

COMPARACIÓN ENTRE MODELOS DE UNIONES RÍGIDAS Y ARTICULADAS

Objetivo

Investigar cómo difieren las tensiones y desplazamientos calculados para una estructura cargada si se la modela con barras o vigas.

Hipótesis

- Formulación de pequeños desplazamientos y deformaciones
- Material isótropo, lineal y homogéneo
- Problema de simetría plana
- Para el modelo de vigas se aplica la teoría de Euler-Bernoulli (las secciones permanecen planas y perpendiculares al eje neutro, deformación de corte nula, y desacople entre las características axiales y de flexión)

Método

La estructura analizada surge del problema C2.5. Consiste en un puente conformado por doce nodos y veintidós elementos, con un apoyo fijo y otro móvil. La *Figura 1* muestra la estructura descrita.

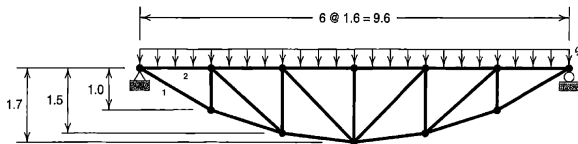


Figura 1: Diagrama de la estructura analizada

Las dimensiones están en metros, el material es un acero con una constante elástica $E = 210GPa$ y la carga distribuida $q = 10 \frac{N}{mm}$. La sección de los elementos es cuadrada y su lado es, para este estudio, variable.

Se calcularon los desplazamientos del nodo inferior, las tensiones máximas en la estructura y el elemento en el que se dieron, variando el lado de la sección de los elementos. Estos fueron los parámetros para comparar las estructuras modeladas con uniones rígidas (vigas) o articuladas (barras).

Aunque la estructura tiene un alto grado de simetría respecto de su centro, no es estrictamente simétrica por la diferencia entre sus apoyos. A pesar de esto, se hará referencia a esta simetría para indicar algunos elementos en otras secciones.

Resultados

Desplazamientos

Se tomó el nodo inferior como referencia para este análisis por el motivo de que, en un puente, puede ser importante la altura que hay debajo suyo. La *Figura 2* muestra el cociente entre los módulos del vector desplazamiento del nodo para vigas y barras (expresado como $\frac{Viga}{Barra}$) en función de la sección.

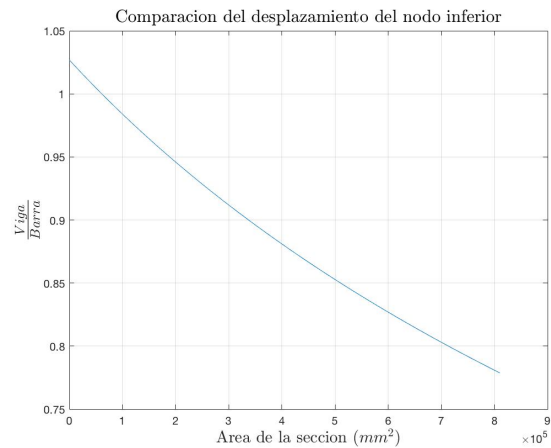


Figura 2: Desplazamiento relativo del nodo en función de la sección

Tensiones

La *Figura 3* muestra el cociente entre las tensiones máximas de la estructura, modelándola con vigas o barras, en función de la sección de los elementos.

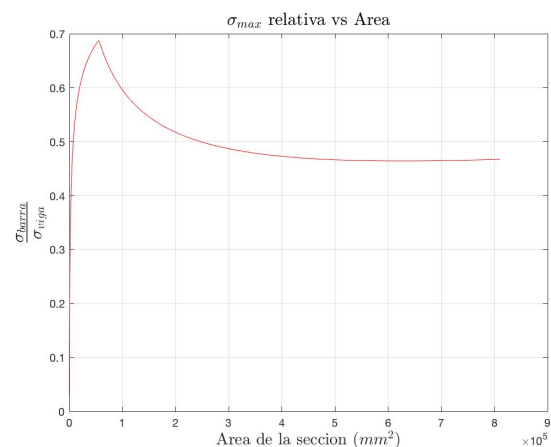


Figura 3: Cociente entre las tensiones máximas de cada modelo para cada sección

Las tensiones máximas ocurren, tanto en el modelo de vigas como en el de barras, en los elementos que tienen como uno de sus nodos a los apoyos. En el caso de

la estructura articulada, el elemento 1 (Figura 1), o su equivalente en el apoyo móvil resulta el más tensionado, mientras que, en la estructura de uniones rígidas, el elemento más tensionado es el 2 o su equivalente por simetría.

Conclusiones

Modelo

- Salvo para secciones muy pequeñas, las vigas tienen un desplazamiento menor que las barras en el nodo seleccionado. Al aumentar la sección, el decrecimiento de los desplazamientos en vigas es sustancialmente más rápido que en barras (Figura 2).
- La tensión máxima en vigas es superior a la tensión máxima en barras para cualquier sección.
- Se considera que el máximo alcanzado por la curva de la Figura 3 es consecuencia de que el lado de los elementos alcanza un valor en el que se pierde completamente la validez de la teoría de Euler-Bernoulli para vigas *esbeltas*.

Diseño

Si se busca utilizar la menor cantidad de material para soportar la carga esperada, resultaría mejor fabricar esta estructura particular con uniones articuladas. Por otra parte, si se buscan minimizar los desplazamientos (para un puente con otra estructura por debajo, para dar un ejemplo), la opción adecuada sería fabricar la estructura con uniones rígidas.

Referencias

- Concepts and Applications of Finite Element Analysis, Robert D. Cook, D.S. Malkus, M. E. Plesha
- Advanced Strength and Applied Elasticity, Fourth Edition, Ansel C. Ugural, Saul K. Fenster