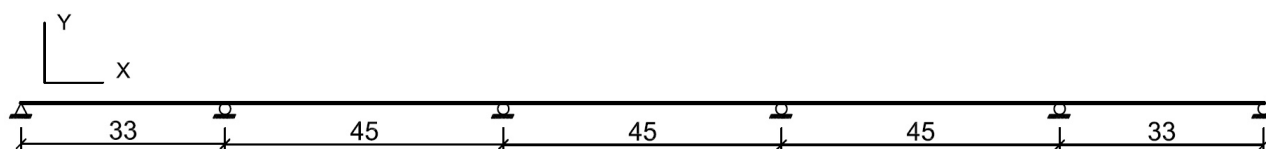


Método de los Elementos Finitos (2023-2024)

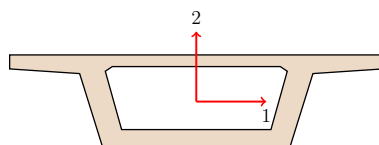
PRÁCTICA 10: Ejercicio sobre modelos de vigas y cálculo estático

José M.^a Goicolea, Nicola Tarque

Se considera un viaducto para ferrocarril de tablero continuo y recto, con cinco vanos de luces L_1 y $L_5 = 33$ m, y L_2, L_3 , y $L_4 = 45$ m. La sección del tablero es del tipo cajón de hormigón armado cuyas propiedades geométricas son área $A = 10,13 \text{ m}^2$, inercias según las direcciones locales (principales) $I_1 = 12,83 \text{ m}^4$, $I_2 = 94,22 \text{ m}^4$, módulo de torsión $J = 20,54 \text{ m}^4$.

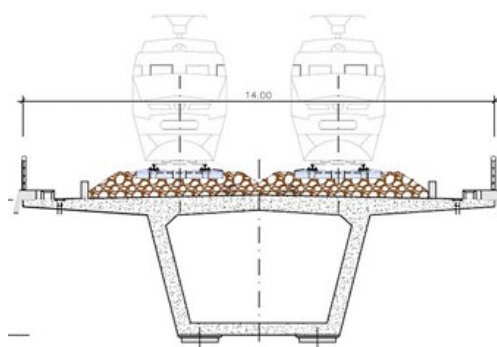


Esquema del viaducto



$A, I_1, I_2, J, E, G, \rho$

Sección del tablero



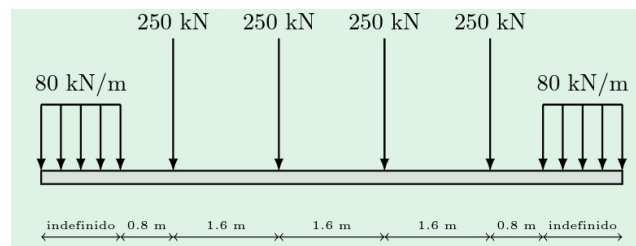
Esquema de la sección (fuente: www.mitma.gob.es)

Las propiedades mecánicas son módulo de elasticidad $E = 35 \text{ GPa}$, y coeficiente de Poisson $\nu = 0,2$. La masa y peso específico del material son $\rho = 2548 \text{ kg/m}^3$ y $\gamma = 25000 \text{ N/m}^3$, respectivamente. Las masas inerciales correspondientes a las cargas muertas debidas al balasto, carriles, traviesas, muretes guarda-balasto, canaletas y cables de comunicaciones, impostas y barandillas se estima en $m = 15800 \text{ kg/m}$

Considerar para el modelo la dirección de los ejes mostrados en la figura, con el origen en el extremo izquierdo, la dirección x longitudinal al tablero, y vertical y z transversal a la estructura. El estribo izquierdo $x = 0$ restringe los desplazamientos en todas las direcciones. Los apoyos intermedios tienen restricciones en las direcciones y, z , pero es deslizante en la dirección longitudinal x . Además, todos los apoyos tienen unión perfecta para la torsión θ_x pero permite giros relativos del tablero en las componentes θ_y, θ_z .

Para el análisis estructural estático, considerar las siguientes cargas:

- Carga de peso propio
- Carga producto del balasto y demás
- Carga de tren según el modelo LM71 como se indica en la figura, con las cargas puntuales verticales $P = 250 \text{ kN}$ situadas en el eje longitudinal del vano central, y la carga distribuida $q = 80 \text{ kN/m}$ en todos los vanos.



Esquema de carga LM71

El tablero se discretizará con elementos de 1m de longitud en general (*Global Size*, especial atención en la discretización de la zona donde se colocan las cuatro cargas puntuales). Se recomienda crear un set de los puntos centrales de cada vano denominándolos *CDV1* hasta *CDV5*, y un set llamado *ejevia* que contenga todos los nudos del viaducto.

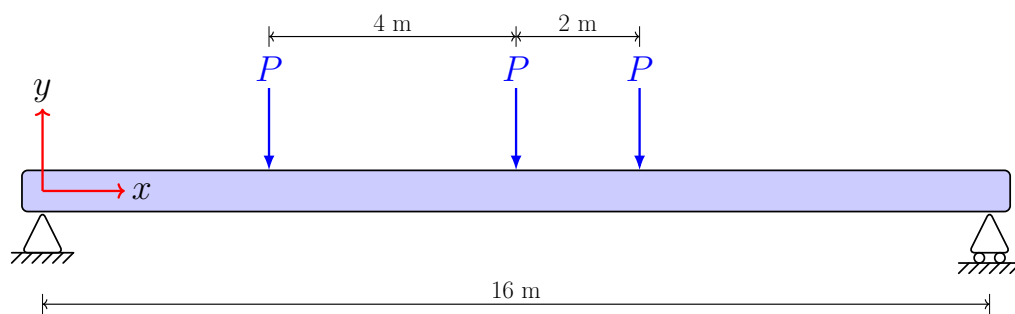
Se pide ejecutar el cálculo estático y:

- Determinar el desplazamiento vertical en el medio de cada vano, las reacciones verticales en cada apoyo, el momento flector vertical en el centro del vano central, y los momentos en los apoyos.
- Obtener gráficos de la distribución del desplazamiento vertical de los vanos.
- Comparar los resultados de desplazamiento considerando modelos con y sin deformación por cortante.
- Analizar la condición más desfavorable de cargas para calcular el desplazamiento máximo vertical en el vano central. En este caso se puede colocar la carga distribuida en vanos alternos.
- Repetir el análisis pero considerando una excentricidad de 2.35m de la carga de tren según el modelo LM71. Para la creación de los momentos puntuales debido a las cargas de 250 kN, usar directamente la opción *CreateLoad/Moment*. Para la creación de los momentos debido a la carga distribuida, en el módulo *Load* activar *View/Assemblydisplayoptions/ Mesh/Shownodelabels*, crear un set de nudos seleccionando los nudos de interés de acuerdo a la discretización de la malla. Luego, crear momentos puntuales seleccionando el set anterior.

Ejercicios propuestos

Ejercicio propuesto 1

Sea un puente isostático de un vano de 16 m de la luz. La sección del tablero es constante y de tipo cajón de hormigón pretensado, cuyas características son: área $A = 1,58 \text{ m}^2$; inercias según las direcciones locales (principales) definidas arriba $I_1 = 0,4987 \text{ m}^4$, $I_2 = 3,034 \text{ m}^4$, módulo de torsión $J = 1,7067 \text{ m}^4$. Las propiedades mecánicas son: módulo de elasticidad $E = 32,0 \text{ GPa}$, coeficiente de Poisson $\nu = 0,25$. Las cargas aplicadas sobre el puente son peso propio y 3 cargas puntuales ($P = 250 \text{ kN}$) situadas tal como se muestra en la siguiente figura:

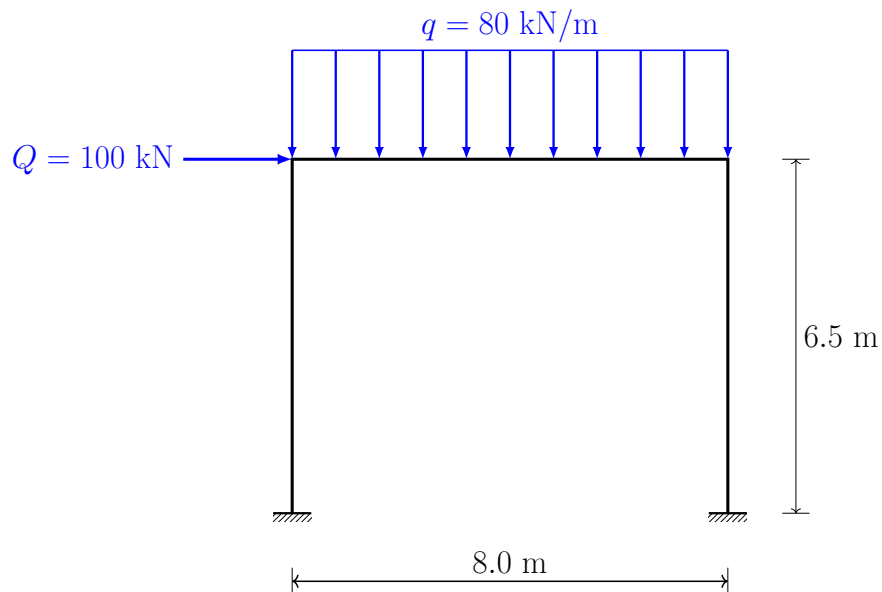


Se pide:

- Determinar el momento flector en el centro de vano y los giros en los dos apoyos

Ejercicio propuesto 2

Sea un paso inferior de tipo pórtico rectangular de hormigón armado con una luz de 8,0 m. Se considera que el dintel tiene una sección transversal de $14,0 \times 1,0$ m y los muros hastiales tienen una de $14,0 \times 0,5$ m. Las propiedades mecánicas para el material de hormigón armado son módulo de elasticidad $E = 32,0$ GPa, coeficiente de Poisson $\nu = 0,25$. Las cargas aplicadas sobre el paso inferior son peso propio, cargas distribuidas ($q = 80$ kN/m) y una carga longitudinal $Q = 100$ kN como se muestra en la siguiente figura:



Se pide:

- Determinar el momento flector y desplazamiento vertical en el centro de vano, desplazamiento horizontal en la esquina en la cual se aplica la carga horizontal, momento de reacción en las cimentaciones.