

PROBLEMA N°9

Confirmar que la pieza de los dos problemas anteriores (pieza biarticulada de sección HEA160, fabricada con un acero S235, de 4m de longitud) es capaz de soportar el esfuerzo axial de compresión $N_{sd} = 250kN$ actuando de forma simultánea con momentos flectores en dos planos. Un momento flector uniforme con respecto de su eje fuerte $M_{y, sd} = 10kNm$ y otro momento flector también uniforme respecto del eje débil $M_{z, sd} = 2,7kNm$.

SOLUCIÓN:

Recordamos las características mecánicas y geométricas de la sección HEA160:

Propiedades de la sección

$$h = 152 \text{ mm}$$

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$t_f = 9 \text{ mm}$$

$$t_w = 6 \text{ mm}$$

$$A = 38,8 \text{ cm}^2$$

$$i_y = 6,57 \text{ cm}$$

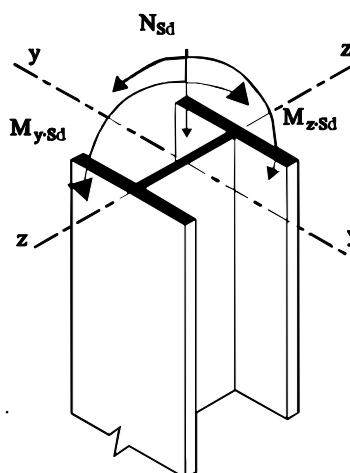
$$i_z = 3,98 \text{ cm}$$

$$W_y = 220 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 76,9 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 245 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} = 118 \text{ cm}^3$$



En esta situación de flexión esviada tendremos que comprobar el pandeo global por flexión en el plano débil con consideración de dos momentos y adicionalmente asegurarnos de que la pieza no se agota por pandeo lateral. Las expresiones de comprobación a verificar son:

$$\frac{N_{sd}}{\chi_{min} \cdot A \cdot (f_y / \gamma_{M1})} + \frac{k_y \cdot M_{y, sd}}{W_{pl,y} \cdot (f_y / \gamma_{M1})} + \frac{k_z \cdot M_{z, sd}}{W_{pl,z} \cdot (f_y / \gamma_{M1})} \leq 1$$

VIGAS PILAR

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z \cdot A \cdot (f_y / \gamma_{M1})} + \frac{k_{LT} \cdot M_{y,Sd}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot (f_y / \gamma_{M1})} + \frac{k_z \cdot M_{z,Sd}}{W_{pl,z} \cdot (f_y / \gamma_{M1})} \leq 1$$

Para comprobar ambas expresiones utilizaremos los coeficientes reductores que ya fueron calculados en los dos problemas anteriores y que ahora recordamos:

$$\chi_{\min} = \chi_z = 0,5$$

$$k_y = 1,34; k_z = 1,5$$

$$\chi_{LT} = 0,8234$$

$$k_{LT} = 0,985$$

Con estos valores tendremos los siguientes resultados. En la primera comprobación

$$\frac{250 \cdot 10^3 N}{0,5 \cdot 3880 mm^2 \cdot (235/1,1) N/mm^2} + \frac{1,34 \cdot 10 \cdot 10^6 Nmm}{245000 mm^3 \cdot (235/1,1) N/mm^2} + \frac{1,5 \cdot 2,7 \cdot 10^6 Nmm}{118000 mm^3 \cdot (235/1,1) N/mm^2}$$
$$0,602 + 0,255 + 0,16 = 1,01$$

resultado como vemos muy ajustado lo que indica que la sección esta en el límite.

Para la segunda comprobación tenemos:

$$\frac{250 \cdot 10^3 N}{0,5 \cdot 3880 mm^2 \cdot (235/1,1) N/mm^2} + \frac{0,985 \cdot 10 \cdot 10^6 Nmm}{0,8234 \cdot 245000 mm^3 \cdot (235/1,1) N/mm^2} + \frac{1,5 \cdot 2,7 \cdot 10^6 Nmm}{118000 mm^3 \cdot (235/1,1) N/mm^2}$$
$$0,602 + 0,228 + 0,16 = 0,99$$

dato nuevamente muy ajustado pero esta vez dentro del límite.

Para esta pieza sometida a flexión esviada vamos a llevar a cabo adicionalmente una comprobación a resistencia de su sección transversal por medio de la expresión del EC3:

$$\left(\frac{M_{y,Sd}}{M_{Ny,Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Sd}}{M_{Nz,Rd}} \right)^\beta \leq 1$$

siendo para una sección en I o en H: $\alpha=2$, $\beta=5n$ donde a su vez n relaciona el eje de cálculo con la resistencia plástica a compresión

VIGAS PILAR

$$n = \frac{N_{sd}}{N_{pl.Rd}} = \frac{250000N}{235N/mm^2 \cdot 3880mm^2} = 0,274 \Rightarrow :5n = 1,37$$

Los momentos $M_{N,y}$ y $M_{N,z}$ están relacionados con el correspondiente momento de plastificación en el caso de secciones de Clases 1 y 2 y con el coeficiente $n=0,274$.

$$\begin{aligned} M_{N,y} &= 1,11 M_{pl,y} (1 - n) \\ &= 1,11 \times 245 \times 235 (1 - 0,274)/10^3 = 46,4 \text{ kNm} \\ M_{N,z} &= 1,56 M_{pl,z} (1 - n) (n + 0,6) \\ &= 1,56 \times 118 \times 235 (1 - 0,274) (0,274 + 0,6)/10^3 \\ &= 27,45 \text{ kNm} \end{aligned}$$

De modo que

$$\left(\frac{M_{y.Sd}}{M_{Ny.Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z.Sd}}{M_{Nz.Rd}} \right)^{1,37} = \left(\frac{10kNm}{46,4kNm} \right)^2 + \left(\frac{2,7kNm}{27,45kNm} \right)^{1,37} = 0,046 + 0,041 = 0,087 \leq 1$$

Por tanto y como demuestra el valor obtenido, desde el punto de vista extricto de resistencia de la sección estamos muy lejos del agotamiento.