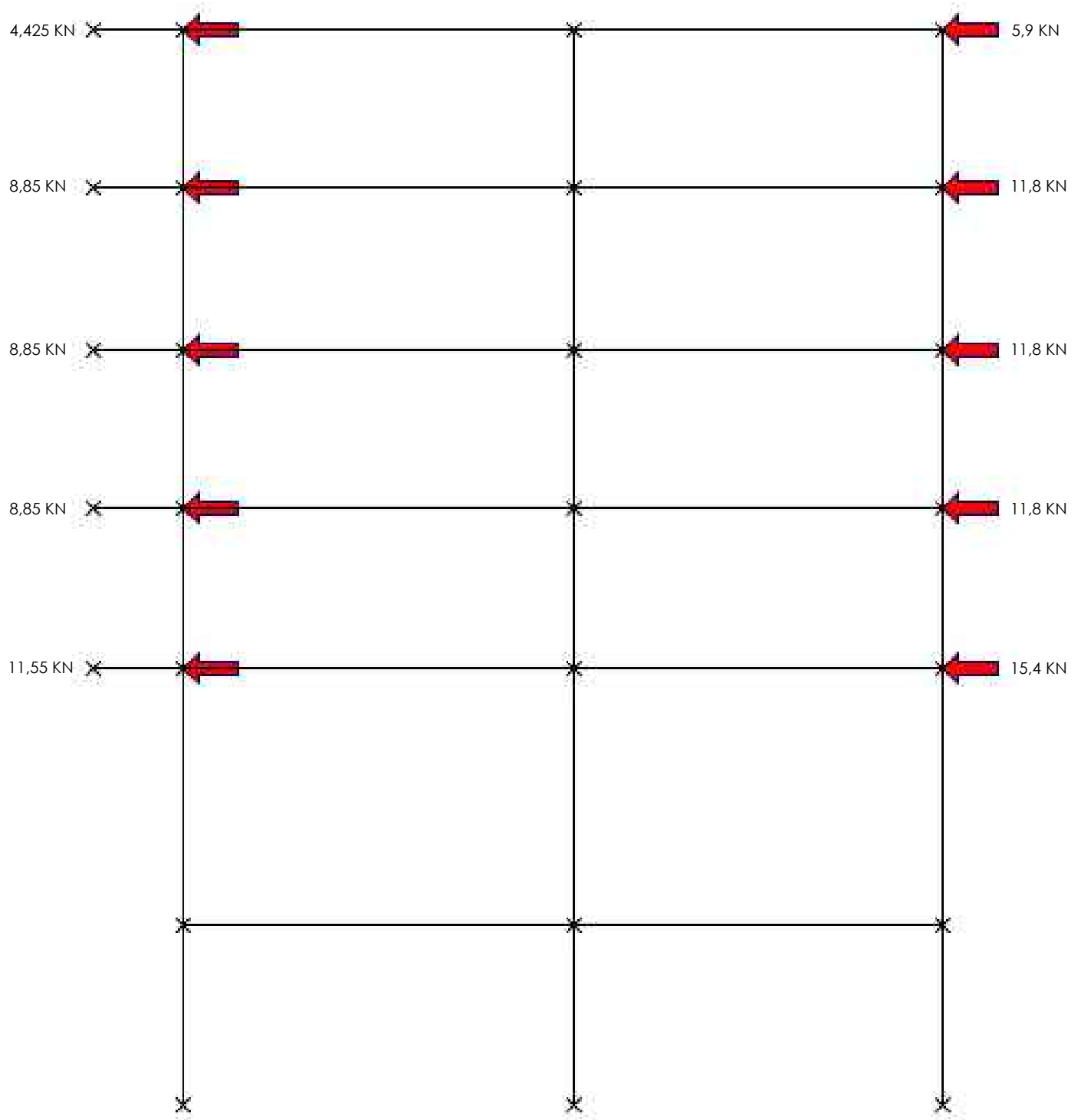


DIAGRAMA DE LA DEFORMADA DEL PÓRTICO BAJO CARGAS PERMANENTES CON LOS VALORES DE LAS JÁCENAS PREDIMENSIONADAS Y DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS DE PLANTA TERCERA Y CUBIERTA

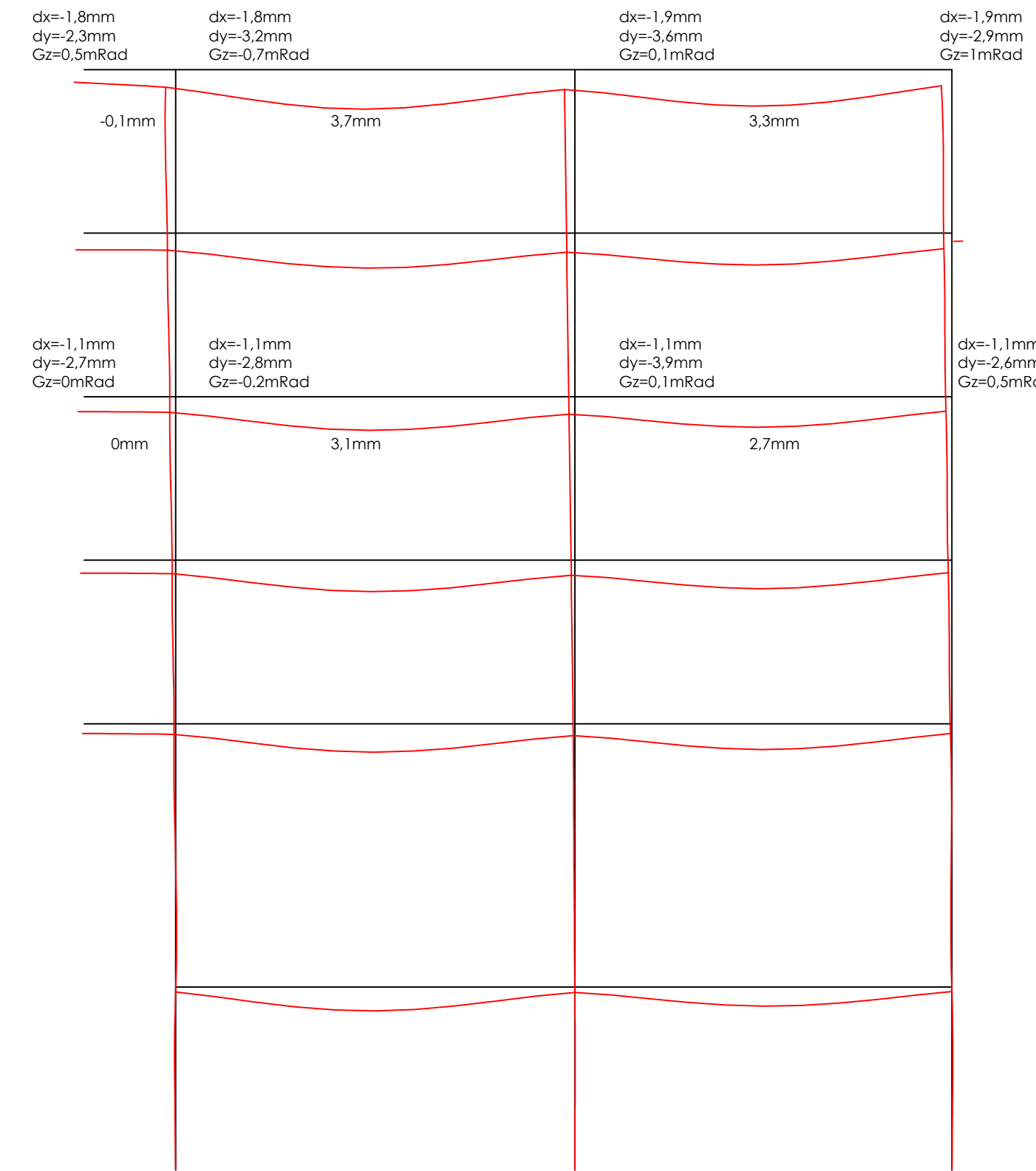


DIAGRAMA DE LA DEFORMADA DEL PÓRTICO BAJO SOBRECARGA CON LOS VALORES DE LAS JÁCENAS PREDIMENSIONADAS Y DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS DE PLANTA TERCERA Y CUBIERTA

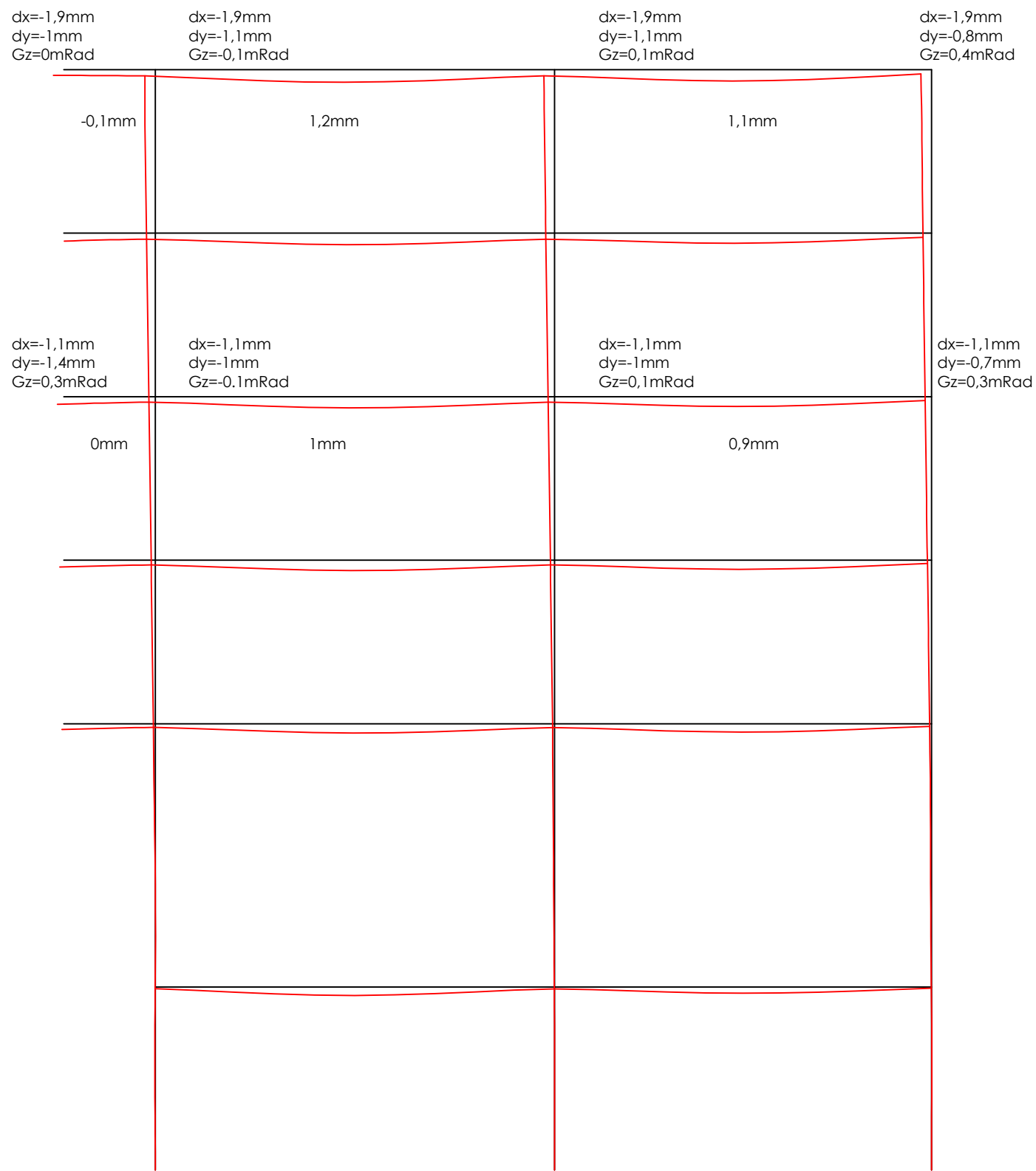


DIAGRAMA DE LA DEFORMADA DEL PÓRTICO BAJO LA CARGA DEL VIENTO IZQUIERDA CON LOS VALORES DE LAS JÁCENAS
PREDIMENSIONADAS Y DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS DE PLANTA CUBIERTA

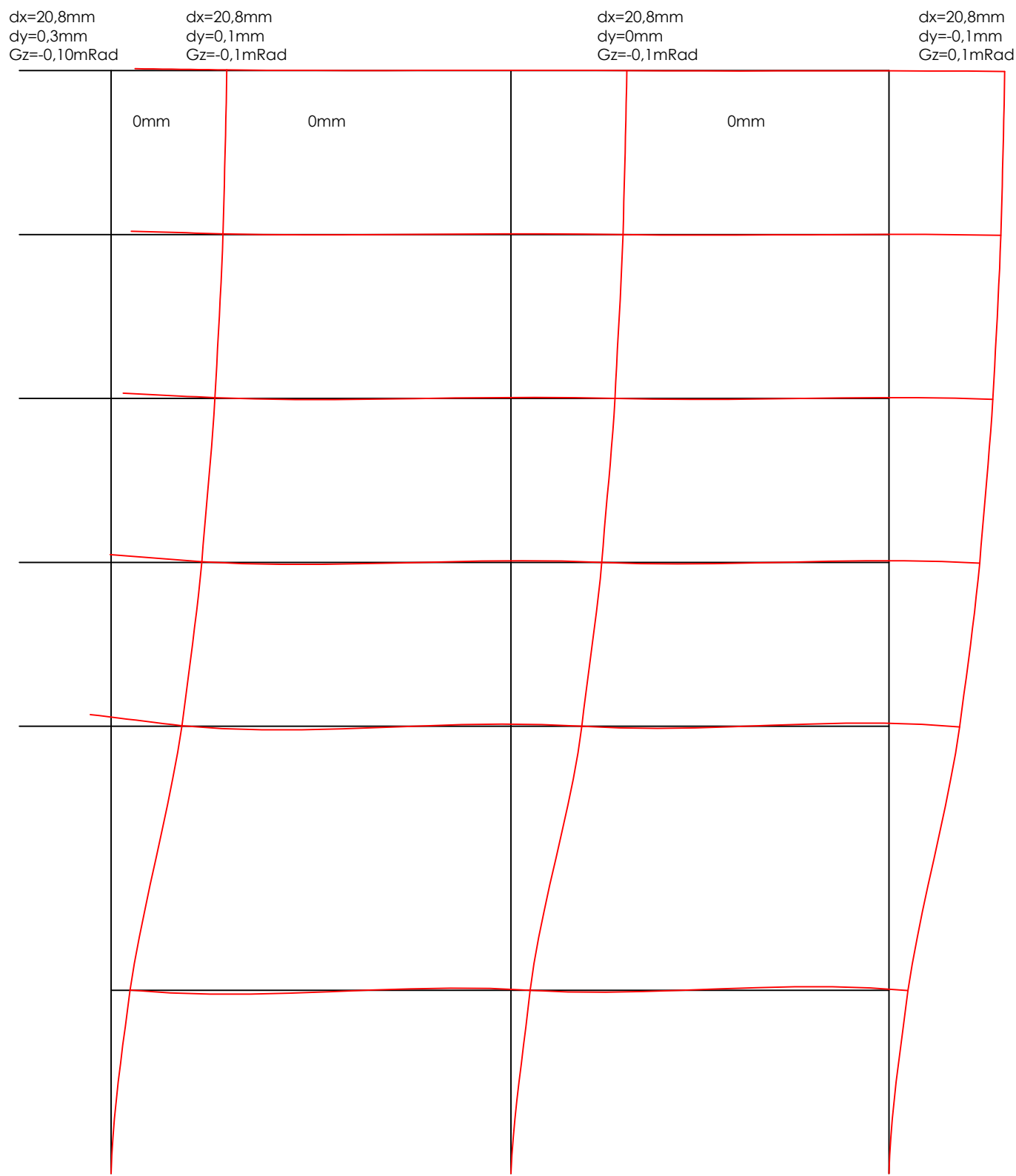
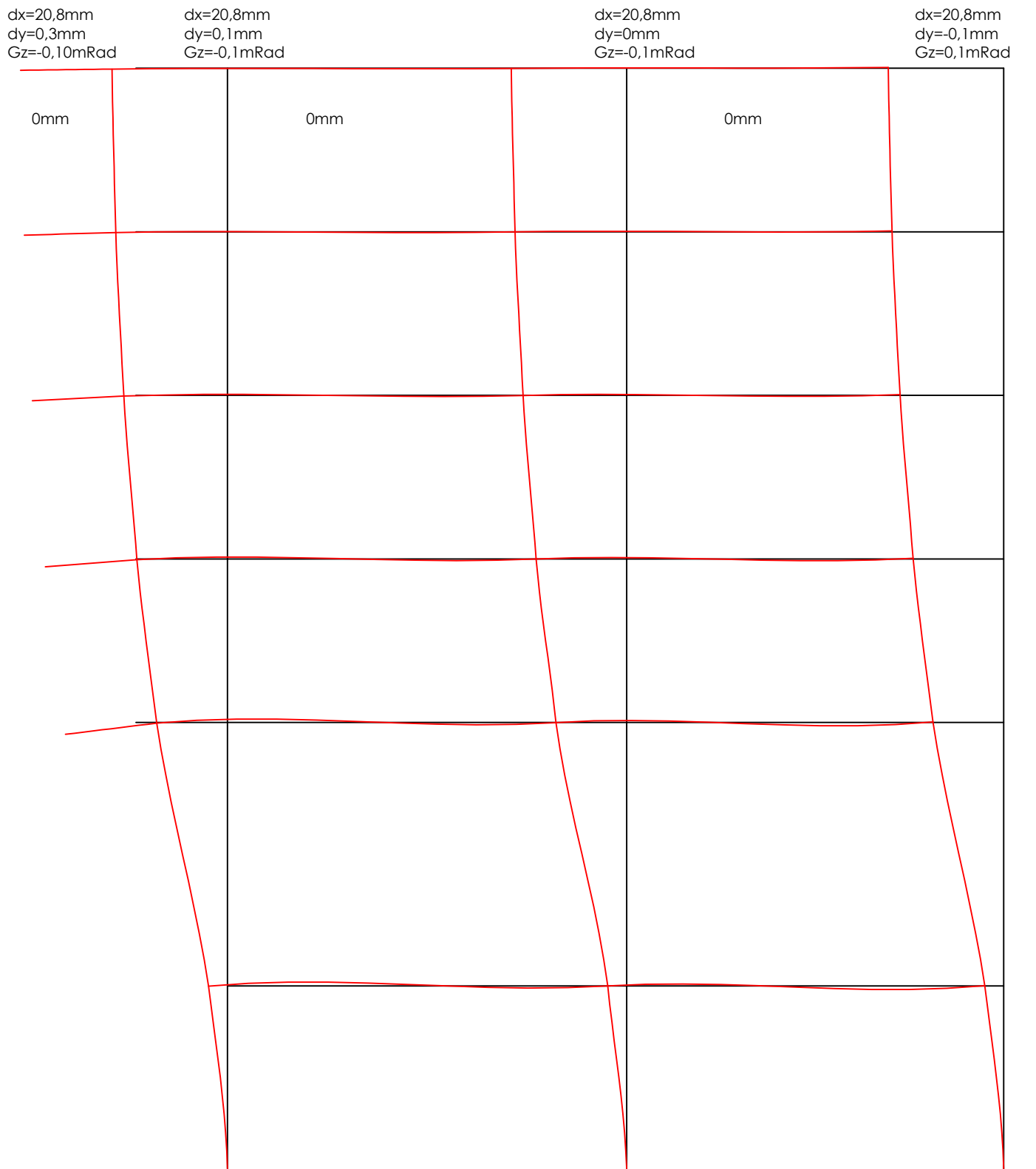


DIAGRAMA DE LA DEFORMADA DEL PÓRTICO BAJO LA CARGA DEL VIENTO DERECHA CON LOS VALORES DE LAS JÁCENAS PREDIMENSIONADAS Y DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS DE PLANTA CUBIERTA



PLANTA	FLECHA G mm	FLECHA Q mm	FLECHA G+Q mm
TERCERA	3,1	1	4,1
CUBIERTA	3,7	1,2	4,9

FLECHA TOTAL $f_t = 4 \times f_{instantanea}$

flecha total permitida = $L/250 = 7,2/250 = 0,0288$

Flecha tercera $4,1 \times 4 = 16,4 \text{ mm} = 0,0164 \text{ m} < 0,0288$ cumple

Flecha cubierta $4,9 \times 4 = 19,6 \text{ mm} = 0,0196 \text{ m} < 0,0288$ cumple

FLECHA ACTIVA $f_{act} = 2,2 \times ((0,7 \times G) + (0,3 \times Q)) < L/400 = 7,2/400 = 0,018$

Flecha tercera $2,2 \times ((0,7 \times 3,1) + (0,3 \times 1)) = 5,43 \text{ mm} = 0,0054 \text{ m} < 0,018$ cumple

Flecha cubierta $2,2 \times ((0,7 \times 3,7) + (0,3 \times 1,2)) = 6,49 \text{ mm} = 0,0065 \text{ m} < 0,018$ cumple

def. horizontal $\leq H/500$

H = 16,55 m

def. horizontal $\leq 33,1 \text{ mm}$

NUDOS CUBIERTA	DEF. HORIZONTAL MÁX.	DESPL. G mm	DESPL. V mm	DESPL. TOTAL G+V mm	CUMPLE NORMATIVA
DESPLAZAMIENTO	33,1 mm	1,9	20,8	22,7	cumple

DIAGRAMA DE MOMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL PÓRTICO BAJO CARGAS PERMANENTES MÁS PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA CON LOS VALORES ANOTADOS SOLO EN LA JÁCENA DE LA PLANTA TERCERA, Y EN LOS PILARES INTERIORES DE LA PLANTA BAJA Y TERCERA. PLASTIFICACIÓN 15%

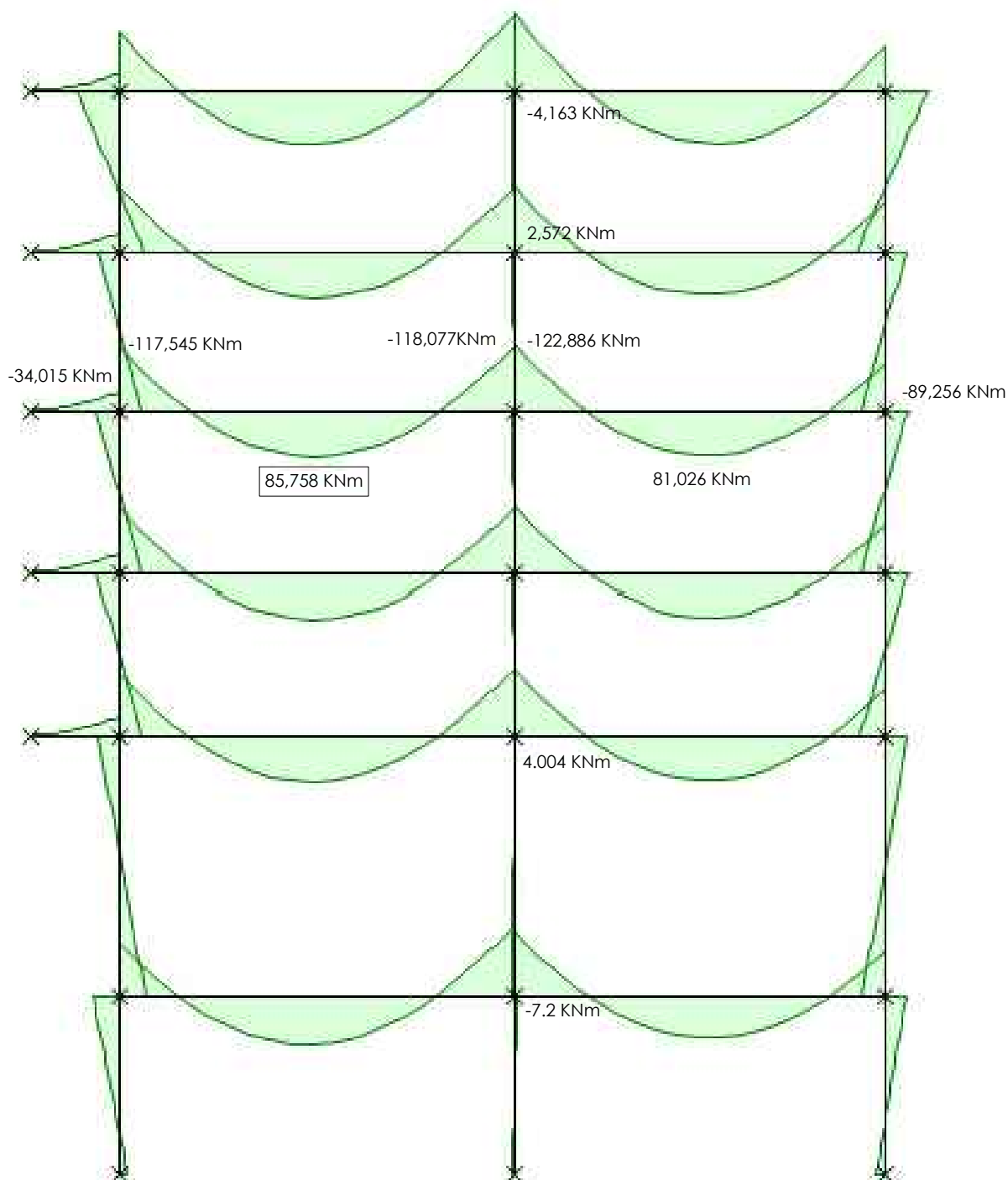


DIAGRAMA DE MOMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL PÓRTICO BAJO SOBRECARGAS Y NIEVE, CON LOS VALORES ANOTADOS SOLO EN LA JÁCENA DE LA PLANTA TERCERA, Y EN LOS PILARES INTERIORES DE LA PLANTA BAJA Y TERCERA. PLASTIFICACIÓN 15%

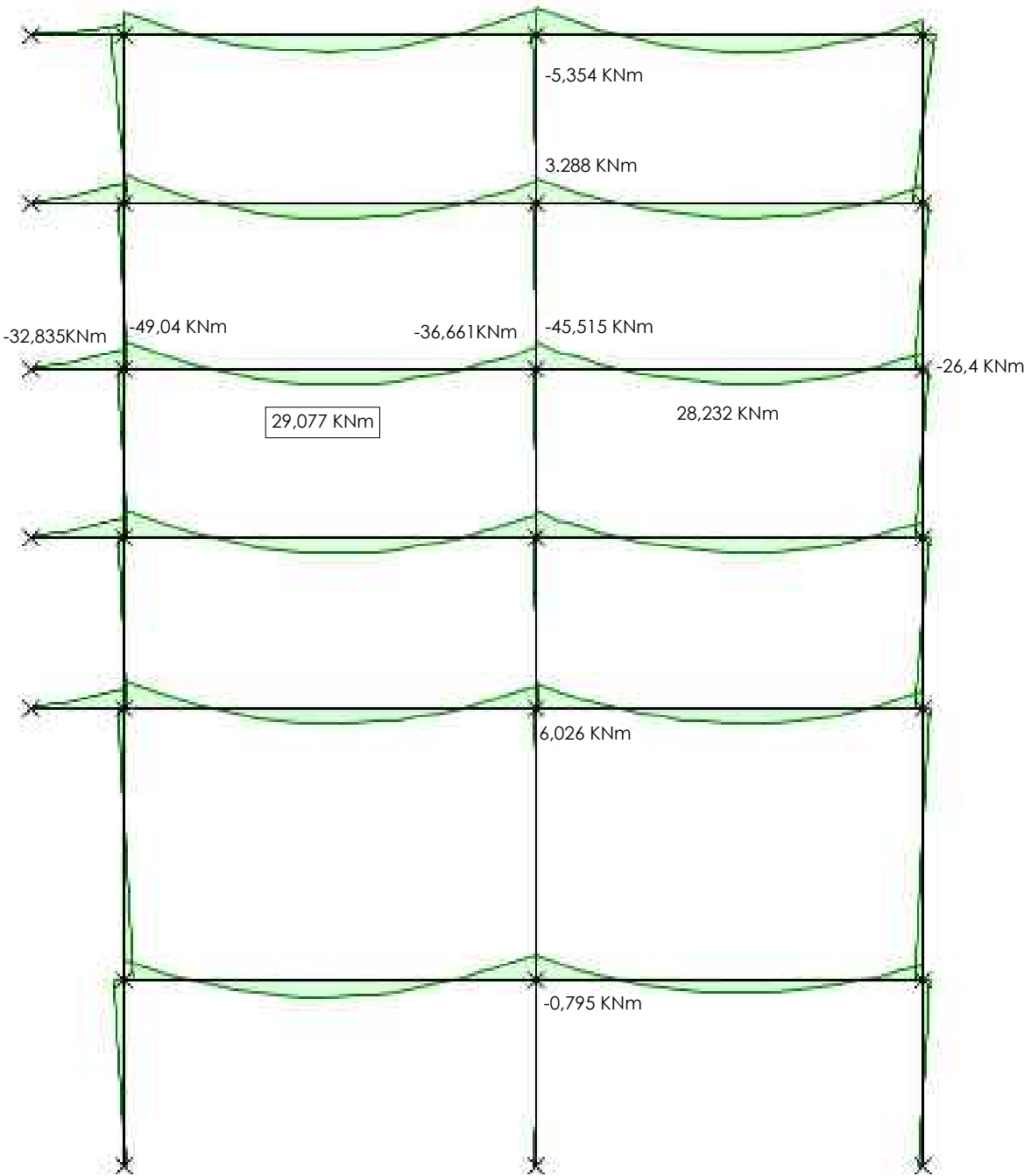


DIAGRAMA DE MOMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL PÓRICO BAJO VIENTO IZQUIERDA O VIENTO DERECHA (EL DE MOMENTO MÁS GRANDE AL PILAR INTERIOR DE LA PLANTA BAJA), CON LOS VALORES ANOTADOS SOLO EN LOS PILARES INTERIORES DE LA PLANTA BAJA Y CUARTA. PLASTIFICACIÓN 15%

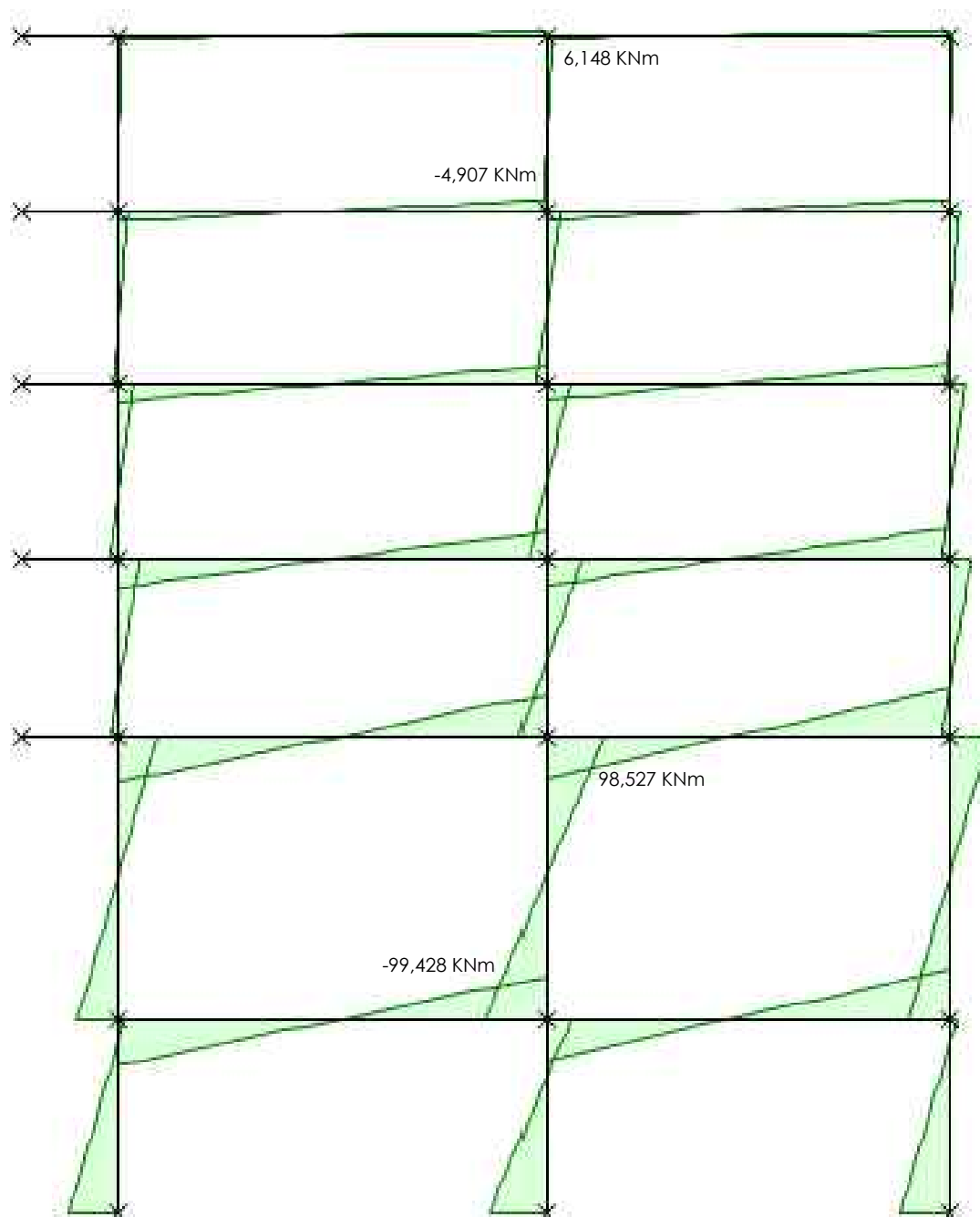


DIAGRAMA DE AXILES CARACTERÍSTICOS DEL PÓRTICO BAJO CARGAS PERMANENTES MÁS PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA CON LOS VALORES ANOTADOS SOLO EN LOS PILARES INTERIORES DE LA PLANTA BAJA Y CUARTA. PLASTIFICACIÓN 15%

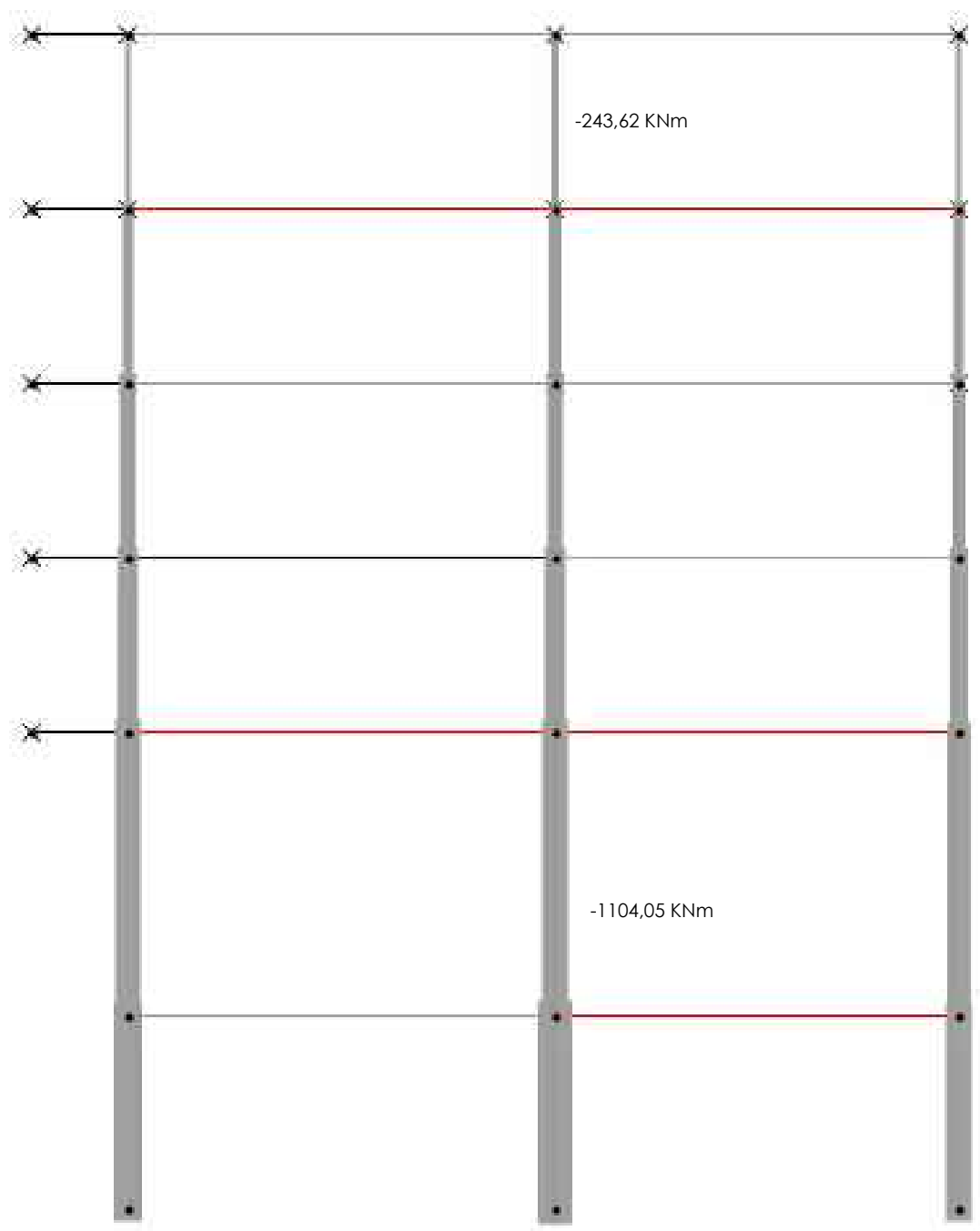
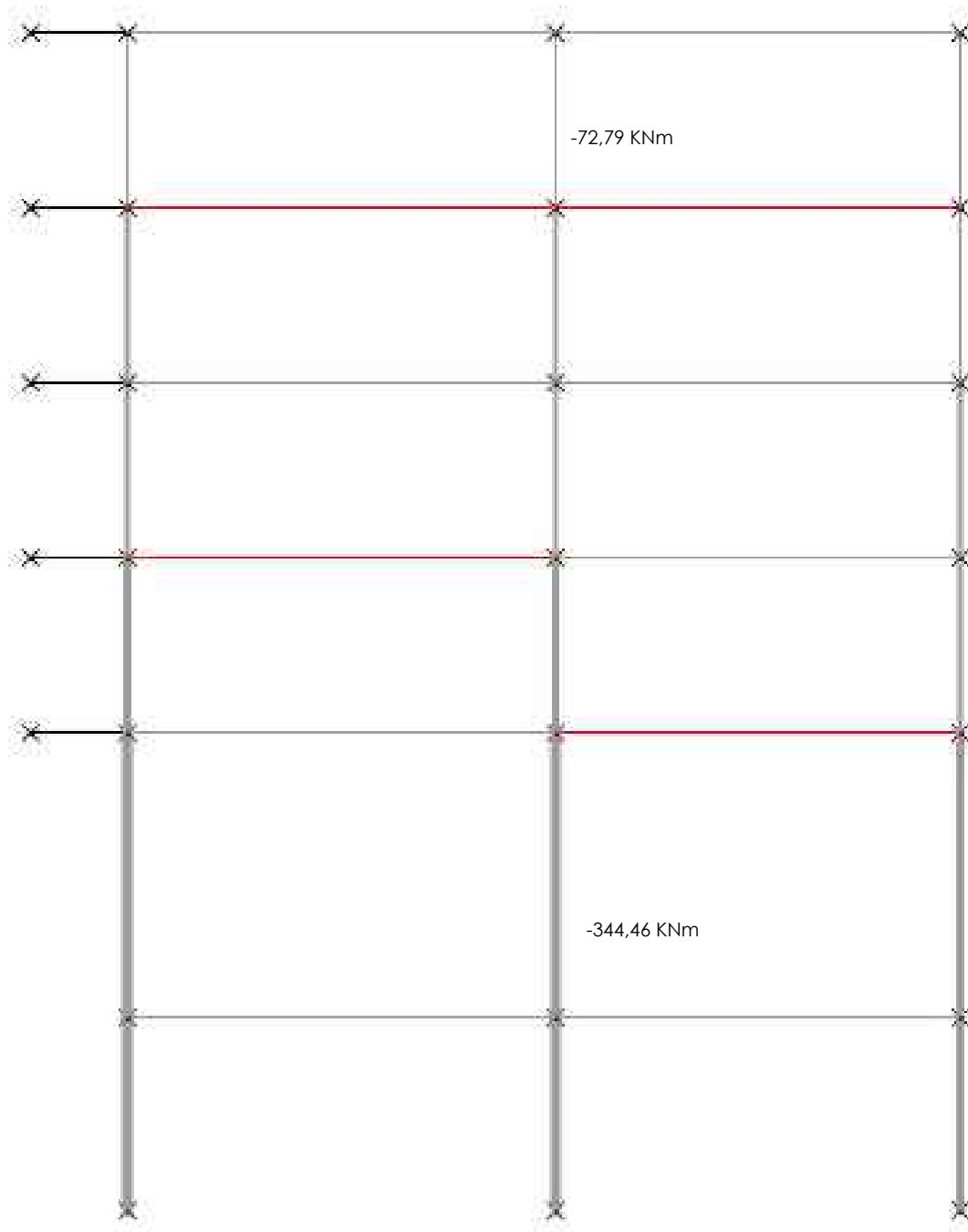


DIAGRAMA DE AXILES CARACTERÍSTICOS DEL PÓRTICO BAJO SOBRECARGAS Y NIEVE, CON LOS VALORES ANOTADOS SOLO EN LOS PILARES INTERIORES DE LA PLANTA BAJA Y CUARTA. PLASTIFICACIÓN 15%



COMPARACIÓN DE LA SUMA DE MOMENTOS CARACTERÍSTICOS OBTENIDOS EN LA JÁCENA DE LA PLANTA TERCERA, BAJO CARGAS PERMANENTES MÁS SOBRECARGAS, CON EL PREDIMENSIONADO TAMBIÉN CARACTERÍSTICO, INDICANDO EL % DE LA DIFERENCIA.

PLANTA	MOMENTO G KN m	MOMENTO Q KN m	MOMENTO G+Q KN m	MOMENTO PREDIMENSIONADO KN m	%
TERCERA	85,76	29	114,76	145,43	21

El porcentaje de la diferencia que encontramos entre el momento que hemos calculado en el predimensionado y el momento característico es bastante aceptable.

COMPARACIÓN DE LA SUMA DE MOMENTOS CARACTERÍSTICOS OBTENIDOS EN EL PIE DEL PILAR INTERIOR DE PLANTA BAJA Y EN LA CABEZA DEL PILAR INTERIOR DE PLANTA CUARTA, BAJO CARGAS PERMANENTES MÁS SOBRECARGAS, CON EL PREDIMENSIONADO TAMBIÉN CARACTERÍSTICO, INDICANDO EL % DE LA DIFERENCIA.

PLANTA	MOMENTO G KN m	MOMENTO Q KN m	MOMENTO G+Q KN m	MOMENTO PREDIMENSIONADO KN m	%
CUARTA	4,16	5,35	9,51	29,16	67,38
BAJA	7,2	0,79	7,99	2,02	66,33

La diferencia entre los porcentajes de predimensionado y los característicos ha sido elevada.

COMPARACIÓN DEL MOMENTO CARACTERÍSTICO BAJO CARGA DEL VIENTO EN PLANTA BAJA Y CUARTA DEL PILAR INTERIOR, CON EL PREDIMENSIONADO TAMBIÉN CARACTERÍSTICO, INDICANDO EL % DE LA DIFERENCIA.

PLANTA	MOMENTO VIENTO KN m	MOMENTO PREDIMENSIONADO KN m	%
CUARTA	6,15	5,07	17,56
BAJA	99,43	78,53	21

La diferencia entre los porcentajes de predimensionado y los característicos ha sido aceptable.

COMPARACIÓN DE LA SUMA DE AXILES CARACTERÍSTICOS BAJO CARGAS PERMANENTES MAS SOBRECARGAS DEL PILAR INTERIOR EN LA PLANTA BAJA Y CUARTA, CON EL PREDIMENSIONADO TAMBIÉN CARACTERÍSTICO, INDICANDO EL % DE LA DIFERENCIA.

PLANTA	AXIL G KN m	AXIL Q KN m	AXIL G+Q KN m	AXIL PREDIMENSIONADO KN m	%
CUARTA	243,62	72,79	316,41	262,5	17
BAJA	1104,05	344,46	1448,51	1231,3	15

El porcentaje de diferencia de los valores de los axiles obtenidos mediante predimensionado y WinEva son altos, puesto que acumulan el efecto hiperestático de las cargas y el peso propio. Además, tenemos que tener en consideración que en el predimensionado no se tuvo en cuenta el peso propio del pilar, con lo cual el axil real es mayor en la dirección del eje del pilar.

DETALLE DE LOS COEFICIENTES DE E.L.U.: COMBINACIÓN DE LAS HIPÓTESIS SIMPLES UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE LAS HIPÓTESIS COMBINADAS NECESARIAS PARA LA COMPROBACIÓN Y ARMADO DE LAS BARRAS.

Hipótesis simples

Ok Cancelar Añadir Eliminar/Recuperar

Número de hipótesis = 4 

Hipótesis	Nombre de la hipótesis	Peso propio
1	Peso propio + cargas permanentes - G	X
2	Sobre cargas - Q	
3	Viento por la izquierda	
4	Viento por la derecha	

Combinaciones de hipótesis

Ok Cancelar  Añadir Eliminar/Recuperar

Num	Nombre	Peso pro	Sobre ca	Viento p	Viento p
1	ELU 1 PP+SC	1.35	1.5	0	0
2	ELU 2 PP+V1	1.35	0	1.5	0
3	ELU 3 PP+V2	1.35	0	0	1.5
4	ELU 4 PP+SC+V1	1.35	1.5	0.9	0
5	ELU 5 PP+SC+V2	1.35	1.5	0	0.9

DIAGRAMA DE MOMENTOS MAYORADOS DEL PÓRTICO ANALIZADO, BAJO LA COMBINANA DE CARGAS PERMANENTES Y PESO PROPIO MÁS SOBRECARGAS Y NIEVE. PLASTIFICACIÓN 15%.

ELS

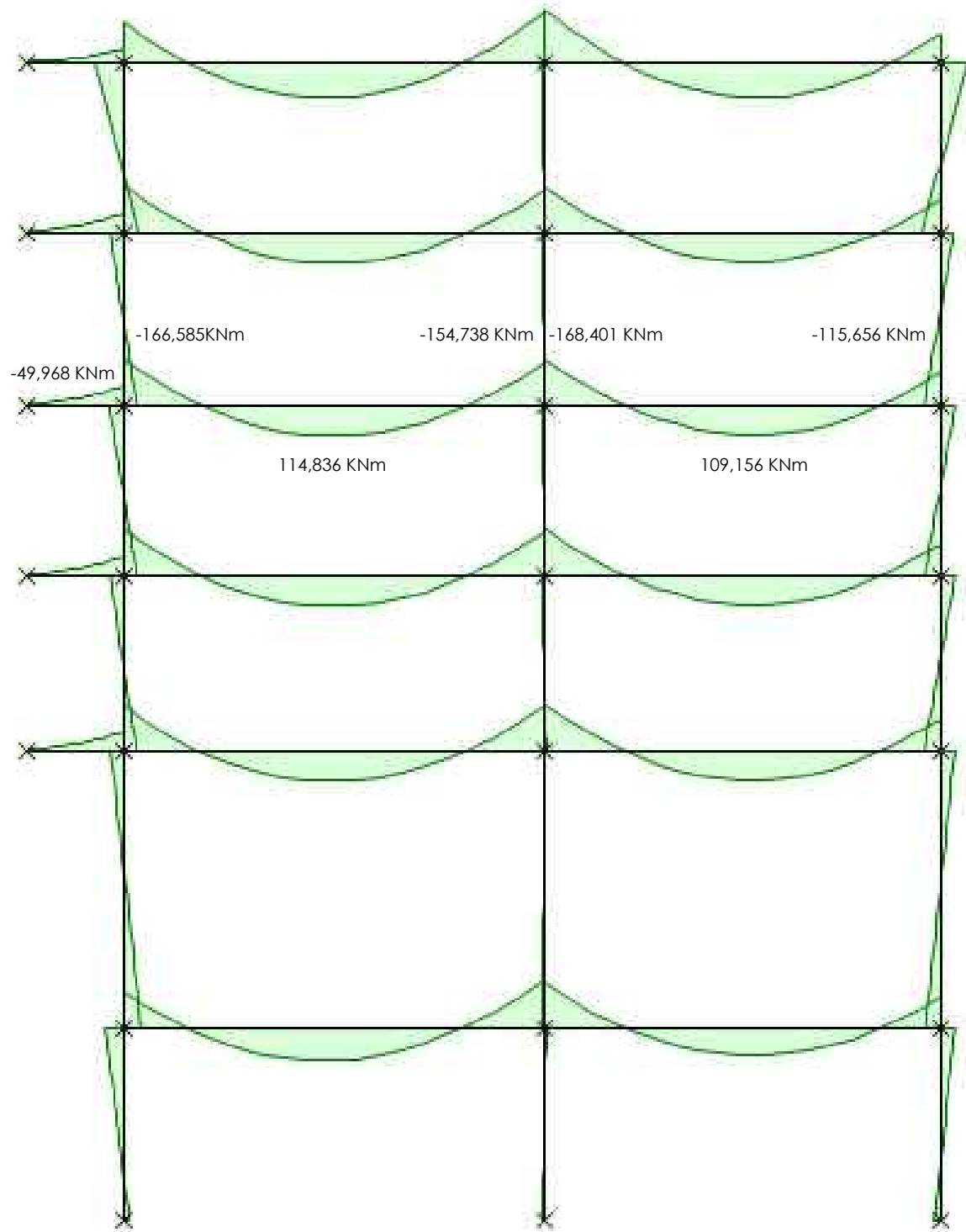
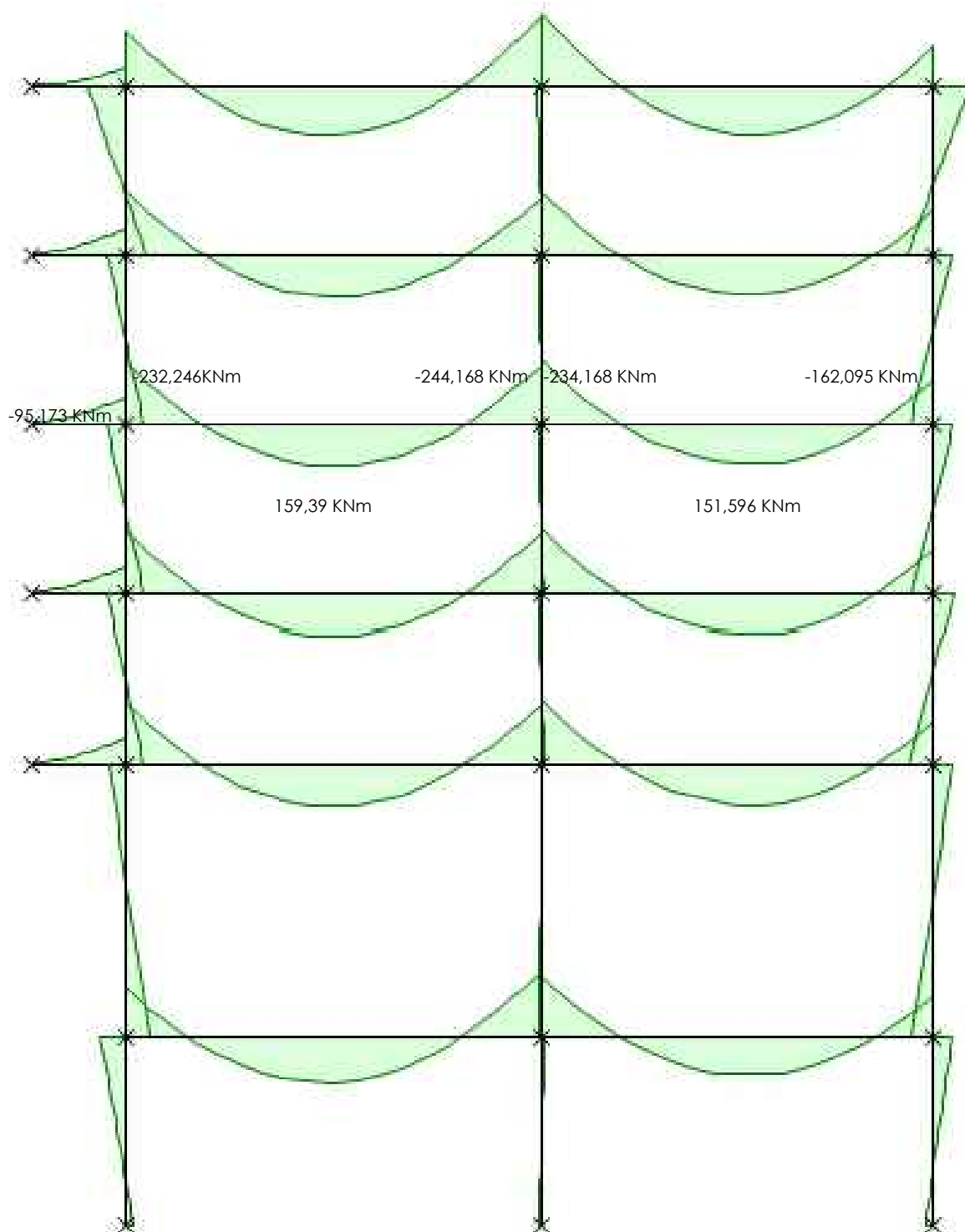


DIAGRAMA DE MOMENTOS MAYORADOS DEL PÓRTICO ANALIZADO, BAJO LA COMBINANA DE CARGAS PERMANENTES Y PESO PROPIO MÁS SOBRECARGAS Y NIEVE. PLASTIFICACIÓN 15%.

ELU



Cálculo del coeficiente global de mayoración de cargas.

Tomando en consideración la tabla anterior, donde la hipótesis ELS: CP (1) y SC (1); y la hipótesis ELU1: CP (1,35) y SC (1,5). Definimos que el coeficiente de mayoración de cargas es el coeficiente entre el valor del momento calculado según la hipótesis ELU1 (cargas mayoradas) entre el valor del momento calculado según la hipótesis ELS (cargas en estado real).

$$\text{coef} = \text{ELU1/ELS} = 159,39 \text{ KNm} / 114,836 \text{ KNm} = 1,387 \approx 1,4$$

Determinamos que las cargas se encuentran mayoradas 1,4 veces, a partir de los resultados en los diagramas de momentos mayorados.

DIAGRAMA DE MOMENTOS MAYORADOS DEL PÓRTICO ANALIZADO, BAJO LA COMBINADA ELU DE MOMENTO MÁS GRANDE EN EL PILAR INTERIOR DE LA PLANTA BAJA

ELU 2

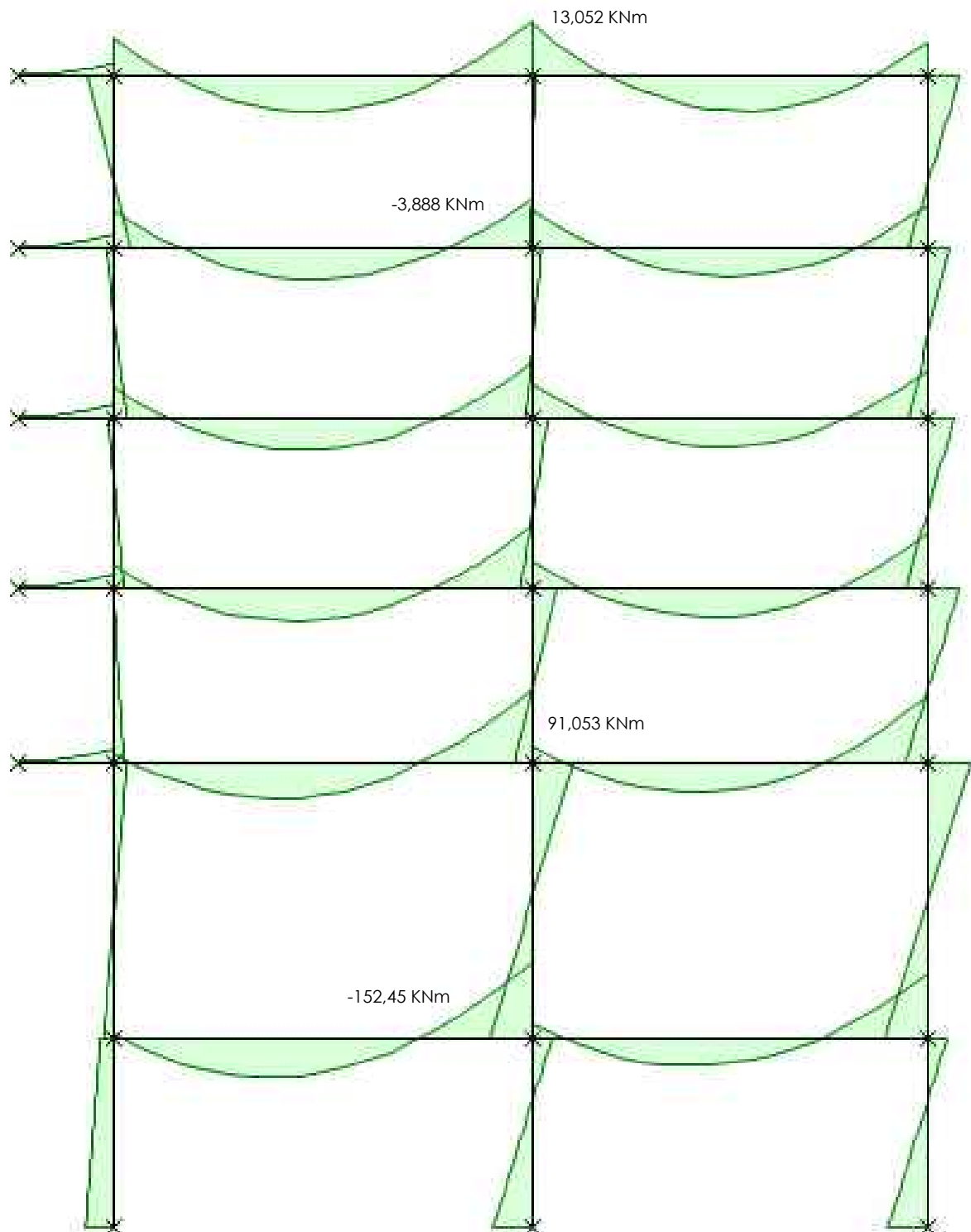


DIAGRAMA DE AXILES DEL PÓRTICO ANALIZADO BAJO LA COMBINADA ELU DE MOMENTO MÁS GRANDE EN EL PILAR INTERIOR DE LA PLANTA BAJA

ELU 2

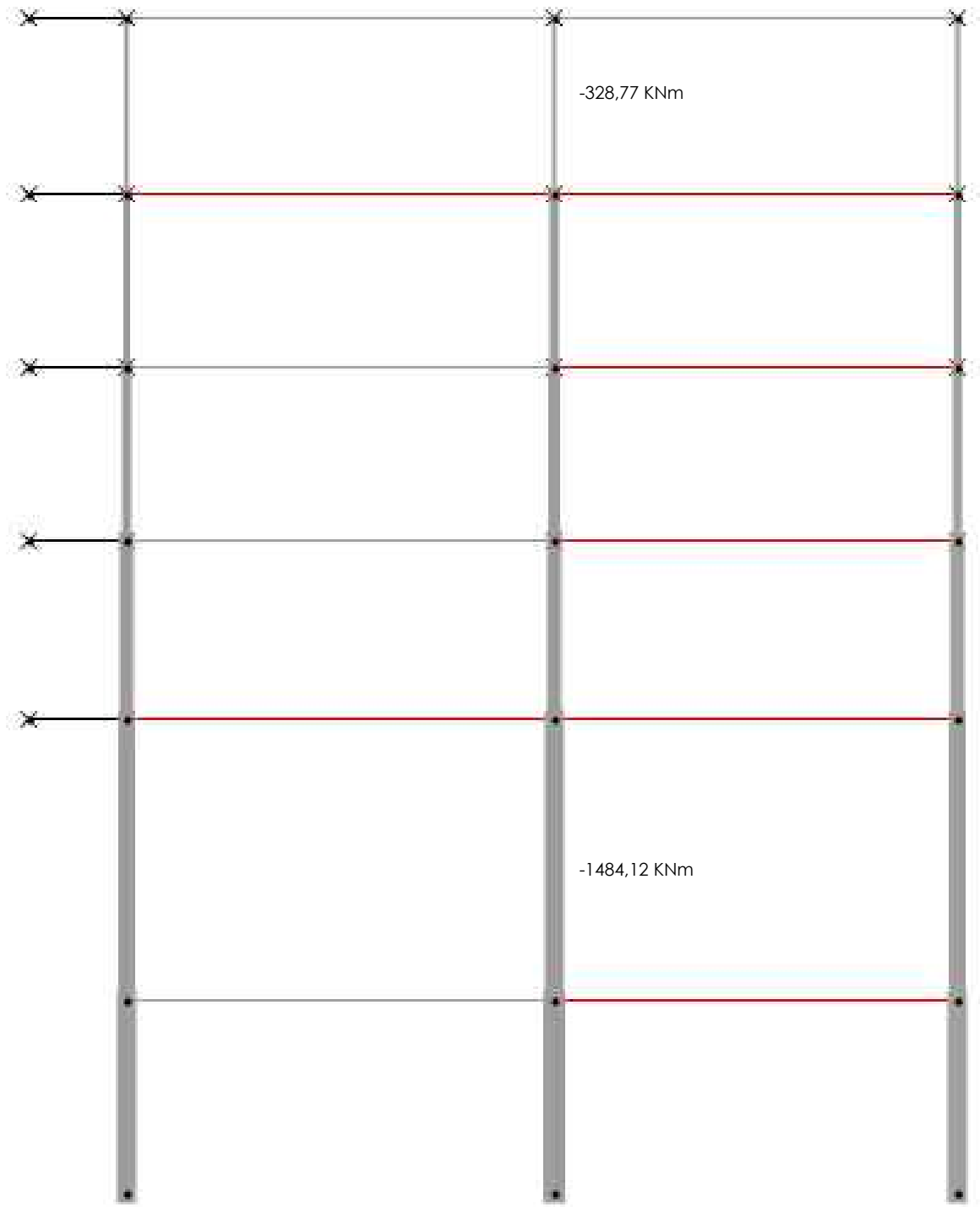


DIAGRAMA DE LA ENVOLVENTE DE MOMENTOS FLECTORES DEL PÓRICO ANALIZADO
PLASTIFICACIÓN 15%

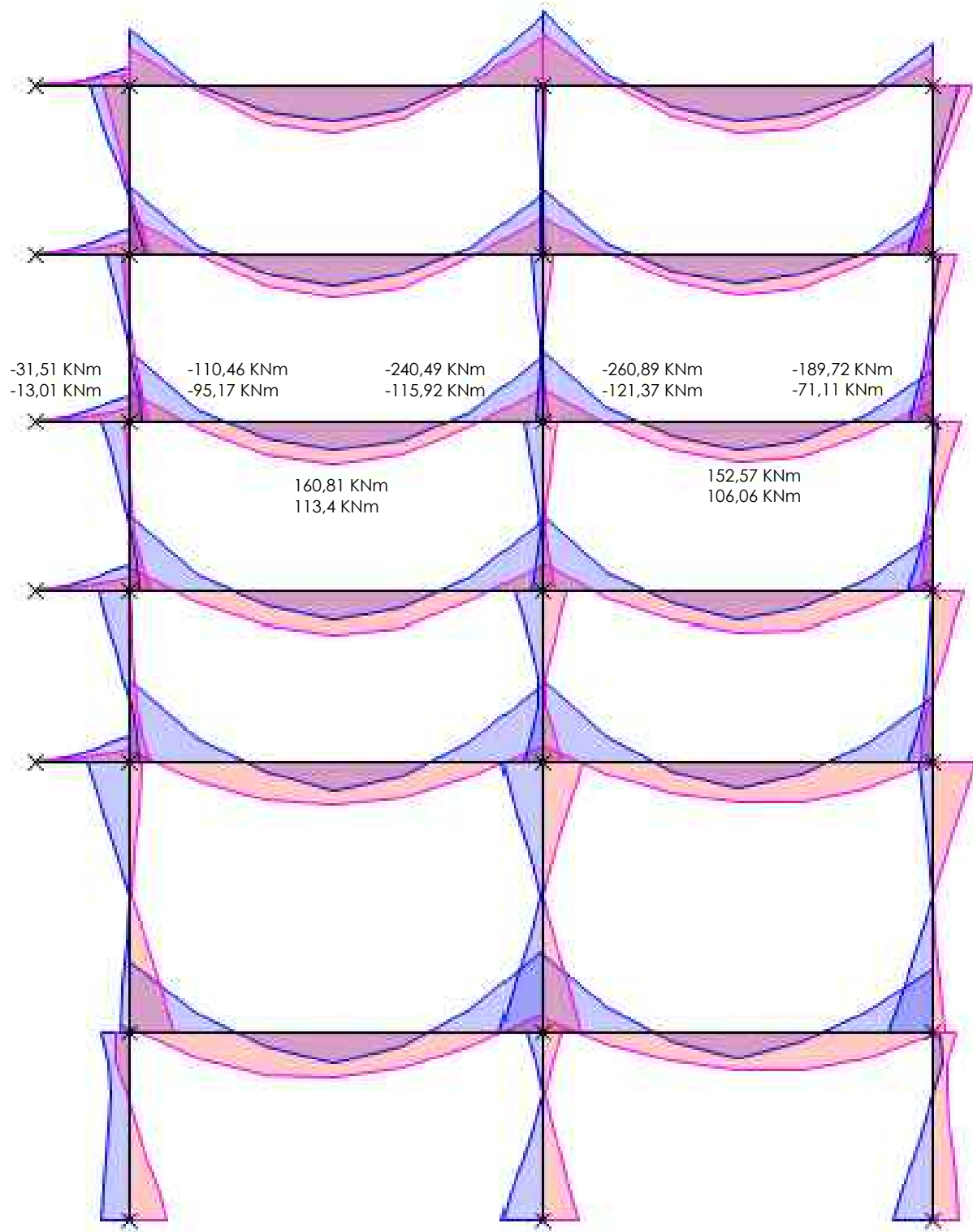
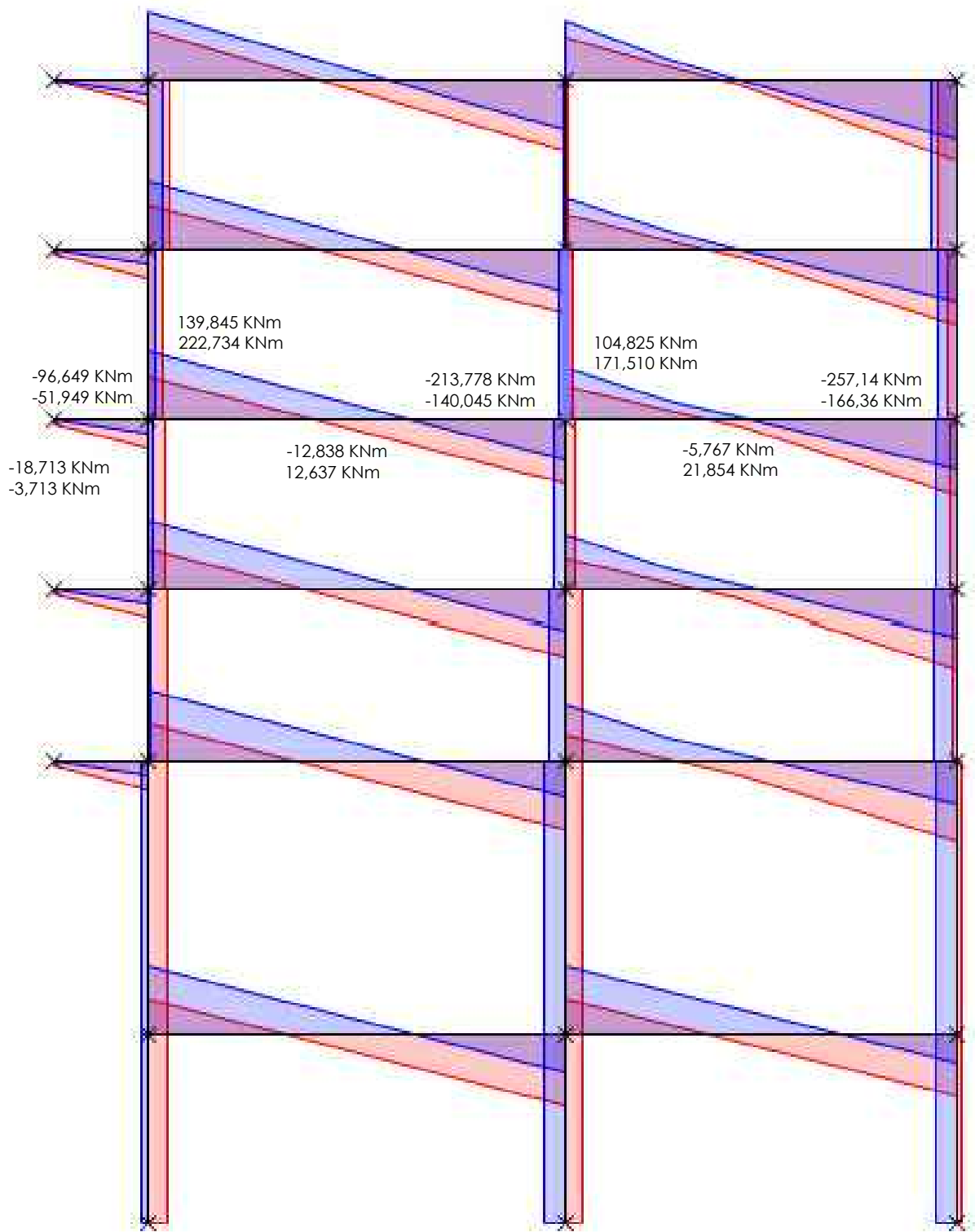


DIAGRAMA DE LA ENVOLVENTE DE LOS CORTANTES DEL PÓRICO ANALIZADO
PLASTIFICACIÓN 15%



Combinaciones de hipótesis

PLANTA TIPO - CARGAS PERMANENTES (G)

Diagrama de momentos flectores (últimos y de servicio) (Wineva con plastificación)

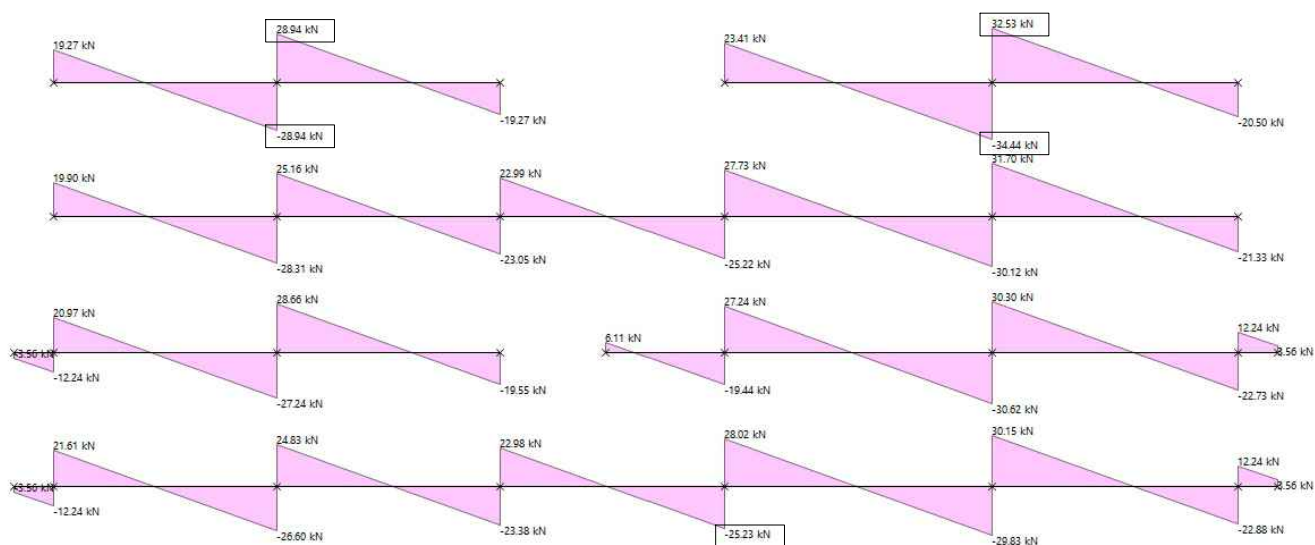
The diagrams illustrate the bending moment distribution for various structural frames under different loading conditions. The values shown are in kNm.

- Diagram 1 (Top Left):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 19.23 kNm at the joints, and a peak moment of -24.206 kNm (circled) at the top joint.
- Diagram 2 (Top Right):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 21.776 kNm at the joints, and a peak moment of -33.126 kNm (circled) at the top joint.
- Diagram 3 (Second Row Left):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 11.707 kNm at the joints, and a peak moment of -21.073 kNm at the top joint. A value of 20.448 kNm is boxed at the bottom joint.
- Diagram 4 (Second Row Middle):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 11.553 kNm at the joints, and a peak moment of -21.381 kNm at the top joint. A value of 11.553 kNm is boxed at the bottom joint.
- Diagram 5 (Second Row Right):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 18.422 kNm at the joints, and a peak moment of -28.554 kNm at the top joint. A value of 23.554 kNm is boxed at the bottom joint.
- Diagram 6 (Third Row Left):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 15.68 kNm at the joints, and a peak moment of -22.794 kNm at the top joint. A value of 19.779 kNm is boxed at the bottom joint.
- Diagram 7 (Third Row Middle):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 20.561 kNm at the joints, and a peak moment of -27.932 kNm at the top joint. A value of 19.646 kNm is boxed at the bottom joint.
- Diagram 8 (Bottom Row):** Shows a frame with moments of 0 kNm at the ends, 17.093 kNm at the joints, and a peak moment of -19.615 kNm at the top joint. A value of 16.009 kNm is boxed at the bottom joint.

DETALLE DEL CÁLCULO DE ESFUERZOS POR WINEVA DE TODOS LOS TRAMOS DEL FORJADO DE LA PLANTA TERCERA (TECHO PLANTA SEGUNDA).

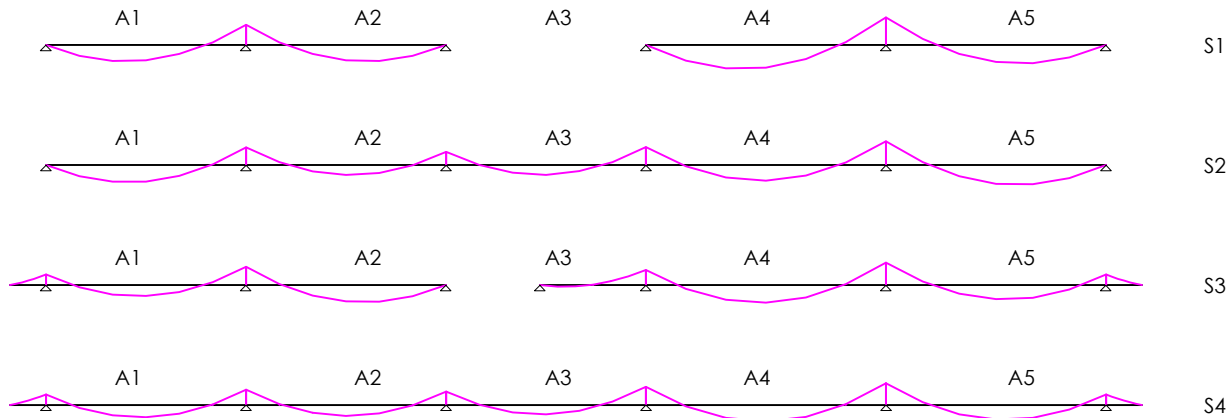
Diagrama de cortantes (últimos)

ELU



CÁLCULO DEL TIPO DE VIGUETA A MOMENTO POSITIVO DE TODO EL FORJADO DE LA PLANTA CUARTA SEGÚN FICHAS CARACTERÍSTICAS

Tipo de forjado de la planta tercera : **20+5/53**



TRAMO FORJADO	M+ Mayorado ELU - Md (KNm)	M+ Sin mayorar ELS - Md (KNm)	CORTANTE sin mayorar ELU - Vd (KN)	TIPO DE VIGUETA VP-15
A1	20,45	14,67	28,94	15.01
A2	19,78	14,18	28,94	15.01
A3	11,55	8,3	25,23	15.01
A4	28,36	20,36	34,44	15.03
A5	23,55	16,9	32,53	15.02

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS -SEGÚN EHE-08- DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS - PUJOL		 Ministerio de Vivienda Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda Autorización de Uso conforme al R.D. 1020/2001 de 13-7 y adaptada al R.D. 1020/2001 de 13-7
MODELO: VP-15 FABRICANTE: PREFABRICADOS PUJOL, S.A. Dirección: Crta. Miralcamp, Km.1 Localidad: 25230, Mollerussa (Lleida)	Firma: 	
NOMBRE Y FIRMA DEL TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA SILVESTRE PETANAS I VILELLA, Ing. INDUSTRIAL HOJA 68 de 149		10211-09 27 NOV. 2009 Carece de validez sin el control de producción Votado: 10211-09 27 NOV. 2009  Fdo: Angel Paz Martín

TIPO DE FORJADO	TIPO DE VIGUETA	FLEXION POSITIVA (1)					(Valores por metro de ancho de Forjado)								
		Módulo resistente W_{inf} (mm ³ /m)	β^{***}	Mu (mkN/m)	Rigidez (mm ² · N/m)		M límite servicio según clase de exposición I (m · kN/m) (2)				Sección Tipo		Sección Macizada		
					E · I ₀	E · I _{ls}					Vu (kN/m)		Vras (kN/m)	Vu (kN/m)	
							M ₀	M _{fis}	M ₀ '	M _{0,2}	No Fis.	Fis.		Fisurada	
20-4/73	15.01	2733-E3	3.97	24.7	12515-E9	3332-E9	15.0	18.5	15.8	20.1	35.3	35.3	52.9	146.3	
	15.02	2746-E3	3.98	29.8	12505-E9	3812-E9	18.5	22.2	19.2	24.0	38.3	38.3	52.9	146.3	
	15.03	2760-E3	3.96	34.7	12534-E9	4243-E9	21.5	25.6	22.2	27.8	41.2	41.2	52.9	146.3	
	15.04	2770-E3	3.97	39.2	12554-E9	4606-E9	23.6	28.5	24.6	31.1	41.8	41.8	52.9	146.3	
	15.05	2784-E3	3.96	44.1	12593-E9	4969-E9	26.7	31.7	27.7	34.8	41.8	41.8	52.9	146.3	
	15.06	2793-E3	3.97	48.5	12613-E9	5272-E9	28.7	33.7	29.9	37.9	41.8	41.8	52.9	146.3	
	15.07	2806-E3	3.98	53.3	12652-E9	5586-E9	31.8	36.9	33.0	41.3	41.8	41.8	52.9	146.3	
20-5/73	15.01	2980-E3	4.33	26.0	14181-E9	3695-E9	16.1	19.5	16.8	21.2	36.6	36.6	55.3	150.5	
	15.02	2994-E3	4.34	31.4	14171-E9	4224-E9	19.8	23.4	20.4	25.4	39.8	39.8	55.3	150.5	
	15.03	3008-E3	4.31	36.6	14200-E9	4704-E9	23.0	27.0	23.7	29.3	42.8	42.8	55.3	150.5	
	15.04	3020-E3	4.33	41.3	14220-E9	5106-E9	25.3	30.2	26.1	32.8	43.1	43.1	55.3	150.5	
	15.05	3035-E3	4.32	46.6	14259-E9	5508-E9	28.7	33.7	29.5	36.7	43.1	43.1	55.3	150.5	
	15.06	3045-E3	4.33	51.2	14298-E9	5851-E9	30.8	36.1	31.8	39.9	43.1	43.1	55.3	150.5	
	15.07	3059-E3	4.34	56.3	14337-E9	6203-E9	34.1	39.5	35.1	43.6	43.1	43.1	55.3	150.5	

CÁLCULO DE LA ARMADURA DE REFUERZO A NEGATIVO DE TODO EL FORJADO DE PLANTA TERCERA SEGÚN FICHAS CARACTERÍSTICAS

Tipo de forjado de la planta tercera : **20+5/53**

TRAMO FORJADO	M- Mayorado ELU - Md (KNm)						Negativos					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6
S1	—	24,2	—	—	33,13	—	—	1Ø16	—	—	1Ø16 1Ø10	—
S2	—	21,07	15,77	21,38	28,55	—	—	1Ø16	2Ø10	1Ø16	1Ø16 1Ø10	—
S3	7,1	22,8	—	17,78	27,93	7,1	1Ø12	1Ø16	—	2Ø10	1Ø16 1Ø10	1Ø12
S4	7,1	19,6	16	21,66	27,1	7,1	1Ø12	2Ø10	2Ø10	1Ø16	1Ø16 1Ø10	1Ø12

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS -SEGÚN EHE-08- DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS - PUJOL

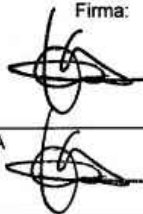
MODELO: **VP-15**FABRICANTE: **PREFABRICADOS PUJOL, S.A.**Dirección: **Ctra. Miralcamp, Km.1**Localidad: **25230, Mollerussa (Lleida)**

NOMBRE Y FIRMA DEL TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA

SILVESTRE PETANAS I VILELLA, Ing. INDUSTRIAL

HOJA 69 de 149

Firma:




TIPO DE FORJADO	FLEXION NEGATIVA (1)					(Valores por metro de ancho de Forjado)							
	Negativos por vigueta	A _{su} (mm ² /m)	M _u (mkN/m)		M _{fs} (mkN/m)	Rigidez (mm ² · N/m)		M límite servicio según clase de exposición (m · kN/m)		Rasante (kN/m)	V _u (kN/m)		
			Sección Tipo	Sección Macizada		bruta E · I _b	fisurada E · I _{fs}	I	II		Sección Tipo	Sección Macizada	
20+4/73	1Ø10	107.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1Ø12	154.9	13.8	14.1	12.9	13945 E9	1127 E9	12.9	9.7	52.9	40.9	142.9	
	2Ø10	215.2	18.9	19.5	14.0	13975 E9	1470 E9	17.4	13.1	52.9	40.9	142.9	
	1Ø16	275.5	23.9	24.8	14.1	14004 E9	1793 E9	22.0	16.5	52.9	40.9	142.9	
	1Ø16+1Ø10	383.0	32.4	34.3	14.2	14063 E9	2332 E9	29.9	22.5	52.9	40.9	142.9	
	1Ø20	430.4	36.1	38.4	14.2	14083 E9	2548 E9	33.4	25.1	52.9	40.9	142.9	
	2Ø16	550.8	44.9	48.8	14.3	14141 E9	3077 E9	42.2	31.7	52.9	40.9	142.9	
	1Ø20+1Ø16	705.8	54.9	61.9	14.5	14220 E9	3685 E9	53.4	40.0	52.9	43.1	142.9	
	2Ø20	860.7	62.8	74.8	14.7	14288 E9	4234 E9	62.8	48.2	52.9	46.0	142.9	
20+5/73	1Ø10	107.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1Ø12	154.9	14.4	14.7	13.4	16033 E9	1235 E9	13.4	10.1	55.3	42.1	147.2	
	2Ø10	215.2	19.8	20.4	15.8	16072 E9	1617 E9	18.2	13.7	55.3	42.1	147.2	
	1Ø16	275.5	25.0	26.0	15.9	16101 E9	1970 E9	23.0	17.2	55.3	42.1	147.2	
	1Ø16+1Ø10	383.0	34.1	35.9	16.0	16150 E9	2568 E9	31.3	23.5	55.3	42.1	147.2	
	1Ø20	430.4	37.9	40.2	16.1	16180 E9	2813 E9	35.0	26.3	55.3	42.1	147.2	
	2Ø16	550.8	47.2	51.1	16.2	16239 E9	3391 E9	44.2	33.2	55.3	42.1	147.2	
	1Ø20+1Ø16	705.8	57.9	64.9	16.4	16317 E9	4077 E9	55.9	41.9	55.3	43.9	147.2	
	2Ø20	860.7	66.9	78.4	16.5	16395 E9	4684 E9	66.9	50.5	55.3	46.9	147.2	

DEFINICIÓN DE LA ARMADURA DE REPARTO DEL FORJADO DE LA PLANTA TERCERA, DETALLANDO EL CÁLCULO

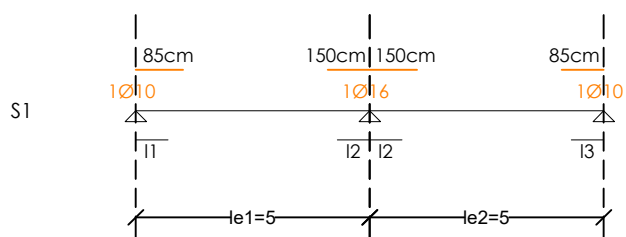
Perpendicular a los nervios: $A_s \geq (1,1 \times h \times 100) / 1000 = (1,1 \times 5 \times 100) / 1000 = 0,55 \text{ cm}^2/\text{m}$ $0,55/0,1963 \text{ cm}^2 = 2,80$ **3Ø5mm/ml**Paralela a los nervios: $A_s \geq (0,6 \times h \times 100) / 1000 = (0,6 \times 5 \times 100) / 1000 = 0,3 \text{ cm}^2/\text{m}$ $0,3/0,1963 \text{ cm}^2 = 1,53$ **2Ø5mm/ml**
máx. de 30cm entre redondos **3Ø5mm**

La separación mínima entre cada redondo ha de ser < 35cm

ho=capa de compresión en cm

Ø redondo = 5mm; área redondo = $\pi \times r^2 = 19,63 \text{ mm}^2$ Escogeremos una malla 30.30.5. La definición del armado de repartición será: **Malla de 30x30Ø5 B-500S**

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE ARMADO A NEGATIVO



$$b=35\text{cm}$$

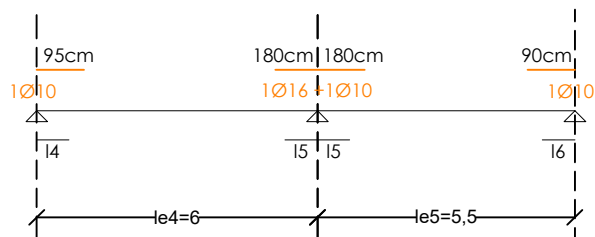
$$l=b+0,1 \times l_{en}$$

$$l1=b+0,1 \times l1=35+0,1 \times 500=85\text{cm}$$

$$l2=0,3 \times l1=0,3 \times 500=150\text{cm}$$

$$l2=0,3 \times l2=0,3 \times 500=150\text{cm}$$

$$l3=b+0,1 \times l2=35+0,1 \times 500=85\text{cm}$$

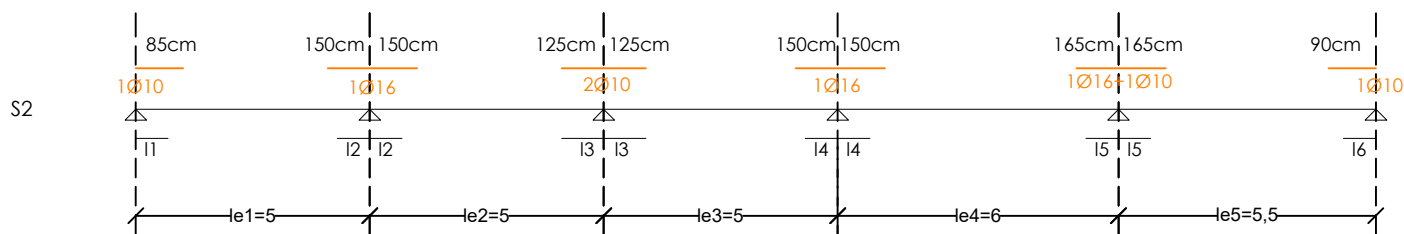


$$l4=b+0,1 \times l4=35+0,1 \times 600=95\text{cm}$$

$$l5=0,3 \times l4=0,3 \times 600=180\text{cm}$$

$$l5=0,3 \times l5=0,3 \times 550=165\text{cm}$$

$$l6=b+0,1 \times l5=35+0,1 \times 550=90\text{cm}$$



$$b=35\text{cm}$$

$$l=b+0,1 \times l_{en}$$

$$l1 = 35+0,1 \times 500 = 85\text{cm}$$

$$l2 = 0,3 \times 500 = 150\text{cm}$$

$$l2 = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$$

$$l3 = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$$

$$l3 = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$$

$$l4 = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$$

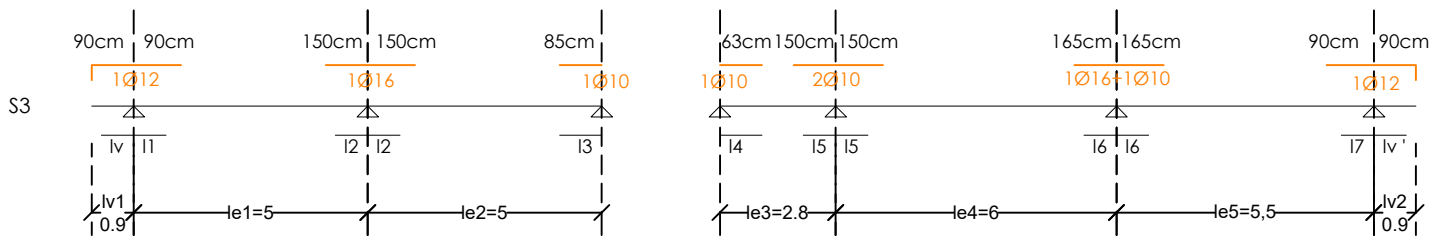
$$l4 = 0,25 \times 600 = 150\text{cm}$$

$$l5 = 0,25 \times 600 = 150\text{cm}$$

$$l5 = 0,30 \times 550 = 165\text{cm}$$

$$l6 = 35+0,1 \times 550 = 90\text{cm}$$

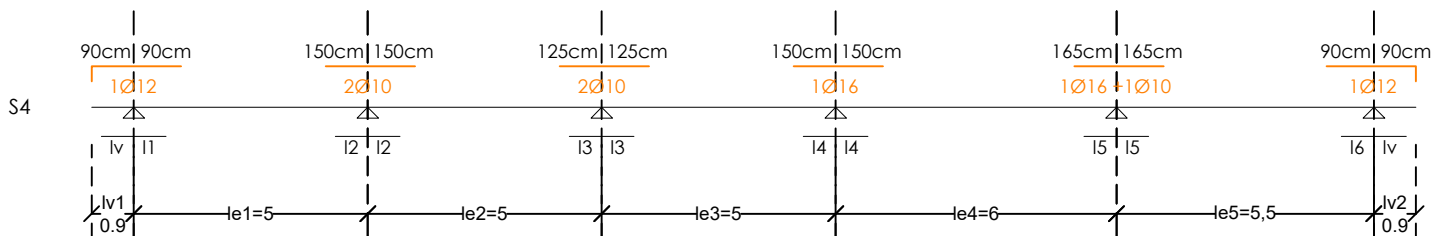
CÁLCULO DE LA LONGITUD DE ARMADO A NEGATIVO



$b=35\text{cm}$
 $l=b+0,1 \times l_{en}$

$l_v = l_{v1} = 90\text{cm}$
 $l1 = l_v = \mathbf{90\text{cm}}$
 $l1 = 35 + 0,1 \times 500 = 85\text{cm}$
 $l2 = 0,3 \times 500 = \mathbf{150\text{cm}}$
 $l2 = 0,3 \times 500 = 150\text{cm}$
 $l3 = 35 + 0,1 \times 500 = \mathbf{85\text{cm}}$

$l4 = 35 + 0,1 \times 280 = \mathbf{63\text{cm}}$
 $l5 = 0,3 \times 280 = 84\text{cm}$
 $l5 = 0,25 \times 600 = \mathbf{150\text{cm}}$
 $l6 = 0,25 \times 600 = 150\text{cm}$
 $l6 = 0,3 \times 550 = \mathbf{165\text{cm}}$
 $l_{v'} = l_{v2} = 90\text{cm}$
 $l7 = l_{v'} = \mathbf{90\text{cm}}$
 $l7 = 35 + 0,1 \times 550 = 90\text{cm}$



$b=35\text{cm}$
 $l=b+0,1 \times l_{en}$

$l_v = l_{v1} = 90\text{cm}$
 $l1 = l_v = \mathbf{90\text{cm}}$
 $l1 = b + 0,1 \times l_{en} = 35 + 0,1 \times 500 = 85\text{cm}$
 $l2 = 0,3 \times l_{e1} = 0,3 \times 500 = \mathbf{150\text{cm}}$
 $l2 = 0,25 \times l_{e2} = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$
 $l3 = 0,25 \times l_{e2} = 0,25 \times 500 = \mathbf{125\text{cm}}$
 $l3 = 0,25 \times l_{e3} = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$

$l4 = 0,25 \times l_{e3} = 0,25 \times 500 = 125\text{cm}$
 $l4 = 0,25 \times l_{e4} = 0,25 \times 600 = \mathbf{150\text{cm}}$
 $l5 = 0,25 \times l_{e4} = 0,25 \times 600 = 150\text{cm}$
 $l5 = 0,3 \times l_{e5} = 0,3 \times 550 = \mathbf{165\text{cm}}$
 $l_{v'} = l_{v2} = \mathbf{90\text{cm}}$
 $l6 = l_{v'} = 90\text{cm}$
 $l6 = b + 0,1 \times l_{e5} = 0,35 + 0,1 \times 550 = 55,35\text{cm}$

DETALLES CONSTRUCTIVOS DE TODAS LAS ENTREGAS DE FORJADO A LAS DIFERENTES JÁCENAS DEL PROYECTO (PLANTA TERCERA)

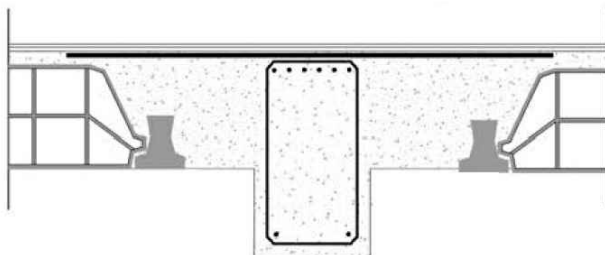
FORJADO DE SEMIVIGUETAS DE 20+5 cm

VIGUETA
Tipo VP-15.01

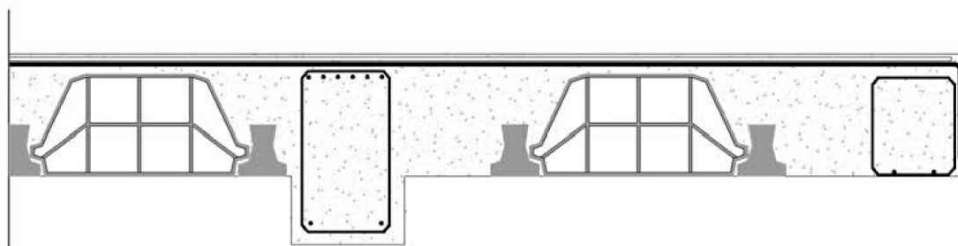
INTEREJE 73cm
Según las fichas de semiviguetas Pujol

ALIGERAMIENTO
Bovedilla cerámica

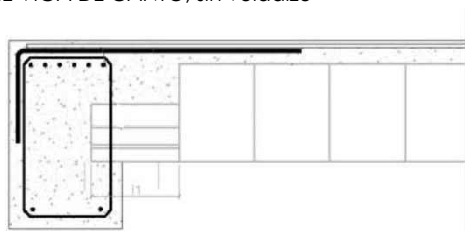
INTERIOR DE VANO SOBRE LA JÁCENA DE CANTO, apoyo sencillo



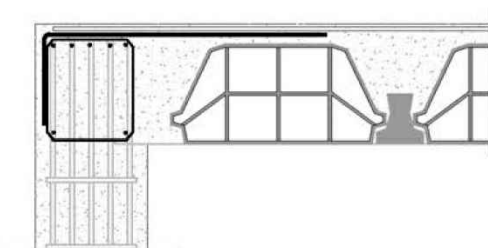
INTERIOR DE VANO SOBRE VIGA DE CANTO Y VOLADA



EXTREMO DE VANO SOBRE VIGA DE CANTO, sin voladizo

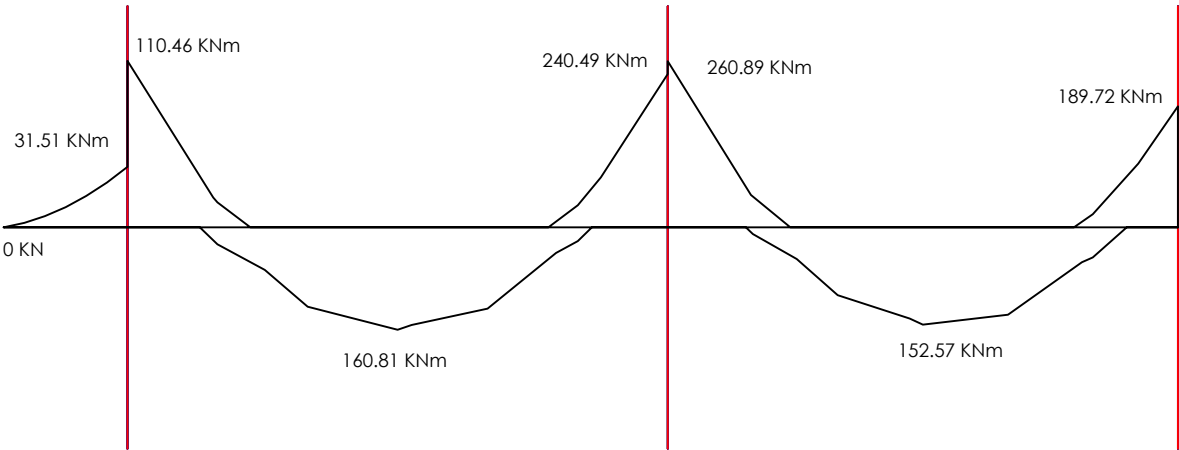


ENTREGA FORJADO CON EL MURO



CALCULO DE LA ARMADURA DE LAS JÁCENAS DE PLANTA TERCERA, TECHO PLANTA SEGUNDA, PERTENECIENDO AL PÓRTICO ANALIZADO EN EL APARTADO ANTERIOR (SEGÚN ENVOLVENTE DE MOMENTOS FLECTORES PLASTIFICADOS, PÁG 16) MEDIANTE ÁBACO DE FLEXIÓN

ENVOLVENTE MOMENTOS FLECTORES PLASTICOS (ELU 'S)



CALCULO DE LA ARMADURA

Sección jácena 35 x 50 cm d = 45 cm
Md = 260.89 kNm

$$\mu = Md / b \cdot x d^2 \cdot f_{cd} = 260.89 \times 10^3 \times 10^3 / 350 \times 450^2 \times (25 / 1.5) = 0.22 \quad w = 0.196$$

$$w = A_s \times f_{yd} / b \cdot x d \cdot f_{cd} ; A_s = w \cdot b \cdot x d \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0.196 \times 350 \times 450 \times (25 / 1.5) / (500 / 1.15) = 1333.437 \text{ mm}^2 = 13.33 \text{ cm}^2$$

$$13.33 / 3.14 = 4.245 \rightarrow 5 \phi 20$$

CAPACITAT MECÀNICA EN Kn				ACER B 500 S				$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$			
$U = A_s \cdot f_{yd} \quad U' = A'_s \cdot f_{yd}$				$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$							$\gamma_s = 1,15$
Diàmetre ϕ (mm)	NOMBRE DE BARRES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6	12,29	24,59	36,88	49,17	61,47	73,76	86,05	98,35	110,64	122,93	
8	21,85	43,71	65,56	87,42	109,27	131,13	152,98	174,84	196,69	218,55	
10	34,15	68,30	102,44	136,59	170,74	204,89	239,03	273,18	307,33	341,48	
12	49,17	98,35	147,52	196,69	245,86	295,04	344,21	393,38	442,56	491,73	
14	66,93	133,86	200,79	267,72	334,65	401,58	468,51	535,44	602,37	669,30	
16	87,42	174,84	262,26	349,67	437,09	524,51	611,93	699,35	786,77	874,18	
20	136,59	273,18	409,77	546,37	682,96	819,55	956,14	1092,73	1229,32	1365,91	
25	213,42	426,85	640,27	853,70	1067,12	1280,54	1493,97	1707,39	1920,82	2134,24	
32	349,67	699,35	1049,02	1398,69	1748,37	2098,04	2447,72	2797,39	3147,06	3496,74	
40	546,37	1092,73	1639,10	2185,46	2731,83	3278,19	3824,56	4370,92	4917,29	5463,65	

N.Ø20	A_s cm ²	$A_s \cdot f_{yd}$ kN	W	μ	Momento resistido kN
1	3.142	136.59	0.052	0.049	57.88kN
2	6.283	273.18	0.104	0.09	106.31kN
3	9.425	409.77	0.156	0.144	170.1kN
4	12.566	546.37	0.208	0.187	220.89kN
5	15.708	682.96	0.26	0.226	266.96kN

SECCIONS EN cm² MASSES EN kg/m										
Diàmetre φ (mm)	Massa (kg/m)	NOMBRE DE BARRES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,222	0,283	0,565	0,848	1,131	1,414	1,696	1,979	2,262	2,545
8	0,395	0,503	1,005	1,508	2,011	2,513	3,016	3,519	4,021	4,524
10	0,617	0,785	1,571	2,356	3,142	3,927	4,712	5,498	6,283	7,069
12	0,888	1,131	2,262	3,393	4,524	5,655	6,786	7,917	9,048	10,179
14	1,208	1,539	3,079	4,618	6,158	7,697	9,236	10,776	12,315	13,854
16	1,578	2,011	4,021	6,032	8,042	10,053	12,064	14,074	16,085	18,096
20	2,466	3,142	6,283	9,425	12,566	15,708	18,850	21,991	25,133	28,274
25	3,853	4,909	9,818	14,726	19,635	24,544	29,453	34,361	39,270	44,179
32	6,313	8,042	16,085	24,127	32,170	40,212	48,255	56,297	64,340	72,382
40	9,865	12,566	25,133	37,699	50,266	62,832	75,398	87,965	100,531	113,098

1 redondo Ø 20

$$A = 3.142 \text{ cm}^2$$

$$W = 314.2X(500/1.15)/350X450X(25/1.5) = 0.052 \quad \mu = 0.049$$

$$0.049 = M_d/350x450^2x(25/1.5) ; M_d = 57.88 \text{ kN} = \text{Momento resistido}$$

3 redondos Ø 20

$$A = 9.425 \text{ cm}^2$$

$$W = 942.5X(500/1.15)/350X450X(25/1.5) = 0.156 \quad \mu = 0.144$$

$$0.144 = M_d/350x450^2x(25/1.5) ; M_d = 170.1 \text{ kN} = \text{Momento resistido}$$

5 redondos Ø 20

$$A = 15.708 \text{ cm}^2$$

$$W = 1570.8X(500/1.15)/350X450X(25/1.5) = 0.26 \quad \mu = 0.226$$

$$0.226 = M_d/350x450^2x(25/1.5) ; M_d = 266.96 \text{ kN} = \text{Momento resistido}$$

2 redondos Ø 20

$$A = 6.283 \text{ cm}^2$$

$$W = 628.3X(500/1.15)/350X450X(25/1.5) = 0.104 \quad \mu = 0.09$$

$$0.09 = M_d/350x450^2x(25/1.5) ; M_d = 106.31 \text{ kN} = \text{Momento resistido}$$

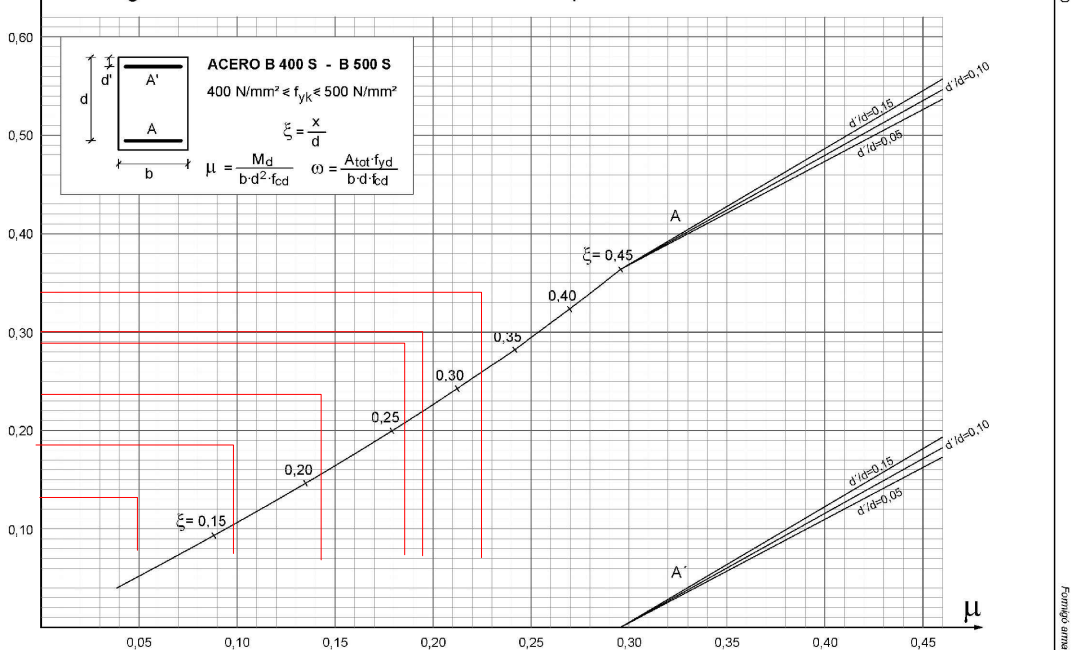
4 redondos Ø 20

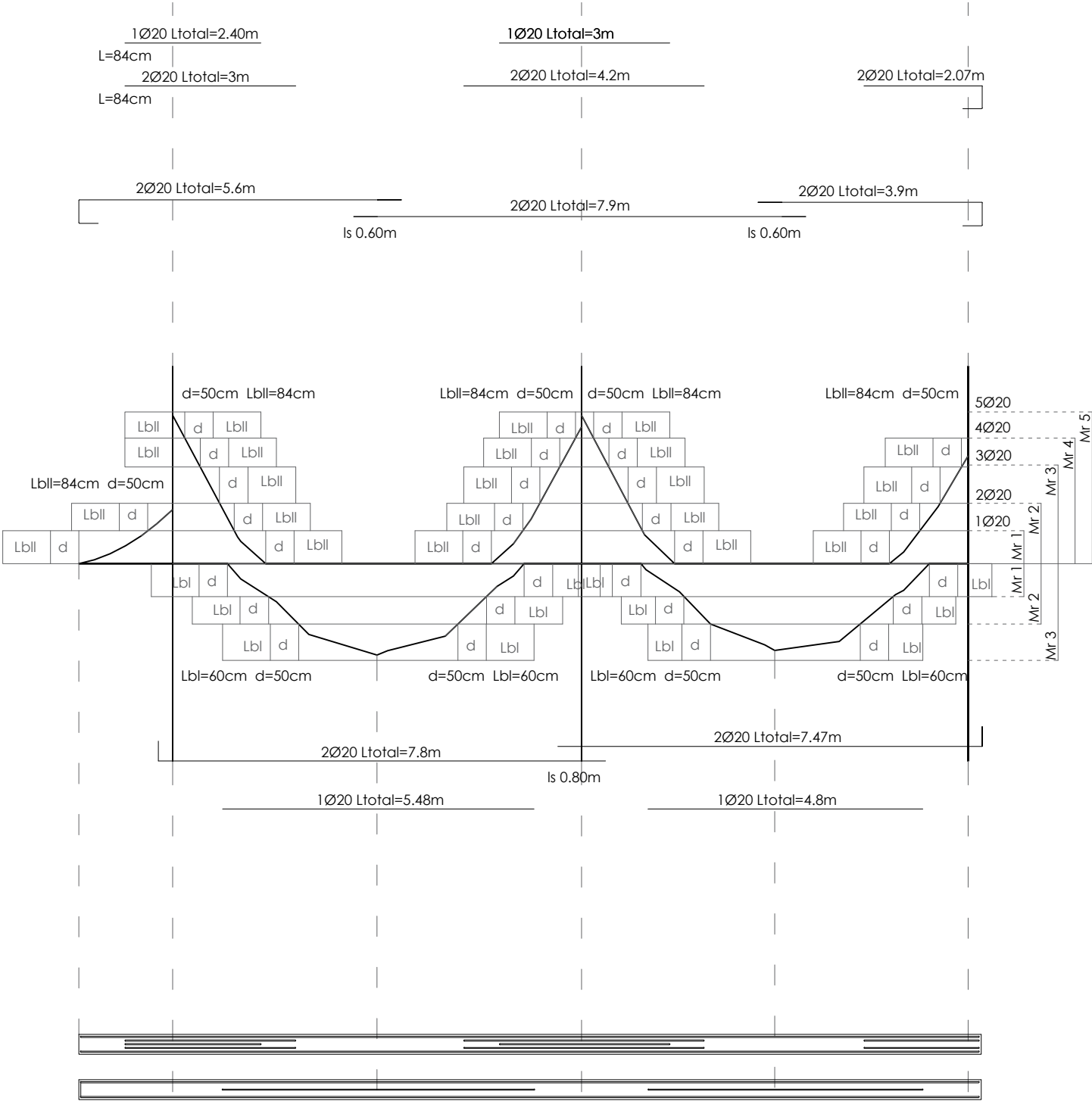
$$A = 12.566 \text{ cm}^2$$

$$W = 1256.6X(500/1.15)/350X450X(25/1.5) = 0.208 \quad \mu = 0.187$$

$$0.187 = M_d/350x450^2x(25/1.5) ; M_d = 220.89 \text{ kN} = \text{Momento resistido}$$

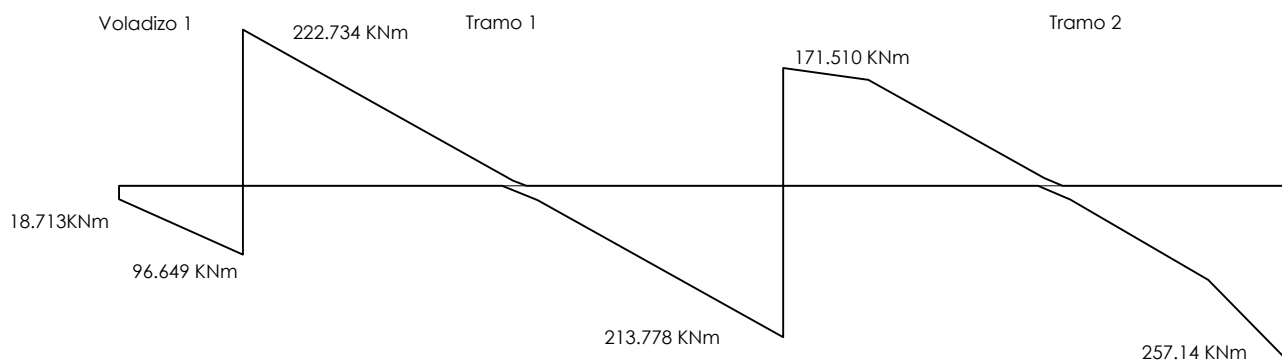
ω Diagrama d'interacció adimensional. Flexió simple





CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LAS JÁCENAS DE PLANTA TERCERA, TECHO PLANTA SEGUNDA, PERTENECIENTE AL PÓRTICO ANALIZADO EN EL APARTADO ANTERIOR, (SEGÚN ENVOLVENTE DE CORTANTES, PÁG 18).

ENVOLVENTE CORTANTES (ELU 'S)



COMPROBACIÓN DEL AGOTAMIENTO DEL HORMIGÓN POR COMPRESIÓN OBLICUA:

$V_{rd}' < V_{u1}$ en todos los casos

$$Jácena V_{u1} = 0.3 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0.3 \cdot (25/1.5) \cdot 350 \cdot 450 = 787500N = 787 \text{ kN}$$

No calculamos V_{rd} ya que V_1 es mas grande que los máximos valores de cortantes de todos los tramos

CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN:

Cortante que el hormigón absorbe a tracción

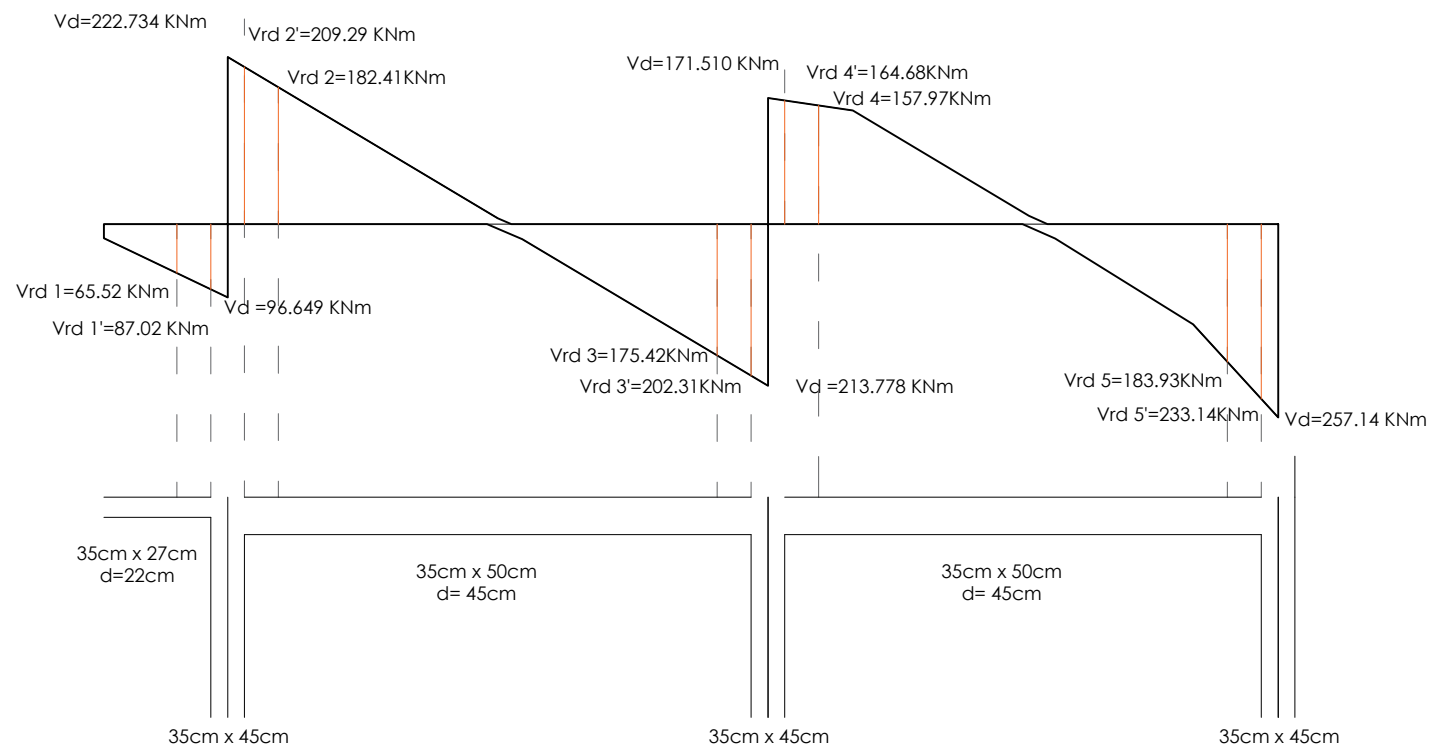
($d=45\text{cm}$)

$$V_{cu} = 0.1 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot \rho_i \cdot f_{ck})} \cdot b \cdot d = 0.1 \cdot 1.66 \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot 0.0039 \cdot 25)} \cdot 350 \cdot 450 = 55854.33 \text{ N} = 55.84 \text{ kN}$$

$$\varepsilon = 1 + \sqrt{(200 / d)} = 1 + \sqrt{(200 / 450)} = 1.66 < 2 \text{ cumple}$$

$$\rho_i = A_s / b \cdot d = 2 \cdot (\pi \cdot r^2) / b \cdot d = 2 \cdot (\pi \cdot 10^2) / 350 \cdot 450 = 0.0039$$

MATERIALES	
Tipo de hormigón	HA - 25
Tipo de acero	B500S
f_{ck}	25 N/mm ²
f_{yk}	500 N/mm ²
γ_c	1.5
γ_s	1.15



CONTRIBUCIÓN DEL ACERO:

$$V_{rd} < V_{u2} = V_{cu} + V_{su}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu}$$

Voladizo 1: 35 x 50cm; $d=45$ cm

$$V_{cu} = 55.84 \text{ kN}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu} = 65.52 - 55.84 = \mathbf{9.68 \text{ kN}}$$

Tramo 1: 35 x 50cm; $d=45$ cm

_Sección 1:

$$V_{cu} = 55.84 \text{ kN}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu} = 182.41 - 55.84 = \mathbf{126.57 \text{ kN}}$$

_Sección 2:

$$V_{cu} = 55.84 \text{ kN}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu} = 175.42 - 55.84 = \mathbf{119.58 \text{ kN}}$$

Tramo 2: 35 x 50cm; $d=45$ cm

_Sección 1:

$$V_{cu} = 55.84 \text{ kN}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu} = 157.97 - 55.84 = \mathbf{102.13 \text{ kN}}$$

_Sección 2:

$$V_{cu} = 55.84 \text{ kN}$$

$$V_{su} = V_{rd} - V_{cu} = 183.93 - 55.84 = \mathbf{128.09 \text{ kN}}$$

CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE ARMADURAS DE JÁCENA A CORTANTE

CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL DE LAS JÁCENAS DE PLANTA TERCERA, TECHO PLANTA SEGUNDA, PERTENECIENTE AL PÓRTICO ANALIZADO EN EL APARTADO ANTERIOR (SEGÚN ENVOLVENTE DE CORTANTES)

CALCULO DEL ESTRIBADO:

Separación entre estribos: $St = (0.9 \times d \times As \times f_{yd}) / V_s$; $As \ 2\varnothing 8 = 100.5 \text{ mm}^2$; $f_{yd} = 400$

$V \ s_{min} = (0.9 \times d \times As \times f_{yd}) / S \ t_{min}$ (contribución del armado)

Elegimos el caso más desfavorable:

$St \ min < _ 0.7 \times d < 600 \text{ mm}$ si $V_{rd} < \frac{1}{5} V_{cu1}$

$_ 0.6 \times d < 450 \text{ mm}$ si $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} < \frac{2}{3} V_{u1}$

$_ 0.3 \times d < 300 \text{ mm}$ si $V_{rd} > \frac{2}{3} V_{u1}$

Voladizo 1: Estribado mínimo: $V_{u1} = 787 \text{ kN}$

$V_{rd} < \frac{1}{5} V_{u1} \rightarrow 65.52 < 157.4$

$S \ t_{min} = 0.7 \times d = 0.7 \times 450 = 315 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$

$S \ t_{min} < (100.5 \times 400 \times 25) / (350 \times (25/1,15)^{\frac{2}{3}}) = 368 _ 30 \text{ cm}$

$V_{smin} = 0.9 \cdot 450 \cdot 2(\pi \cdot 4^2) \cdot 400 / 315 = 51701.64 \text{ N} = 51.7 \text{ kN}$

$V_{u2} = V_c + V_{smin} = 55.84 + 51.7 = 107.54 \text{ kN} > V_{rd} \rightarrow$ queda soportado por la contribución del hormigón y del estribado mínimo

Tramo 1: Estribado mínimo: $V_{u1} = 787 \text{ kN}$

Sección 1 : $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} < \frac{2}{3} V_{u1} \rightarrow 157.4 < 182.4 < 524.67 \rightarrow S \ t_{min} = 0.6 \times d = 0.6 \times 450 = 270 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$

Sección 2 : $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} < \frac{2}{3} V_{u1} \rightarrow 157.4 < 175.42 < 524.67 \rightarrow S \ t_{min} = 0.6 \times d = 0.6 \times 450 = 270 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$
 $S \ t_{min} < (100.5 \times 400 \times 25) / (350 \times (25/1,15)^{\frac{2}{3}}) = 368$

$V_{smin} = 0.9 \cdot 450 \cdot 2(\pi \cdot 4^2) \cdot 400 / 270 = 60318.58 \text{ N} = 60.3 \text{ kN}$

$V_{u2} = V_c + V_{smin} = 55.84 + 60.3 = 116.14 \text{ kN} < V_{rd}$ de las dos secciones extremas, por lo tanto zonificamos estribos

Zonificación:

Sección 1: $St = (900 \times 450 \times 100.5 \times 400) / 145310 = 112.04 \text{ mm} = 11.2 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm}$

Sección 2: $St = (900 \times 450 \times 100.5 \times 400) / 141420 = 115.12 \text{ mm} = 11.5 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm}$

Tramo 2: Estribado mínimo: $V_{u1} = 787 \text{ kN}$

Sección 1 : $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} < \frac{2}{3} V_{u1} \rightarrow 157.4 < 157.97 < 524.67 \rightarrow S \ t_{min} = 0.6 \times d = 0.6 \times 450 = 270 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$

Sección 2 : $\frac{1}{5} V_{u1} < V_{rd} < \frac{2}{3} V_{u1} \rightarrow 157.4 < 183.93 < 524.67 \rightarrow S \ t_{min} = 0.6 \times d = 0.6 \times 450 = 270 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$
 $S \ t_{min} < (100.5 \times 400 \times 25) / (350 \times (25/1,15)^{\frac{2}{3}}) = 368$

$V_{smin} = 0.9 \cdot 450 \cdot 2(\pi \cdot 4^2) \cdot 400 / 270 = 60318.58 \text{ N} = 60.3 \text{ kN}$

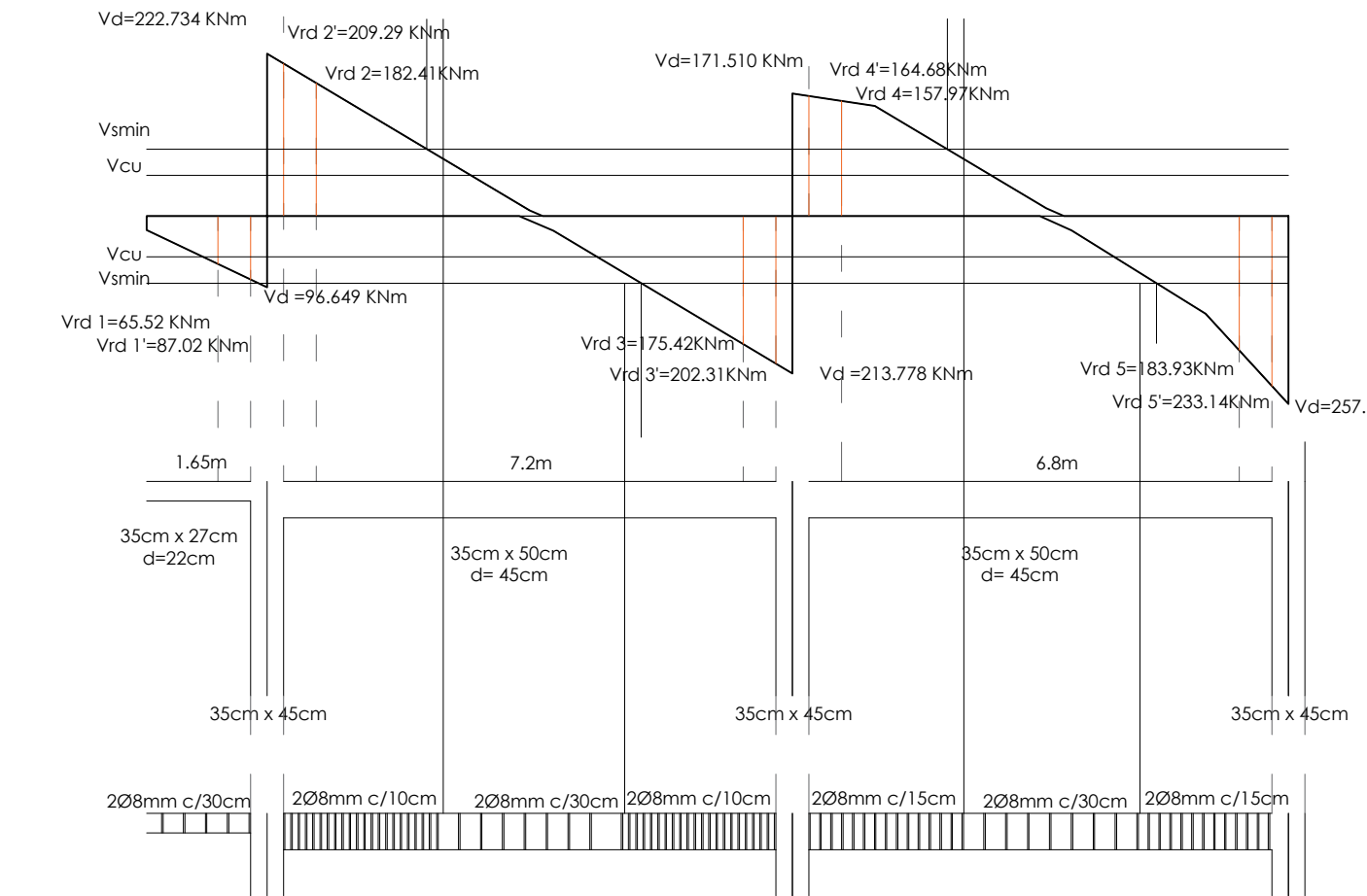
$V_{u2} = V_c + V_{smin} = 55.84 + 60.3 = 116.14 \text{ kN} < V_{rd}$ de las dos secciones extremas, por lo tanto zonificamos estribos

Zonificación:

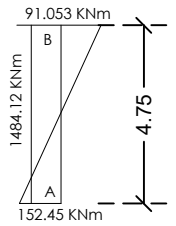
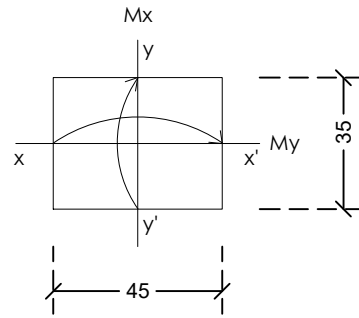
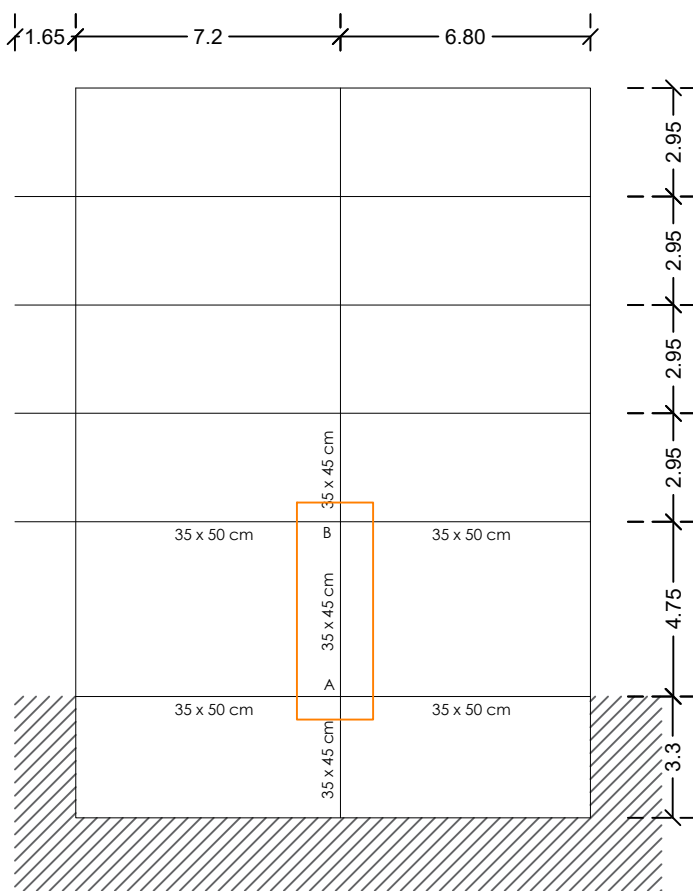
Sección 1: $St = (900 \times 450 \times 100.5 \times 400) / 119100 = 136.70 \text{ mm} = 13.67 \text{ cm} \rightarrow 15 \text{ cm}$

Sección 2: $St = (900 \times 450 \times 100.5 \times 400) / 206550 = 78.82 \text{ mm} \rightarrow 2 \text{ cada } 15 \text{ cm}$

Una distancia inferior a 10 cm dificulta comprobaciones en obra y la aplicación por parte del ferrallista, por lo que una solución sería colocar dos estribos cada 15 cm (4 lugar de dos) o podríamos aumentar el diámetro. Conviene mantener el mismo para evitar errores en obra.



COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRTICO PRINCIPAL DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5) EN PB



Esfuerzos mayorados

$$M_d = 152.45 \text{ KNm}$$

$$N_d = 1484.12 \text{ KN}$$

Excentricidad

$$e_{\min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 45/20 = 2.25 \text{ cm} \\ e = M/N = 152.45/1484.12 = 0.1 \text{ m} = 10.27 \text{ cm} \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

Esbeltez mecánica: $\lambda_m > 35$ $\lambda_m = l_0 / i_c = a \times l / h \times \sqrt{1/12}$ $\psi = \Sigma \text{rigidez pilares} / \Sigma \text{rigidez jácenas}$

$$I_{35 \times 45} = b x h^3 / 12 = 35 \times 45^3 / 12 = 265781.25 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 50} = b x h^3 / 12 = 35 \times 50^3 / 12 = 364583.33 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (265781.25 / 4.75 + 264781.25 / 3.3) / (364583.33 / 7.20 + 364583.33 / 6.8) = 1.3$$

$$\psi_b = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (265781.25 / 4.75 + 264781.25 / 2.95) / (364583.33 / 7.20 + 364583.33 / 6.8) = 1.39$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (1.3 + 1.39) + 1.6 \times 1.3 \times 1.39}{7.5 + (1.3 + 1.39)}} = 2.15$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l \times \alpha}{h \times \sqrt{1/12}} = 475 \times 2.15 / (45 \times \sqrt{1/12}) = 75.63$$

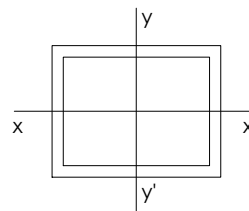
$$\lambda_{\inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{1 + \frac{0.24}{e_{\min} / h}}} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.56 \times (1 + \frac{0.24}{10.27 / 45})}} = 29.95 \leq 100$$

$$c = 0.2 \text{ (el pilar se arma a cuatro caras)}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 450 \times (25 / 1.5) = 0.56$$

$$\lambda_{\inf} = 29.95 < \lambda_m = 75.63 \leq 100 \text{ Existe pandeo} \rightarrow \text{Método aproximado}$$

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{\inf} > \lambda_m$)



$$c = 0.2$$

$$e_{\min} = 10.27$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 450 \times (25 / 1.5) = 0.56$$

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRTICO PRINCIPAL DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5) EN PB

Método aproximado:

cálculo excentricidad adicional para secciones cuadradas o rectangulares:

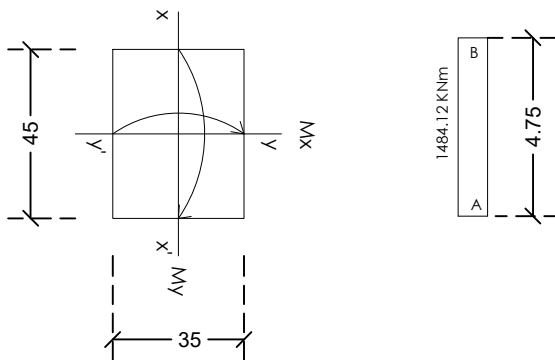
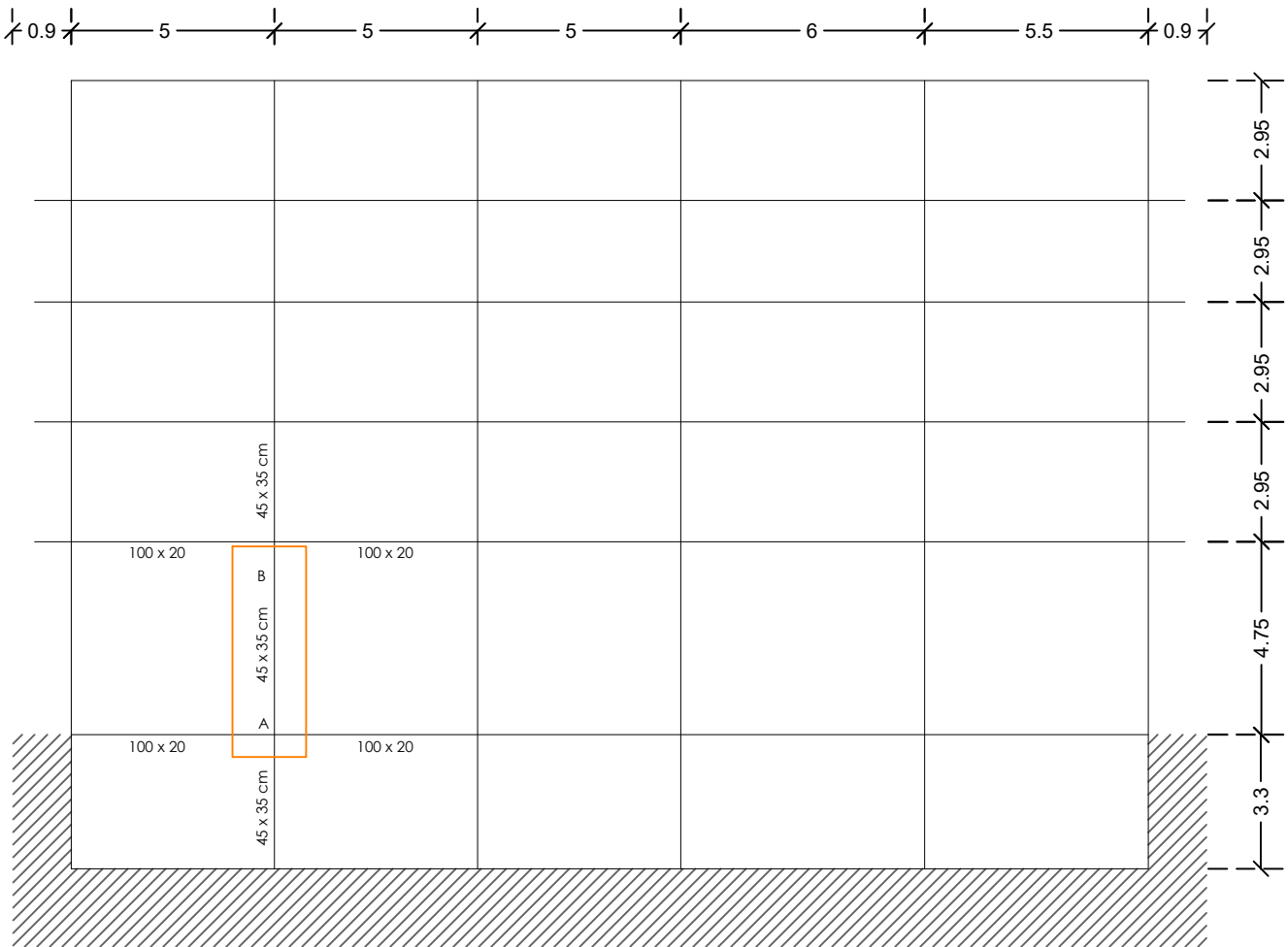
$$ea = k \times (h + 20 ee) / (h + 10 ee) \times I_0^2 / h$$
$$ee = e_{min}$$

$$ea = 0.000464 \times (45 + 20 \times 10.27) / (45 + 10 \times 10.27) \times (2.15 \times 475)^2 / 45 = 18.23 \text{ cm}$$

$$e_{total} = e_{min} + ea = 10.27 + 18.23 = 28.5 \text{ cm} = 0.285 \text{ m}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 1484.12 \times 0.285 = 422.97 \text{ KNm}$$

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRTICO SECUNDARIO DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5) EN PB



Esfuerzos mayorados

$$M_d = 0 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1484.12 \text{ kN}$$

Excentricidad

$$e_{\min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 35/20 = 1.75 \text{ cm} \\ e = M/N = 0/1484.12 = 0 \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

$$\text{Esbeltez mecánica: } \lambda_m > 35 \quad \lambda_m = l_0 / i_c = a \times l / h \times \sqrt{\frac{1}{I_2}} \quad \psi = \frac{\sum \text{rigidez pilares}}{\sum \text{rigidez jácenas}}$$

$$I_{45 \times 35} = b x h^3 / 12 = 45 \times 35^3 / 12 = 160781.3 \text{ cm}^4$$

$$I_{100 \times 20} = b x h^3 / 12 = 100 \times 20^3 / 12 = 66666.66 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \frac{\sum \text{rigidez pilares A}}{\sum \text{rigidez jácenas B}} = \frac{(\sum 4EI / L_{\text{pilar}})}{(4EI / L_{\text{jacena}})} = \frac{(160781.3 / 4.75 + 160781.3 / 3.3)}{(66666.66 / 5 + 66666.66 / 5)} = 3.09$$

$$\psi_b = \frac{\sum \text{rigidez pilares A}}{\sum \text{rigidez jácenas B}} = \frac{(\sum 4EI / L_{\text{pilar}})}{(4EI / L_{\text{jacena}})} = \frac{(160781.3 / 4.75 + 160781.3 / 2.95)}{(66666.66 / 5 + 66666.66 / 5)} = 3.31$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (3.09 + 3.31) + 1.6 \times 3.09 \times 3.31}{7.5 + (3.09 + 3.31)}} = 1.82$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{L \times \alpha}{h \sqrt{1/12}} = 475 \times 1.82 / (35 \cdot \sqrt{1/12}) = 85.56$$

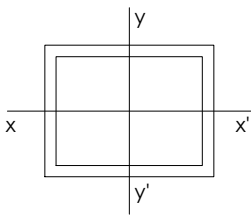
$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{V} \times \left(1 + \frac{0.24}{e_2/h}\right)} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.56} \times \left(1 + \frac{0.24}{2/35}\right)} = 47.7 \leq 100$$

c=0.2 (el pilar se arma a cuatro caras)

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 450 \times (25/1.5) = 0.56$$

$\lambda_{inf} = 47.7 < \lambda_m = 85.56 \leq 100$ Existe pandeo → Método aproximado

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{inf} > \lambda_m$)



$$c=0.2$$

$$e_{min}=2\text{cm}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 450 \times (25/1.5) = 0.56$$

Método aproximado:

cálculo excentricidad adicional para secciones cuadradas o rectangulares:

$$e_a = k \times (h + 20 e_e) / (h + 10 e_e) \times l_0^2 / h$$

$$e_e = e_{min}$$

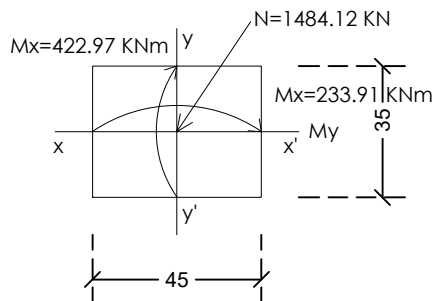
$$e_a = 0.000464 \times (35 + 20 \times 2) / (35 + 10 \times 12) \times (1.82 \times 475)^2 / 35 = 13.76 \text{ cm}$$

$$e_{total} = e_{min} + e_a = 2 + 13.76 = 15.76 \text{ cm} = 0.1576 \text{ m}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 1484.12 \times 0.1576 = 233.91 \text{ KNm}$$

CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL PILAR DE PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5)

Momentos finales:



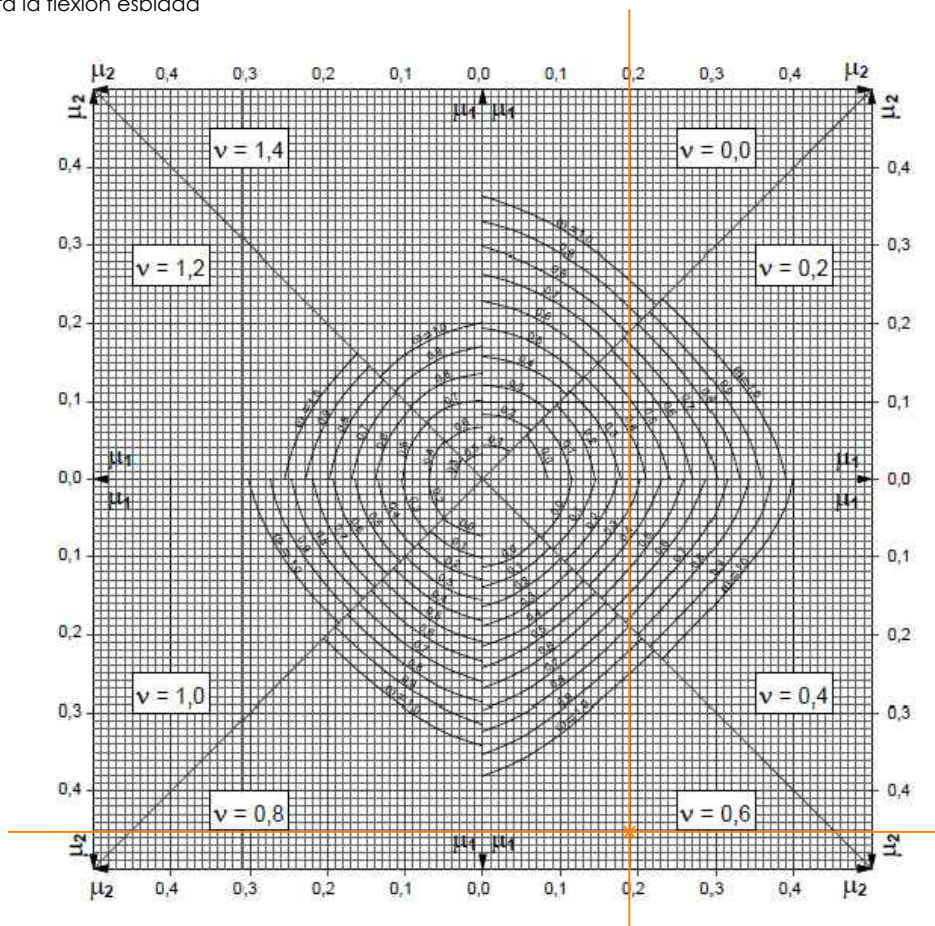
Axiles y momentos adimensionales:

$$V = N d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 450 \times (25/1.5) = 0.56$$

$$\mu_1 = \mu_a = \mu_x = M_x / (A_c \times h_y \times f_{cd}) = (422.97 \times 10^3 \times 10^3) / (450 \times 350 \times 25 / 1.5) = 0.46$$

$$\mu_2 = \mu_b = \mu_y = M_y / (A_c \times h_x \times f_{cd}) = (233.91 \times 10^3 \times 10^3) / (350 \times 450 \times 25 / 1.5) = 0.19$$

Ábaco en roseta para la flexión esbiada

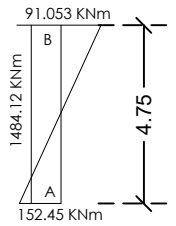
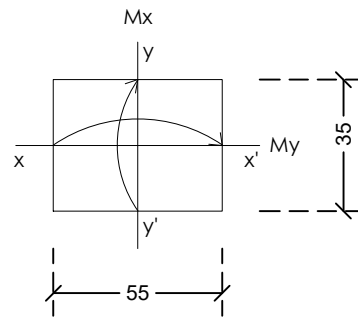
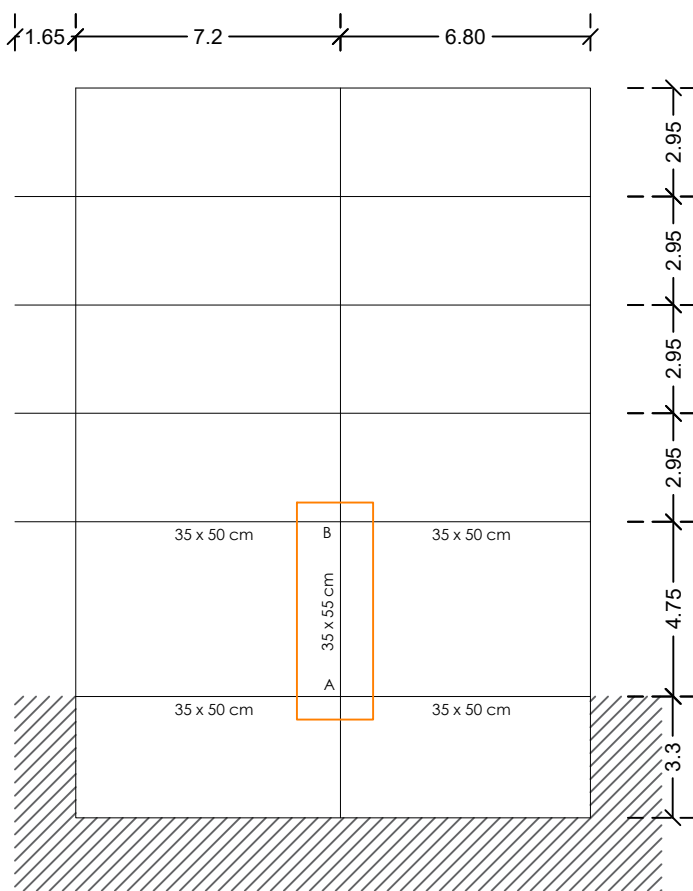


El cuadrante del ábaco cae por encima de la curva de la cuantía máxima, lo que quiere decir que el pilar está infradimensionado para estos esfuerzos, y por lo tanto habrá que aumentar las dimensiones del pilar.

Al cambiar las dimensiones del pilar, cambiarán los momentos de la jácena, no obstante, no recalcularemos todo el armado, simplemente el pandeo para encontrar el armado del pilar.

Aumentamos la sección del pilar a : 35 (base) x 55 (canto) y volvemos a hacer todo el cálculo

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRICO PRINCIPAL DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRICOS 2 Y 5 (P5) EN PB



Esfuerzos mayorados

$$M_d = 152.45 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1484.12 \text{ kN}$$

Excentricidad

$$e_{min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 45/20 = 2.25 \text{ cm} \\ e = M/N = 152.45/1484.12 = 0.1 \text{ m} = 10.27 \text{ cm} \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

Esbeltez mecánica: $\lambda_m > 35$ $\lambda_m = l_0 / i_c = a \times l / h \times \sqrt{1/12}$ $\psi = \Sigma \text{rigidez pilares} / \Sigma \text{rigidez jácenas}$

$$I_{35 \times 55} = b x h^3 / 12 = 35 \times 55^3 / 12 = 485260.41 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 50} = b x h^3 / 12 = 35 \times 50^3 / 12 = 364583.33 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (485260.41 / 4.75 + 485260.41 / 3.3) / (364583.33 / 7.20 + 364583.33 / 6.8) = 2.39$$

$$\psi_b = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (485260.41 / 4.75 + 485260.41 / 2.95) / (364583.33 / 7.20 + 364583.33 / 6.8) = 2.55$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (2.39 + 2.55) + 1.6 \times 2.39 \times 2.55}{7.5 + (2.39 + 2.55)}} = 1.72$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{l \times \alpha}{h \times \sqrt{1/12}} = 475 \times 1.72 / (55 \times \sqrt{1/12}) = 51.45$$

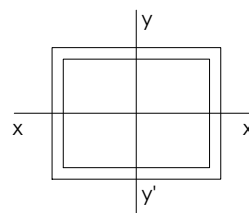
$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{1 + \frac{0.24}{e_{min}/h}}} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.46 \times (1 + \frac{0.24}{10.27/55})}} = 34.88 \leq 100$$

$$c = 0.2 \text{ (el pilar se arma a cuatro caras)}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 550 \times (25/1.5) = 0.46$$

$$\lambda_{inf} = 34.88 < \lambda_m = 51.45 \leq 100 \text{ Existe pandeo} \rightarrow \text{Método aproximado}$$

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{inf} > \lambda_m$)



$$c = 0.2$$

$$e_{min} = 10.27$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 550 \times (25/1.5) = 0.46$$

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRTICO PRINCIPAL DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5) EN PB

Método aproximado:

cálculo excentricidad adicional para secciones cuadradas o rectangulares:

$$ea = k \times (h + 20 ee) / (h + 10 ee) \times I_0^2 / h$$

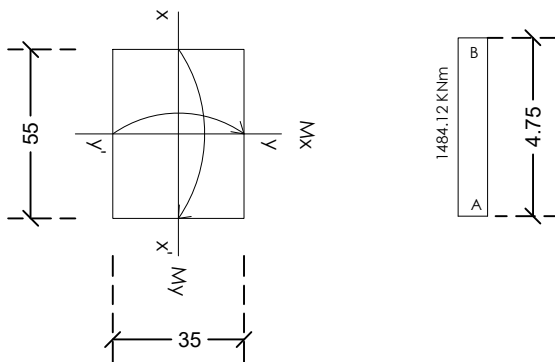
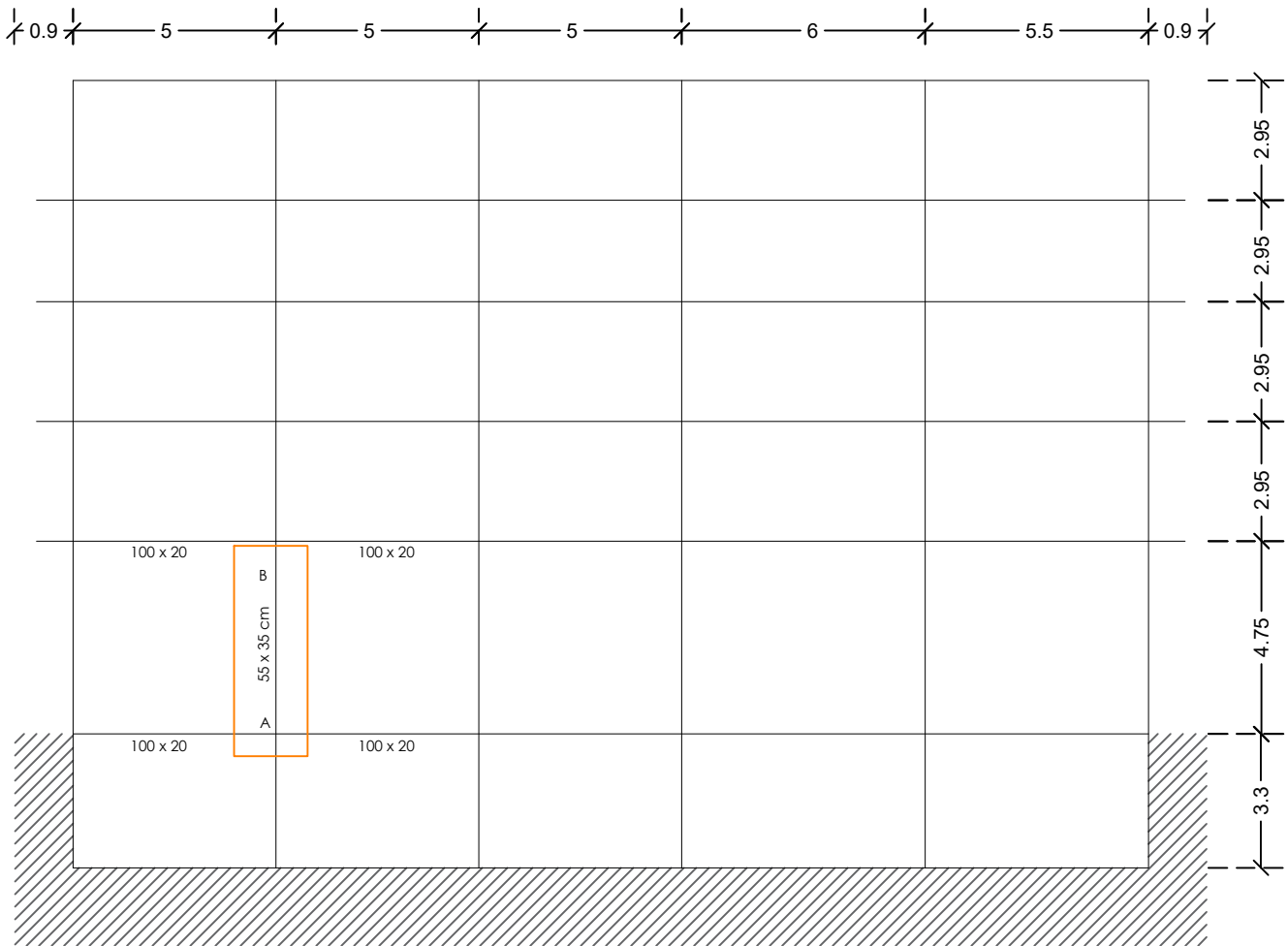
$$ee = e_{min}$$

$$ea = 0.000464 \times (55 + 20 \times 10.27) / (55 + 10 \times 10.27) \times (1.72 \times 475)^2 / 55 = 9.29 \text{ cm}$$

$$e_{total} = e_{min} + ea = 10.27 + 9.29 = 19.56 \text{ cm} = 0.195 \text{ m}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 1484.12 \times 0.195 = 290.42 \text{ KNm}$$

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRICO SECUNDARIO DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRICOS 2 Y 5 (P5) EN PB



Esfuerzos mayorados

$M_d = 0 \text{ kNm}$
 $N_d = 1484.12 \text{ kN}$

Excentricidad

$$e_{\min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 35/20 = 1.75 \text{ cm} \\ e = M/N = 0/1484.12 = 0 \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

Esbeltez mecánica: $\lambda_m > 35$ $\lambda_m = l_0/i_c = a \times l/h \times \sqrt{(1/12)}$ $\psi = \Sigma \text{rigidez pilares} / \Sigma \text{rigidez jácenas}$

$$I_{55 \times 35} = b x h^3 / 12 = 55 \times 35^3 / 12 = 196510.42 \text{ cm}^4$$

$$I_{100 \times 20} = b x h^3 / 12 = 100 \times 20^3 / 12 = 66666.66 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI/L_{\text{pilar}}) / (4EI/L_{\text{jácena}}) = (196510.42/4.75 + 196510.42/3.3) / (66666.66/5 + 66666.66/5) = 3.78$$

$$\psi_b = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI/L_{\text{pilar}}) / (4EI/L_{\text{jácena}}) = (196510.42/4.75 + 196510.42/2.95) / (66666.66/5 + 66666.66/5) = 4.04$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (3.78 + 4.04) + 1.6 \times 3.78 \times 4.04}{7.5 + (3.78 + 4.04)}} = 2.03$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{L}{h} \times \frac{\alpha}{\sqrt{1/12}} = 475 \times 2.03 / (35 \cdot \sqrt{1/12}) = 95.43$$

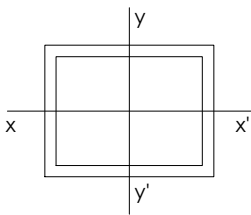
$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{V} \times \left(1 + \frac{0.24}{e^2/h}\right)} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.46} \times \left(1 + \frac{0.24}{2/35}\right)} = 52.62 \leq 100$$

$c=0.2$ (el pilar se arma a cuatro caras)

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 550 \times (25/1.5) = 0.46$$

$$\lambda_{inf} = 52.62 < \lambda_m = 95.43 \leq 100 \quad \text{Existe pandeo} \rightarrow \text{Método aproximado}$$

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{inf} > \lambda_m$)



$$c=0.2$$

$$e_{min}=2\text{cm}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 550 \times (25/1.5) = 0.46$$

Método aproximado:

cálculo excentricidad adicional para secciones cuadradas o rectangulares:

$$e_a = k \times (h + 20 e_e) / (h + 10 e_e) \times l_0^2 / h$$

$$e_e = e_{min}$$

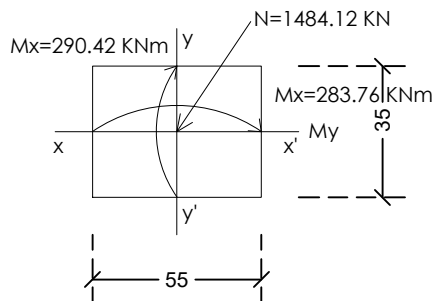
$$e_a = 0.000464 \times (35 + 20 \times 2) / (35 + 10 \times 12) \times (2.03 \times 475)^2 / 35 = 17.12 \text{ cm}$$

$$e_{total} = e_{min} + e_a = 2 + 17.12 = 19.12 \text{ cm} = 0.1912 \text{ m}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 1484.12 \times 0.1912 = 283.76 \text{ KNm}$$

CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL PILAR DE PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5)

Momentos finales:



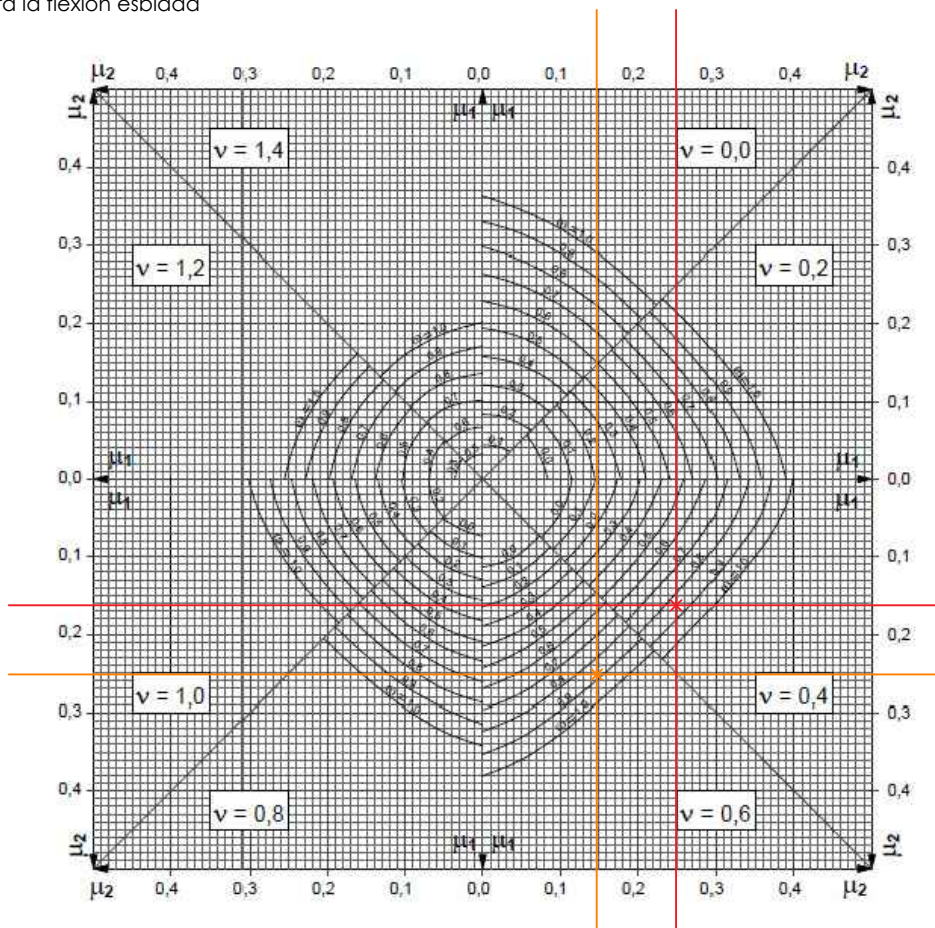
Axiles y momentos adimensionales:

$$V = N d / A_c \times f_{cd} = 1484.12 \times 10^3 / 350 \times 550 \times (25 / 1.5) = 0.46$$

$$\mu_1 = \mu_a = \mu_x = M_x / (A_c \times h_y \times f_{cd}) = (290.42 \times 10^3 \times 10^3) / (550 \times 350 \times 25 / 1.5) = 0.25$$

$$\mu_2 = \mu_b = \mu_y = M_y / (A_c \times h_x \times f_{cd}) = (283.76 \times 10^3 \times 10^3) / (350 \times 550 \times 25 / 1.5) = 0.16$$

Ábaco en roseta para la flexión esbiada



$$\omega = 0.85$$

DESPIECE ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL PILAR 5 EN PB Y CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES Y CONTROL SEGÚN NORMATIVA EHE

ARMADO LONGITUDINAL, disposición de las armaduras:

Conociendo el valor de ω podemos determinar la capacidad mecánica de la armadura total:

$$A_{stotal} \times f_{yd} = \omega \times A_c \times f_{cd} = \omega \times b \times h \times f_{cd} = 0.85 \times 350 \times 500 \times (25/1.5) = 2479166.67 \text{ N} = 2479.17 \text{ KN}$$

$$A_{sfd} = A_{stotal} \times f_{yd} / 4 = 619.8 \text{ KN} \rightarrow 5\varnothing 20$$

CAPACITAT MECÀNICA EN Kn				ACER B 500 S				f _{yk} = 500 N/mm ²			
U = A _s f _{yd}		U' = A' _s f _{yd}		f _{yd} = f _{yk} / γ _s				γ _s = 1,15			
Diàmetre φ (mm)	NOMBRE DE BARRES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6	12,29	24,59	36,88	49,17	61,47	73,76	86,05	98,35	110,64	122,93	
8	21,85	43,71	65,56	87,42	109,27	131,13	152,98	174,84	196,69	218,55	
10	34,15	68,30	102,44	136,59	170,74	204,89	239,03	273,18	307,33	341,48	
12	49,17	98,35	147,52	196,69	245,86	295,04	344,21	393,38	442,56	491,73	
14	66,93	133,86	200,79	267,72	334,65	401,58	468,51	535,44	602,37	669,30	
16	87,42	174,84	262,26	349,67	437,09	524,51	611,93	699,35	786,77	874,18	
20	136,59	273,18	409,77	546,37	682,96	819,55	956,14	1092,73	1229,32	1365,91	
25	213,42	426,85	640,27	853,70	1067,12	1280,54	1493,97	1707,39	1920,82	2134,24	
32	349,67	699,35	1049,02	1398,69	1748,37	2098,04	2447,72	2797,39	3147,06	3496,74	
40	546,37	1092,73	1639,10	2185,46	2731,83	3278,19	3824,56	4370,92	4917,29	5463,65	

ARMADURA MÍNIMA $5\varnothing 20$ $A_{tot} = 15710 \text{ cm}^2$ $\rho \geq 0.004$ $\rho = A_{tot}/b \times h = 15710/55 \times 35 = 8.16 \geq 0.004$ Cumple

ARMADURA MÁXIMA, comprobamos que la armadura no supera la cuantía aceptada por la sección:

$A_{stot} \times f_{yd} \leq A_c \times f_{cd}$
Siendo: $5\varnothing 20$ ($1\varnothing 20 = 3142$) $\times 4$ caras = 62840 cm^2
 $f_{yd} = 500/1.15$
 $A_c = 35 \times 55 \text{ cm}$
 $f_{cd} = 25/1.5$

$A_{stot} \times f_{yd} \leq A_c \times f_{cd}$
 $62840 \times (500/1.15) \leq 55 \times 35 \times (25/1.5) = 27321.74 \leq 32083.33$ Cumple

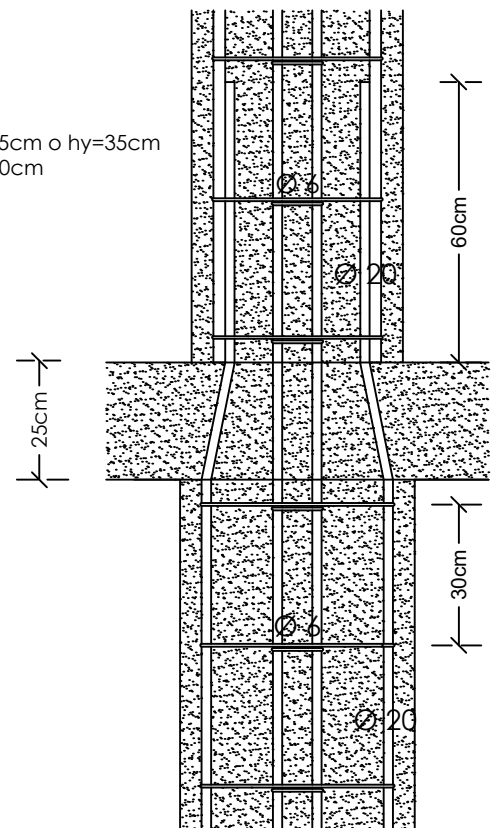
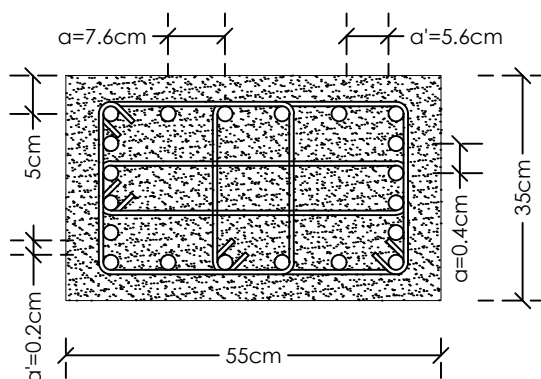
MATERIALES	
TIPO DE HORMIGÓN	HA-25
TIPO DE ACERO	B 500 S
f_{ck}	25 n/mm^2
f_{yk}	500 n/mm^2
γ_c	1.5
γ_s	1.15

DISPOSICIÓN DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

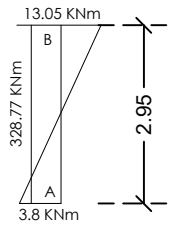
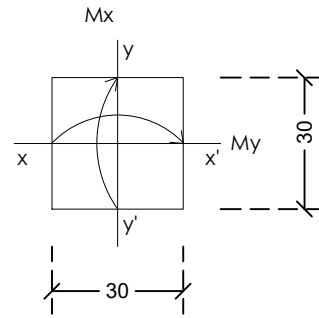
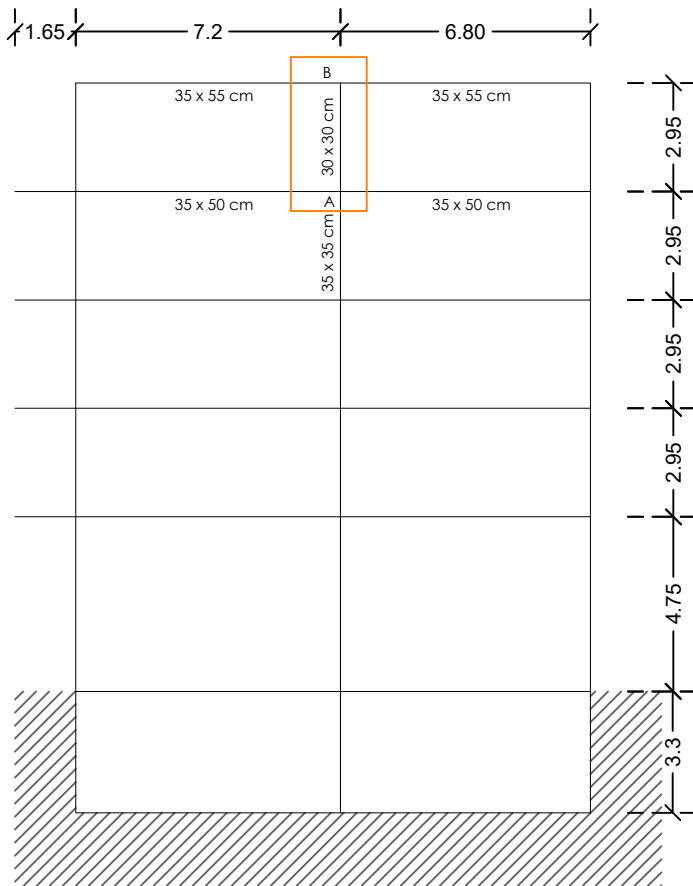
$\varnothing t$: Diámetro más restrictivo entre: **6mm** (aconsejable)
 $\varnothing_{m\acute{a}x}/4 = 20/4 = 5\text{mm}$

S_t : Distancia de separación entre estribos más restrictiva entre: **30cm**
longitud menor entre $h_x = 55\text{cm}$ o $h_y = 35\text{cm}$
 $15 \times \varnothing_{min} = 15 \times 20 = 300\text{mm} = 30\text{cm}$

LONGITUD DE ESPERA: Longitud más restrictiva entre: $b = m \times \varnothing 2 = 15 \times 2 \times 2 = \mathbf{60\text{cm}}$
 $(f_{yk}/20) \times \varnothing = (500/20) \times 2 = 50\text{cm}$
15cm
 $10 \times \varnothing = 10 \times 2 = 20\text{cm}$



COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRTICO PRINCIPAL DEL PILAR PLANTA CUARTA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5



Esfuerzos mayorados

$$M_d = 13.05 \text{ kNm}$$

$$N_d = 328.77 \text{ kN}$$

Excentricidad

$$e_{min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 30/20 = 1.5 \text{ cm} \\ e = M/N = 13.05/328.77 = 0.04 = 4 \text{ cm} \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

Esbeltez mecánica: $\lambda_m > 35$ $\lambda_m = l_0 / i_c = a \times l / h \times \sqrt{1/12}$ $\psi = \Sigma \text{rigidez pilares} / \Sigma \text{rigidez jácenas}$

$$I_{30 \times 30} = b x h^3 / 12 = 30 \times 30^3 / 12 = 67500 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 35} = b x h^3 / 12 = 35 \times 35^3 / 12 = 125052.1 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 50} = b x h^3 / 12 = 35 \times 50^3 / 12 = 364583.3 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 55} = b x h^3 / 12 = 35 \times 55^3 / 12 = 485260.4 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (67500 / 2.95 + 125052.1 / 2.95) / (364583.3 / 7.20 + 364583.3 / 6.8) = 0.62$$

$$\psi_b = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jácena}}) = (67500 / 2.95) / (485260.4 / 7.20 + 485260.4 / 6.8) = 0.16$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (0.62 + 0.16) + 1.6 \times 0.62 \times 0.16}{7.5 + (0.62 + 0.16)}} = 1.14$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{L}{h} \times \frac{\alpha}{\sqrt{1/12}} = 295 \times 1.14 / (30 \times \sqrt{1/12}) = 38.83$$

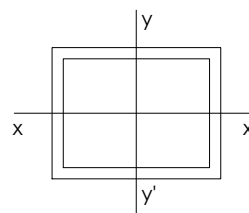
$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{V} \times (1 + \frac{0.24}{e_{min} / h})} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.2} \times (1 + \frac{0.24}{4 / 30})} = 58.56 \leq 100$$

$$c = 0.2 \text{ (el pilar se arma a cuatro caras)}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 328.77 \times 10^3 / 300 \times 300 \times (25 / 1.5) = 0.2$$

$$\lambda_{inf} = 58.56 < \lambda_m = 38.83 \leq 100 \text{ NO existe pandeo}$$

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{inf} > \lambda_m$)



$$c = 0.2$$

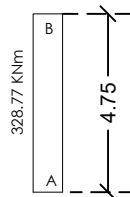
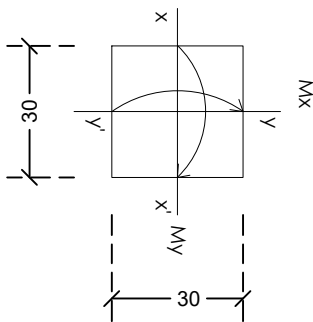
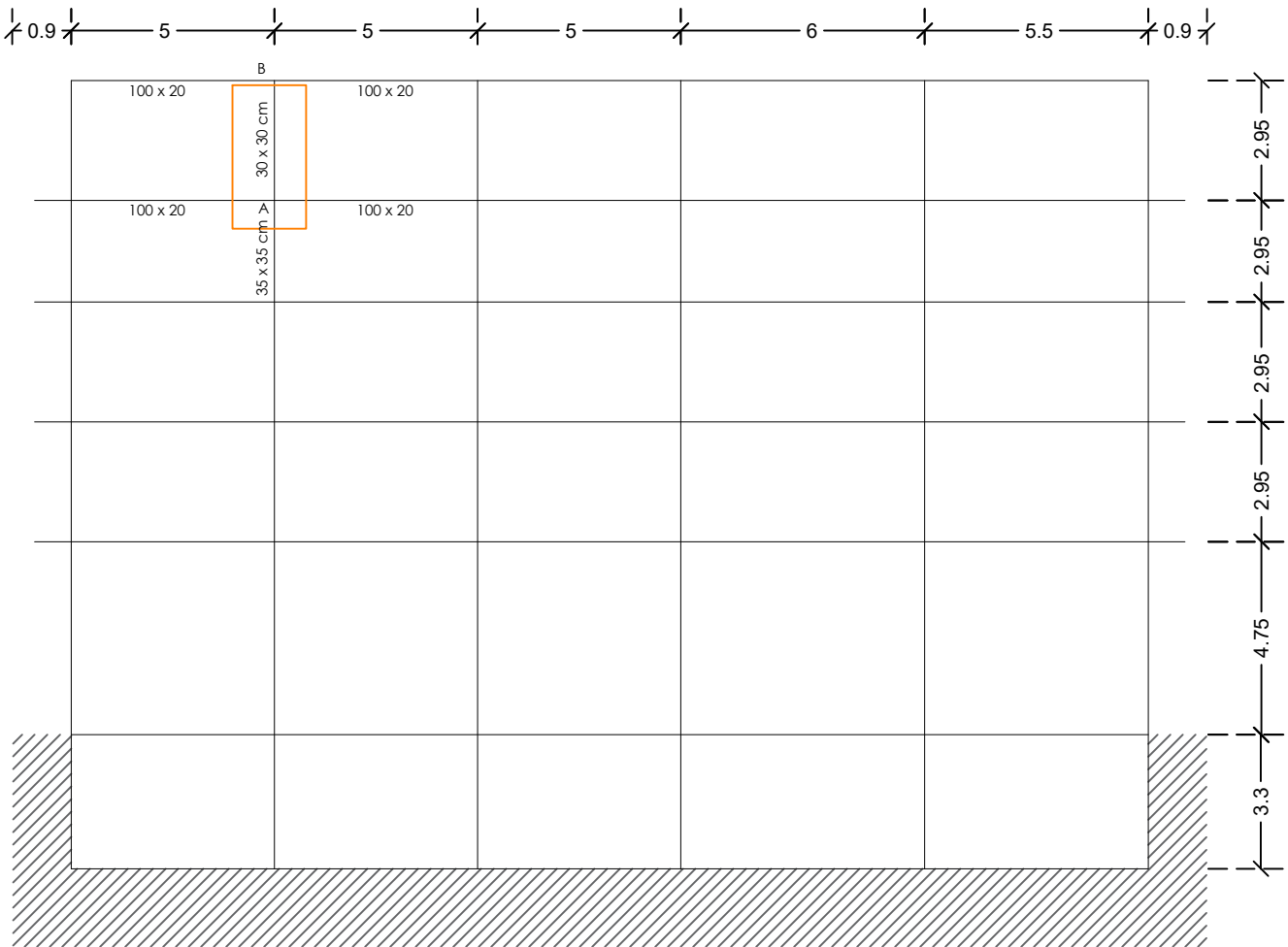
$$e_{min} = 4 \text{ cm}$$

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 328.77 \times 10^3 / 300 \times 300 \times (25 / 1.5) = 0.2$$

$$e_{total} = e_{min} = 4 \text{ cm}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 328.77 \times 0.04 = 13.15 \text{ kNm}$$

COMPROBACIÓN A PANDEO EN EL PÓRICO SECUNDARIO DEL PILAR PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRICOS 2 Y 5 (P5) EN PB



Esfuerzos mayorados

 $M_d = 0 \text{ KNm}$
 $N_d = 328.77 \text{ KN}$

Excentricidad

$$e_{min} \geq \begin{cases} 2 \text{ cm} \\ h/20 = 33/20 = 1.5 \text{ cm} \\ e = M/N = 0/328.77 = 0 \end{cases}$$

Comprobación a pandeo. Determinación esbeltez mecánica:

Esbeltez mecánica: $\lambda_m > 35$ $\lambda_m = l_0 / i_c = a \times l / h \times \sqrt{1/12}$ $\psi = \Sigma \text{rigidez pilares} / \Sigma \text{rigidez jácenas}$

$$I_{30 \times 30} = b x h^3 / 12 = 30 \times 30^3 / 12 = 67500 \text{ cm}^4$$

$$I_{35 \times 35} = b x h^3 / 12 = 35 \times 35^3 / 12 = 125052.1 \text{ cm}^4$$

$$I_{100 \times 20} = b x h^3 / 12 = 100 \times 20^3 / 12 = 66666.66 \text{ cm}^4$$

$$\psi_a = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jacena}}) = (67500 / 2.95 + 125052.1 / 2.95) / (66666.66 / 5 + 66666.66 / 5) = 2.44$$

$$\psi_b = \Sigma \text{rigidez pilares A} / \Sigma \text{rigidez jácenas B} = (\Sigma 4EI / L_{\text{pilar}}) / (4EI / L_{\text{jacena}}) = (67500 / 2.95) / (66666.66 / 5 + 66666.66 / 5) = 0.86$$

Pórtico translacional:

$$\alpha = \sqrt{\frac{7.5 + 4 \times (2.44 + 0.86) + 1.6 \times 2.44 \times 0.86}{7.5 + (2.44 + 0.86)}} = 1.5$$

$$\lambda_m = \frac{l_0}{i_c} = \frac{L \times \alpha}{h \sqrt{1/12}} = 295 \times 1.5 / (35 \cdot \sqrt{1/12}) = 43.8$$

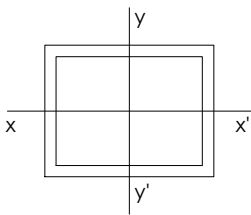
$$\lambda_{inf} = 35 \sqrt{\frac{C}{V} \times (1 + \frac{0.24}{e/2/h})} \leq 100 = 35 \sqrt{\frac{0.2}{0.2} \times (1 + \frac{0.24}{2/30})} = 75 \leq 100$$

$c=0.2$ (el pilar se arma a cuatro caras)

$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 328.77 \times 10^3 / 300 \times 300 \times (25/1.5) = 0.02$$

$$\lambda_{inf} = 75 < \lambda_m = 43.8 \leq 100 \quad \text{NO existe pandeo}$$

Vamos a realizar el armado a cuatro caras ($2\lambda_{inf} > \lambda_m$)



$$c=0.2$$

$$e_{min}=2\text{cm}$$

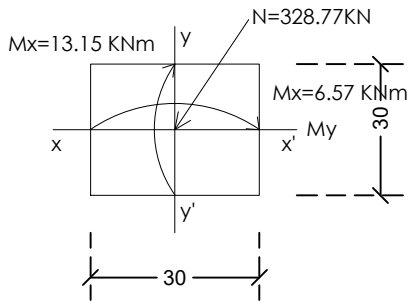
$$V = N_d / A_c \times f_{cd} = 328.77 \times 10^3 / 300 \times 200 \times (25/1.5) = 0.2$$

$$e_{total} = e_{min} = 2\text{cm}$$

$$M_{final} = N_d \times e_{total} = 328.77 \times 0.02 = 6.57 \text{ KNm}$$

CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL PILAR DE PLANTA BAJA INTERSECCIÓN DE LOS PÓRTICOS 2 Y 5 (P5)

Momentos finales:



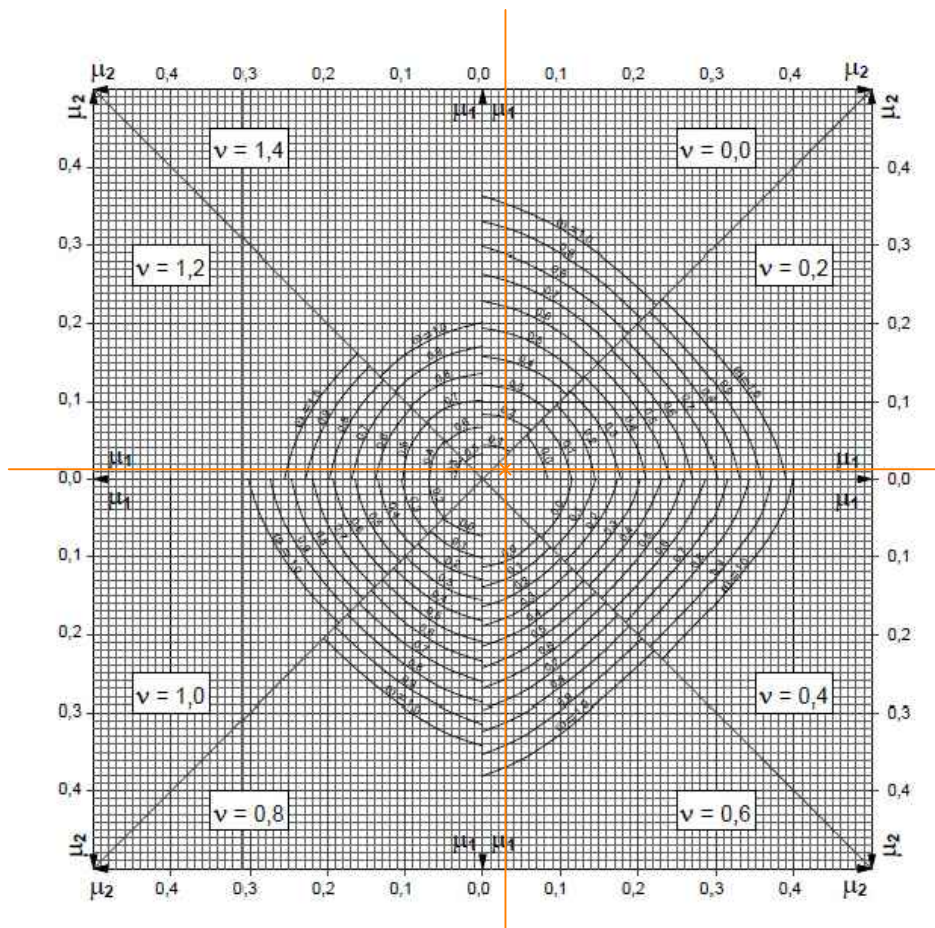
Axiles y momentos adimensionales:

$$V = N d / A_c \times f_{cd} = 328.77 \times 10^3 / 300 \times 300 \times (25/1.5) = 0.56$$

$$\mu_1 = \mu_a = \mu_x = M_x / (A_c \times h_y \times f_{cd}) = (13.15 \times 10^3 \times 10^3) / (300 \times 300 \times 300 \times 25/1.5) = 0.03$$

$$\mu_2 = \mu_b = \mu_y = M_y / (A_c \times h_x \times f_{cd}) = (6.57 \times 10^3 \times 10^3) / (300 \times 300 \times 300 \times 25/1.5) = 0.015$$

Ábaco en roseta para la flexión esbiada



El valor de la cuantía mínima cae por debajo de la curva de cuantía mínima, por lo tanto, el pilar está sobredimensionado para estos esfuerzos.

No obstante, colocaremos una armadura mínima de montaje: **4Ø20**

DESPIECE ARMADURA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL PILAR 11 EN PB Y CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES Y CONTROL SEGÚN NORMATIVA EHE

ARMADO LONGITUDINAL, disposición de las armaduras:

Dado que los valores resultan muy bajos, ω por debajo de la curva de 0, procedemos a armar el pilar con la armadura mínima necesaria. Según la norma la cuantía mínima que se indica, 4Ø12 un redondo en cada esquina para soportar el momento del pórtico principal. Por coherencia constructiva y practicidad emplearemos **4Ø20** a pesar de que sabemos que resulta por encima del mínimo.

ARMADURA MÍNIMA 4Ø20 $A_{tot}= 12566 \text{ cm}^2$ $p \geq 0.004$ $p=A_{tot}/b \times h=12566/30 \times 30=0.01 \geq 0.004$ Cumple

ARMADURA MÁXIMA, comprobamos que la armadura no supera la cuantía aceptada por la sección:

$$A_{tot} \times f_{yd} \leq A_c \times f_{cd}$$

$$\text{Siendo: } 4\text{Ø}20 (1\text{Ø}20=3142) \times 4 \text{ caras} = 50264 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}=500/1.15$$

$$A_c=30 \times 30 \text{ cm}$$

$$f_{cd}=25/1.5$$

$$A_{tot} \times f_{yd} \leq A_c \times f_{cd}$$

$$12566 \times (500/1.15) \leq 30 \times 30 \times (25/1.5) = 5463.47 \leq 15000 \text{ Cumple}$$

DISPOSICIÓN DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

Øt: Diámetro más restrictivo entre: **6mm** (aconsejable)
 $\text{Ø}_{\text{máx}}/4=20/4=5\text{mm}$

St: Distancia de separación entre estribos más restrictiva entre: **30cm**
 longitud menor entre $h_x=30\text{cm}$ o $h_y=30\text{cm}$
 $15 \times \text{Ø}_{\text{min}}=15 \times 20=300\text{mm}=30\text{cm}$

LONGITUD DE ESPERA: Longitud más restrictiva entre: $b=m \times \text{Ø}2=15 \times 2 \times 2=$ **60cm**
 $(f_{yk}/20) \times \text{Ø}=(500/20) \times 2=50\text{cm}$
 15cm
 $10 \times \text{Ø}=10 \times 2=20\text{cm}$

MATERIALES	
TIPO DE HORMIGÓN	HA-25
TIPO DE ACERO	B 500 S
fck	25 n/mm ²
fyk	500 n/mm ²
yc	1.5
ys	1.15

