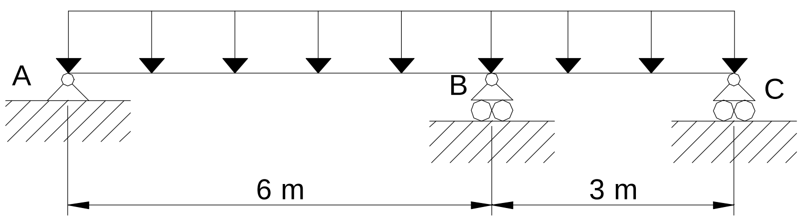
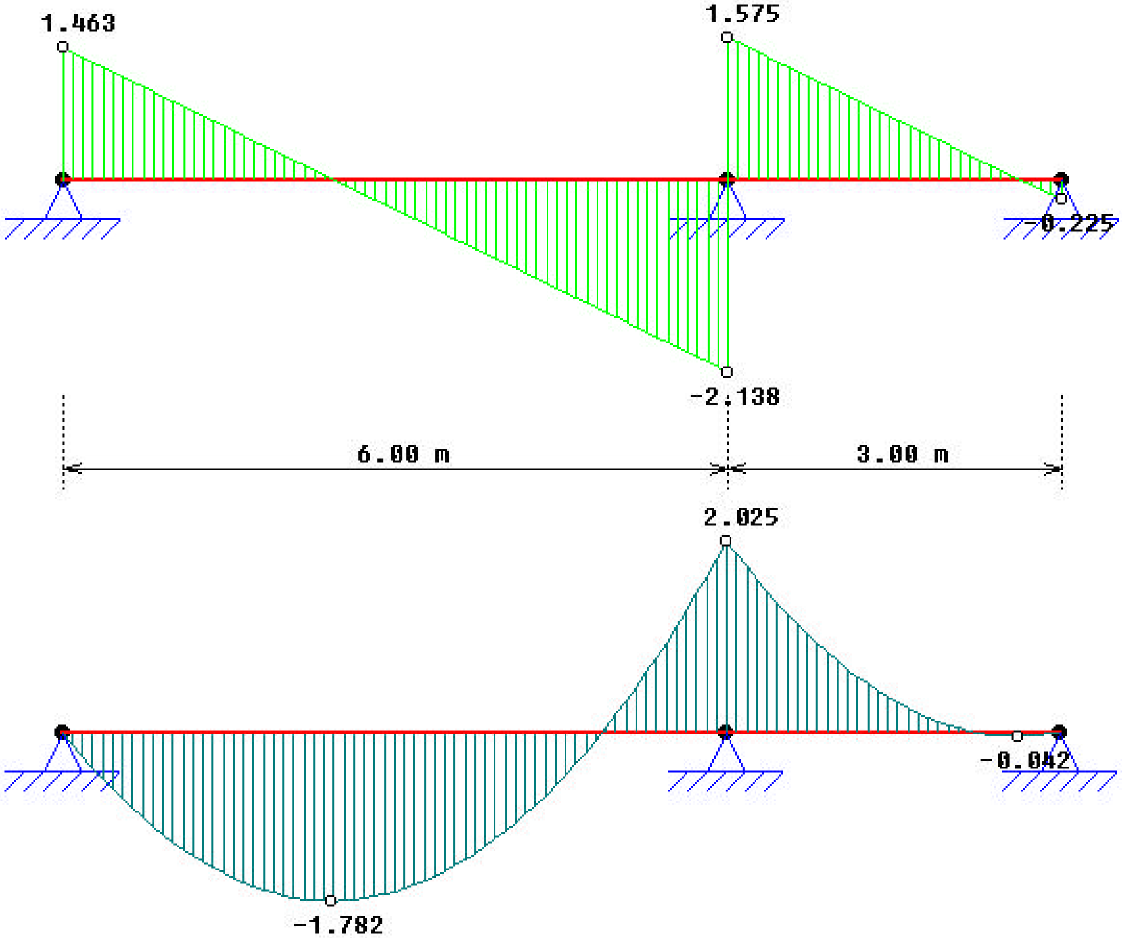
Calcular la viga continua de la figura sometida a una carga uniforme de 600 kp/m. Dimensionarla con un perfil IPN. Realizar también la comprobación a flecha.



Las leyes de esfuerzos cortantes y de momentos flectores se representan en los diagramas siguientes. Las unidades que aparecen en ellos son m y t.



Se puede comprobar que la sección más desfavorable es el apoyo B, donde coinciden el cortante máximo con el momento flector máximo. Estas solicitaciones son:

$$Q = 0.875 \cdot q \cdot l + 1.188 \cdot q \cdot l = 2.063 \cdot 600 \cdot 3 = 3713.4 \text{ kp}$$

$$M = 0.375 \cdot q \cdot l^2 = 0.375 \cdot 600 \cdot 3^2 = 2025 \text{ m} \cdot \text{kp}$$

Tanteando, sin tener en cuenta las tensiones cortantes:

$$\frac{M}{W} \leq 1733 \text{ kp/cm}^2$$

Por tanto, el módulo resistente de la viga ha de superar el valor:

$$W \geq \frac{M}{1733} = \frac{202500}{1733} = 117 \text{ cm}^3$$

Elegimos un perfil IPN 200.

W_x=214 cm^3.

A_{alma}=159· 7.5=1192.5 mm^2.

$$\tau = \frac{Q}{A_{alma}} = \frac{3713.4}{11.925} = 311.4 \text{ kp / cm}^2$$

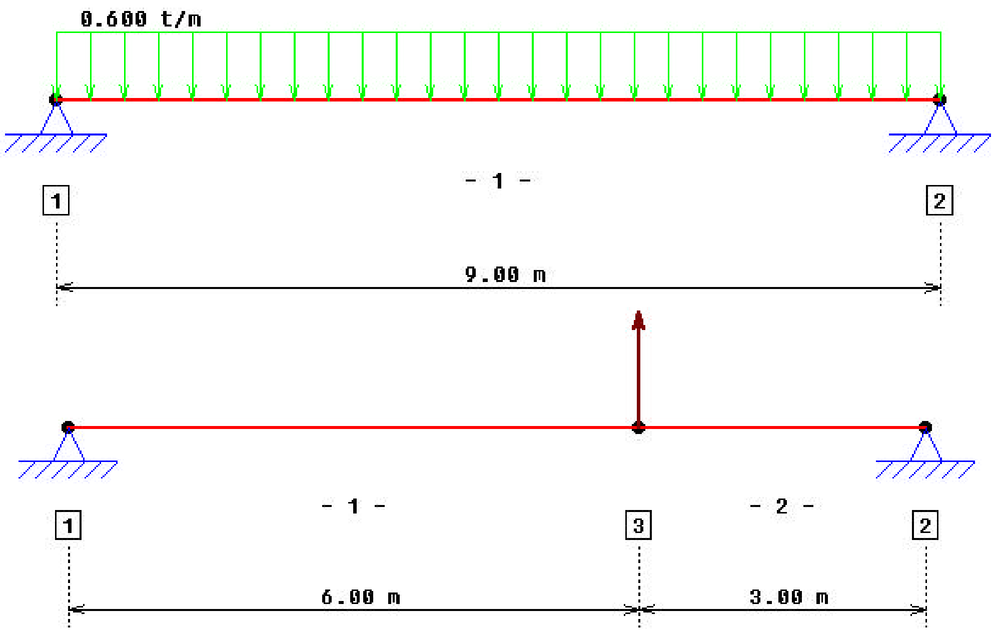
$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{202500}{214} = 946.3 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{946.3^2 + 3 \cdot 311.4^2} = 1089.2 \text{ kp/cm}^2 < 1733$$

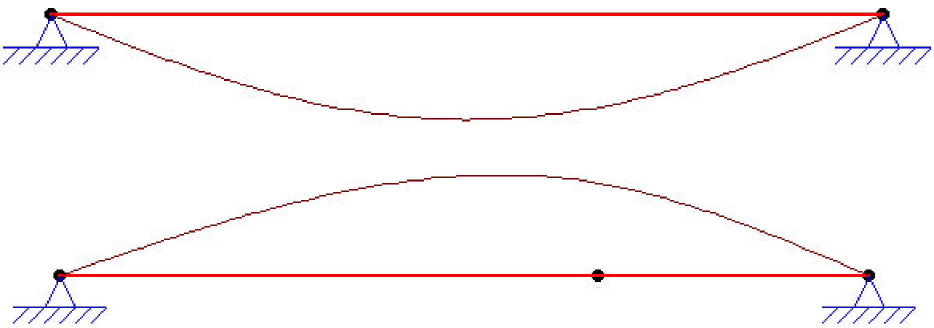
Comprobación a flecha

La viga continua original puede calcularse superponiendo dos estados de carga. Se suprime el apoyo superabundante B, estudiándose la ecuación de la elástica en el tramo AB, introduciendo la condición de que la deformación suma de los dos estados de carga virtuales debe ser nula.

Los estados de carga son:



Las deformadas de estos estados de carga son:



Analíticamente:

$$y=\frac{q\cdot x}{24\cdot E\cdot I}\cdot\left(x^3-2\cdot l\cdot x^2+l^3\right)=\frac{6\cdot x}{24\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 2140}\cdot\left(x^3-2\cdot 900\cdot x^2+900^3\right)=$$
$$5.56297\cdot 10^{-11}\cdot x^4-1.00133\cdot 10^{-7}\cdot x^3+4.05541\cdot x$$

$$y_{AC}=\frac{P\cdot l\cdot b\cdot x}{6\cdot E\cdot I}\cdot\left(1-\frac{b^2}{l^2}-\frac{x^2}{l^2}\right)=\frac{-3713.4\cdot 900\cdot 300\cdot x}{6\cdot 2.1\cdot 10^6\cdot 2140}\cdot\left(1-\frac{300^2}{900^2}-\frac{x^2}{900^2}\right)=$$
$$-3.30521\cdot 10^{-2}\cdot x+4.59058\cdot 10^{-8}\cdot x^3$$

Sumando ambas expresiones, se obtiene:

$$y=5.56297\cdot 10^{-11}\cdot x^4-5.42277\cdot 10^{-8}\cdot x^3+7.50200\cdot 10^{-3}\cdot x$$

Para determinar la posición del máximo en este tramo, se deriva e iguala a cero, de modo que:

$$y'=2.22519\cdot 10^{-10}\cdot x^3-1.62683\cdot 10^{-7}\cdot x^2+7.50200\cdot 10^{-3}=0$$

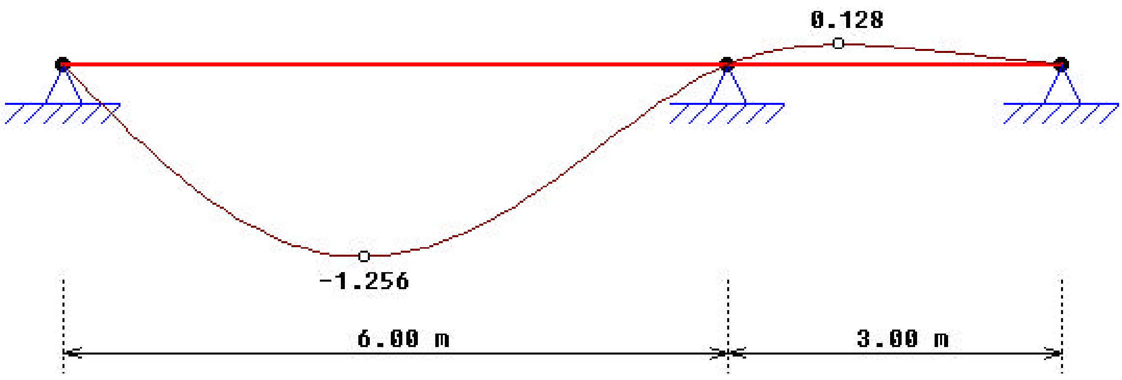
Resolviendo la ecuación, se determinan las raíces:

$$x_1=-191.2\ \text{cm}$$
$$x_2=270.6\ \text{cm}$$
$$x_3=651.7\ \text{cm}$$

De ellas, únicamente la segunda tiene significado físico. Por tanto, la flecha vale:

$$y=5.56297\cdot 10^{-11}\cdot 270.6^4-5.42277\cdot 10^{-8}\cdot 270.6^3+7.50200\cdot 10^{-3}\cdot 270.6=1.25\ \text{cm}$$

La deformada de la viga se muestra en la imagen de la página siguiente, en la que se muestran los valores de las deformaciones en cm.



Como no se dispone de ninguna restricción a la hora de determinar la flecha máxima admisible, ya que no aparece en el enunciado, será el alumno quien determine el límite. Así, para el menos exigente, $\frac{L}{250}=\frac{600}{250}=2.4\,\text{cm}$, la viga dimensionada con un perfil IPN 200 es admisible. En cambio, si se adopta el límite más exigente, $\frac{L}{500}=\frac{600}{500}=1.2\,\text{cm}$, el perfil seleccionado no sería válido.