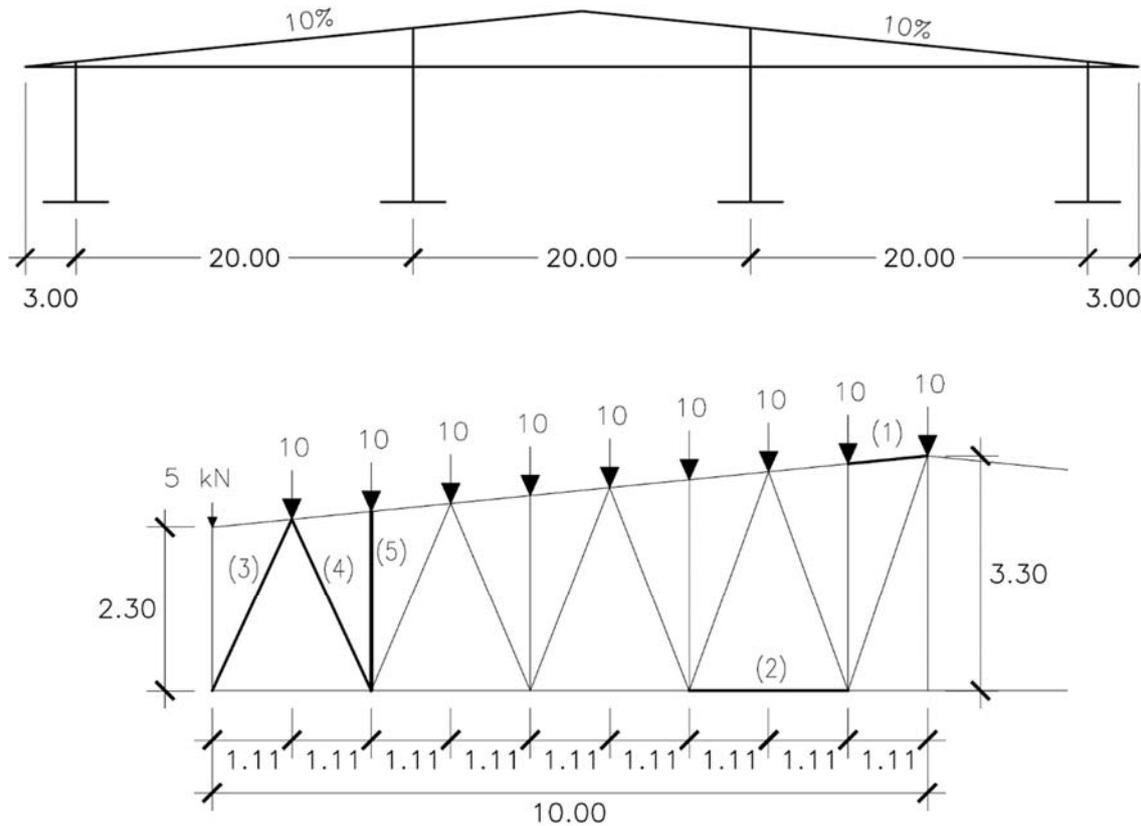


Dimensionar los elementos de la celosía central de la siguiente estructura. Acero S 275.



Los esfuerzos pésimos son:

Nº Barra	Designación	N_{Ed} (kN)	L (m)
1	Cordón comprimido	128,6	1,12
2	Cordón traccionado	126,2	2,22
3	Diagonal + compr.	89,5	2,65
4	Diagonal + tracc.	68,3	2,65
5	Montante + compr.	11,0	2,52

Según la relación de esfuerzos del cálculo estructural, conviene destacar que todos los montantes tienen un esfuerzo de cálculo del mismo orden, en torno a 10 kN.

1) Cordón comprimido

En celosías planas, con puntos fijos de arriostamiento para el pandeo fuera del plano del cordón comprimido, el coeficiente β adopta el mismo valor para todas las barras ($\beta=1$). Se va a realizar el dimensionamiento del cordón comprimido mediante $\frac{1}{2}$ IPE. Iterando:

$\frac{1}{2}$ IPE 200 ($A = 1425 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_z = 22,4 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\beta L}{i_z} \sqrt{\frac{f_y/E}{\pi}} = \frac{1 \cdot 1120}{22,4} \sqrt{\frac{275}{210000}} = 50 \cdot 0,01152 = 0,5759 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,7580 \text{ (curva c)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,800$$

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yd} = 0,800 \cdot 1425 \cdot \frac{275}{1,05} = 298,40 \text{ kN} > N_{Ed} = 128,60 \text{ kN}$$

$\frac{1}{2}$ IPE 160 ($A = 1005 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_z = 18,4 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\beta L}{i_z} \sqrt{\frac{f_y/E}{\pi}} = \frac{1 \cdot 1120}{18,4} \sqrt{\frac{275}{210000}} = 60,87 \cdot 0,01152 = 0,7011 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,8686 \text{ (curva c)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,724$$

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yd} = 0,724 \cdot 1005 \cdot \frac{275}{1,05} = 190,56 \text{ kN} > N_{Ed} = 128,60 \text{ kN}$$

$\frac{1}{2}$ IPE 140 ($A = 820 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_z = 16,5 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\beta L}{i_z} \sqrt{\frac{f_y/E}{\pi}} = \frac{1 \cdot 1120}{16,5} \sqrt{\frac{275}{210000}} = 67,88 \cdot 0,01152 = 0,7819 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,9482 \text{ (curva c)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,674$$

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yd} = 0,674 \cdot 820 \cdot \frac{275}{1,05} = 144,65 \text{ kN} > N_{Ed} = 128,60 \text{ kN} \quad \checkmark$$

El perfil $\frac{1}{2}$ IPE 140 resiste, pero sólo queda libre una longitud de alma ($d/2$) de 56 mm para poder soldar las barras de relleno (conviene recordar que la longitud total mínima de un cordón de soldadura es $30+2a \sim 40 \text{ mm}$). Por tanto, sería conveniente emplear un **perfil en T de alma larga obtenido a partir de un IPE 140**, quedando libre una longitud de alma: $h-k = 126 \text{ mm}$.

2) Cordón traccionado

De la resistencia plástica de la barra podemos despejar la sección necesaria:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = Af_{yd} \geq N_{Ed} \Rightarrow A \geq \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{126200}{275/1,05} = 482 \text{ mm}^2 \Rightarrow 1/2 \text{ IPE } 100 (515 \text{ mm}^2)$$

Respecto a la esbeltez:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_z} = \frac{1 \cdot 2220 \sqrt{275/210000}}{12,4} = 179,03 \cdot 0,01152 = 2,0622 < 3$$

De nuevo, el perfil 1/2 IPE 100 resiste, pero sólo queda libre una longitud de alma ($d/2$) de 37 mm para poder soldar las barras de relleno. Por tanto, convendría emplear un **perfil en T de alma larga obtenido de un IPE 100**, quedando libre una longitud de alma: $h - k = 87$ mm.

3) Diagonales

Se dimensionan las diagonales mediante dos angulares. Iterando:

2 L 60×6 ($A = 1382 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 18,2 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y} = \frac{1 \cdot 2650 \sqrt{275/210000}}{18,2} = 145,60 \cdot 0,01152 = 1,68 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 2,1576 \text{ (curva b)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,285$$

$$N_{b,Rd} = \chi Af_{yd} = 0,285 \cdot 1382 \cdot \frac{275}{1,05} = 102,98 \text{ kN} > 89,50 \text{ kN} \quad \checkmark$$

2 L 55×6 ($A = 1262 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 16,6 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y} = \frac{1 \cdot 2650 \sqrt{275/210000}}{16,6} = 159,64 \cdot 0,01152 = 1,84 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 2,4693 \text{ (curva b)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,243$$

$$N_{b,Rd} = \chi Af_{yd} = 0,243 \cdot 1262 \cdot \frac{275}{1,05} = 80,28 \text{ kN} < 89,50 \text{ kN}$$

4) Montantes

Se dimensionan los montantes mediante la composición de dos angulares. Como todos los montantes tienen un esfuerzo de cálculo del mismo orden, en torno a 10 kN, se considera el mayor esfuerzo (11,0 kN) y la longitud del mayor montante (3,3 m). Iterando:

2 L 50×5 ($A = 960 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 15,1 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y \pi} = \frac{1 \cdot 3300 \sqrt{275/210000}}{15,1 \pi} = 218,54 \cdot 0,01152 = 2,52 > 2$$

2 L 55×6 ($A = 1262 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 16,6 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y \pi} = \frac{1 \cdot 3300 \sqrt{275/210000}}{16,6 \pi} = 198,80 \cdot 0,01152 = 2,29 > 2$$

2 L 60×6 ($A = 1382 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 18,2 \text{ mm}$):

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y \pi} = \frac{1 \cdot 3300 \sqrt{275/210000}}{18,2 \pi} = 181,32 \cdot 0,01152 = 2,09 > 2$$

2 L 65×7 ($A = 1740 \text{ mm}^2$; $i_{\min} = i_y = 19,6 \text{ mm}$):

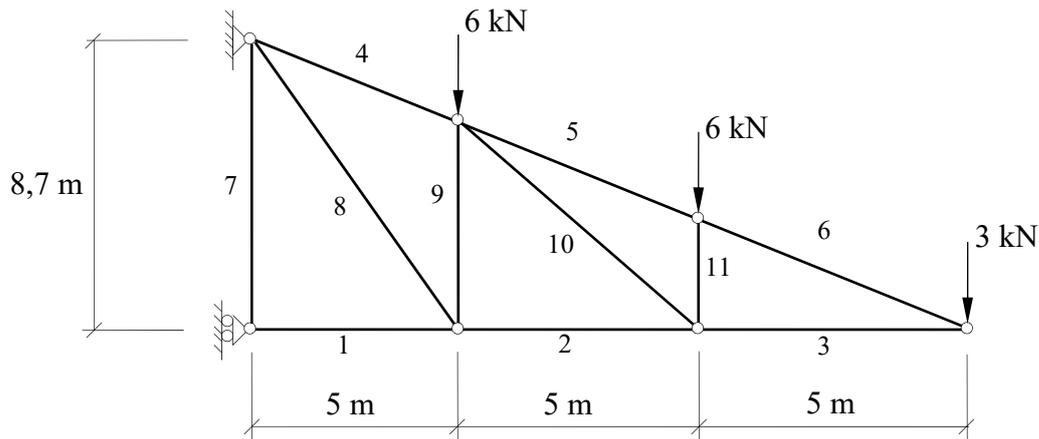
$$\bar{\lambda}_y = \frac{\beta L \sqrt{f_y/E}}{i_y \pi} = \frac{1 \cdot 3300 \sqrt{275/210000}}{19,6 \pi} = 168,37 \cdot 0,01152 = 1,94 < 2$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 2,6763 \text{ (curva b)} \quad \chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,221$$

$$N_{b,Rd} = \chi A f_{yd} = 0,221 \cdot 1740 \cdot \frac{275}{1,05} = 100,81 \text{ kN} > 11,0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Estructuras Trianguladas. Ejercicios propuestos**Ejercicio 1**

Dada la estructura triangulada de la figura, dimensionar los elementos de la misma. Considerar que las cargas son valores de cálculo. Utilizar acero S 275 JR.

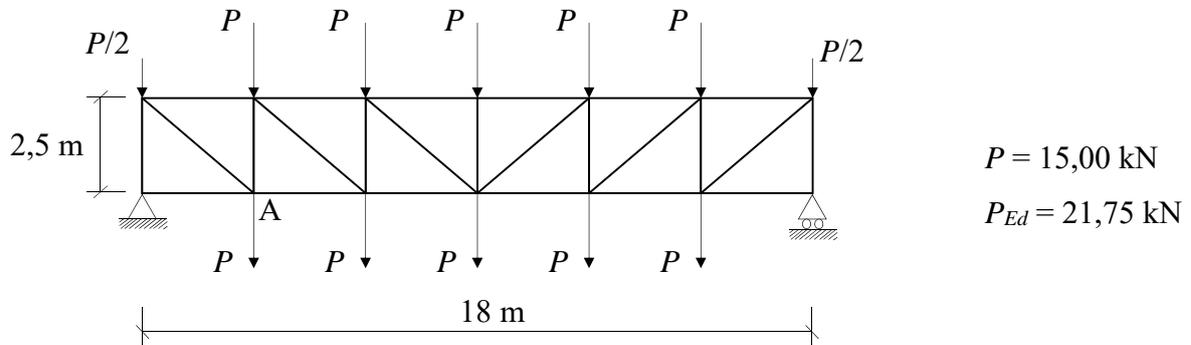


Los esfuerzos axiales máximos son:

- Cordón comprimido $N_{Ed} = 15,5 \text{ kN}$ (compresión)
- Cordón traccionado $N_{Ed} = 12,0 \text{ kN}$ (tracción)
- Montantes $N_{Ed} = 9,0 \text{ kN}$ (compresión)
- Diagonales $N_{Ed} = 10,4 \text{ kN}$ (tracción)

Ejercicio 2

La celosía Pratt de lucernario de una nave en diente de sierra tiene las dimensiones y cargas indicadas en el croquis adjunto.



Se pide:

- 1) Esfuerzos de cálculo en las barras que llegan al nudo A
- 2) Dimensionar dichas barras
- 3) Diseñar y dimensionar el nudo A mediante uniones soldadas

Datos:

- El cordón inferior será un perfil simple doble T
- Las diagonales y montantes serán perfiles dobles compuestos por angulares L, $\overline{\text{I}}$
- Acero S 275 JR