

Conceptos básicos de estructuras y resistencia de materiales

Apellidos, Nombre	Pérez García, Agustín (aperezg@mes.upv.es) Guardiola Villora, Arianna (aguardio@mes.upv.es)
Departamento	Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras
Centro	Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia



1 Resumen de las ideas clave

En este documento se exponen una serie de conceptos básicos relacionados con las asignaturas de estructuras y resistencia de materiales utilizando una serie de imágenes inspiradas en el cuerpo humano con el fin de facilitar al alumno la comprensión de las mismas.

2 Introducción

En las asignaturas de resistencia de materiales [1] se utilizan una serie de conceptos y un vocabulario específico que generalmente resulta novedoso para el alumno.

La falta de comprensión de los conceptos básicos o el desconocimiento del vocabulario específico puede dificultar el aprendizaje de nuevos conceptos con un nivel de dificultad mayor.

En este documento se pretende facilitar el aprendizaje de dichos conceptos con la ayuda de una serie de imágenes cotidianas para el alumno, relacionándolas con los conceptos a desarrollar.

3 Objetivos

El principal objetivo de este documento es dotar al alumno de una serie de imágenes de su vida cotidiana que le permitan entender y recordar en el futuro determinados conceptos básicos relacionados con las estructuras y la resistencia de materiales.

Así pues, una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Distinguir las sollicitaciones de tracción, compresión y flexión.
- Reconocer el eje fuerte y el eje débil de una sección.

4 Conceptos básicos

4.1 Esfuerzo axial

El **esfuerzo axial** en una barra es aquel que experimenta la barra cuando actúa sobre ella una fuerza paralela a la directriz de la barra.

Cuando el esfuerzo axial tiende a alargar la barra, se dice que es un **axil de tracción**. Es lo que sentimos en los brazos cuando nos colgamos de unas anillas (Fig. 1). Cuando el esfuerzo axial tiende a acortar las barras se dice que es un **axil de compresión**. Es lo que sentimos en los brazos cuando hacemos el pino (Fig. 2).

En dichas figuras se puede observar que los brazos en tracción tienen forma de V, mientras que los brazos en compresión tienen la forma de una uve invertida.

En consecuencia, observando que las celosías de la Fig. 3 están sometidas a cargas verticales (como lo estaba el peso del cuerpo) y dada la orientación de las barras diagonales de cada una de ellas, se puede deducir la sollicitación a la que estarán sometidas. Para ello basta con superponer, tal como se muestra en la Fig. 4, los patrones mostrados en la Fig. 1 y en la Fig. 2 sobre las celosías de la Fig. 3.



Fig. 1 Brazos traccionados



Fig. 2 Brazos comprimidos

Se concluye fácilmente que las diagonales de la celosía AB estarán traccionadas mientras que las diagonales de la celosía CD estarán comprimidas.

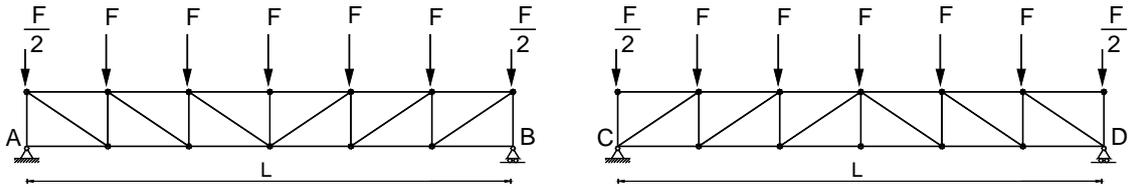


Fig. 3 Diagonales traccionadas y comprimidas en las celosías

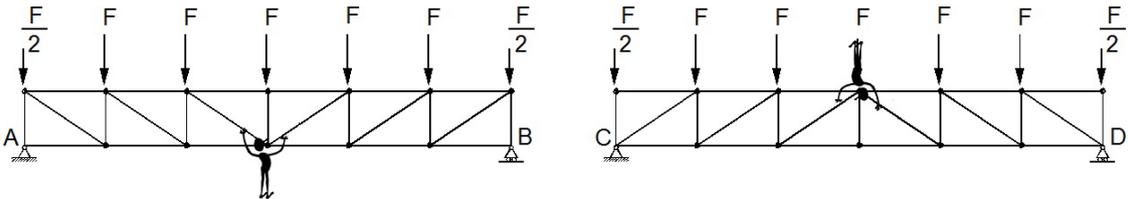


Fig. 4 Diagonales traccionadas y comprimidas en las celosías

4.2 Esfuerzo flector

El **esfuerzo flector** en una barra, lo produce una carga cuando no es paralela a la directriz de la barra.

En el caso de la Fig. 5 la carga consiste en una fuerza puntual (el peso del ladrillo) ubicada en la punta de un voladizo (el brazo) que provoca un momento flector (por ser la fuerza excéntrica respecto del eje central del cuerpo). La magnitud del momento flector es igual al producto de la carga por la distancia. Cuanto más lejos está la carga del punto de apoyo, más costoso es soportarla ya que el momento flector es mayor. Por esa razón, soportar el ladrillo requiere menos esfuerzo en la muñeca que en el codo y mucho menos que en el hombro ya que el momento crece conforme nos alejamos del ladrillo.



Fig. 5 Brazo con zonas comprimidas y zonas traccionadas

En esta situación (momento flector negativo) las fibras superiores del brazo están traccionadas, mientras que las fibras inferiores están comprimidas. El modelo de la viga en voladizo que representa el brazo con la carga puntual equivalente al peso del ladrillo es el de la Fig. 6.

La ley de flectores y el valor del momento máximo son:

$$M_{(x)} = P \cdot x;$$

$$M_{max} = P \cdot L$$

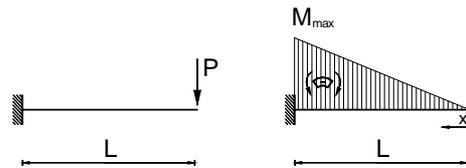


Fig. 6 Momentos flectores en un voladizo

Es el mismo modelo que corresponde al peso de la fruta en el extremo de las ramas del árbol, o a un trampolín de piscina. La imagen de como deforman las ramas o la del trampolín (Fig. 7) puede ayudarnos a recordar en que fibras se producen las tracciones y donde las compresiones.



Fig. 7 Curvatura de un voladizo

4.3 Eje fuerte y eje débil de la sección

Cuando al estudiar Resistencia de Materiales se habla del eje fuerte de la sección, se hace referencia al eje respecto del cual la barra opone más resistencia a ser curvada.

Es importante saber cuál es el eje fuerte de una barra para poder orientar la sección correctamente en la estructura. La posición idónea es aquella en la que la barra se sitúa con la mayor inercia en el plano de la estructura; esto es, con el eje fuerte perpendicular al eje de la estructura.

En términos matemáticos es el eje respecto al cual la sección tiene mayor momento de inercia.

Para recordar cual es el eje fuerte de una barra, podemos recurrir a la resistencia que opone nuestro cuerpo a ser curvado respecto a un eje que pase por el centro de gravedad de nuestro cuerpo (supongamos situado en el ombligo)

Cuando intentamos doblarnos hacia un lado, del modo que muestra la Fig. 8, nos resulta bastante costoso, siendo imposible tocar el suelo con las puntas de los dedos. Éste es el eje fuerte.

Si representamos una vista en planta de nuestro cuerpo, (Fig. 9) al dibujar la proyección en planta del eje que acabamos de definir como eje fuerte, vemos que es el eje perpendicular al lado largo de la sección.

El eje débil es, por el contrario, aquel alrededor del cual resulta más fácil curvar la sección.



Fig. 8 Eje fuerte



Fig. 10 Eje débil

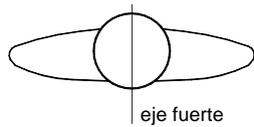


Fig. 9 Vista cenital del eje fuerte

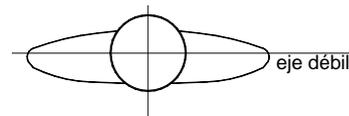


Fig. 11 Vista cenital del eje débil

Fijándonos de nuevo en el cuerpo humano, vemos que nos resulta bastante más fácil doblarnos hacia delante, deformándonos alrededor del eje situado en nuestro centro de gravedad, paralelo al lado largo de la sección.

Somos más deformables en esta dirección, tal y como podemos ver en la Fig. 10, pudiendo alcanzar el suelo con la punta de los dedos.

Representando el eje débil en el modelo de la sección de la Fig. 9, éste será el eje que pasa por el centro de gravedad y es paralelo al lado largo de la sección, tal y como se puede ver en la Fig. 11.

Extrapolando el concepto de eje fuerte y eje débil a las secciones de la Fig. 12, de acuerdo con el criterio de ejes del Documento Básico Seguridad Estructural, Acero del Código Técnico de la Edificación, se observa que el eje fuerte corresponde con el eje y mientras el eje z es el eje débil.

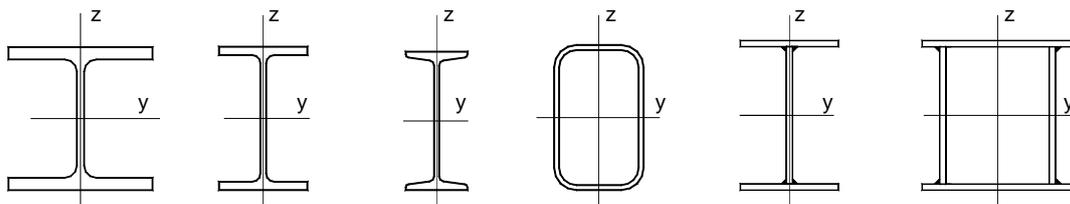


Fig. 12 Ejes fuerte y débil según el Código Técnico de la Edificación



5 Conclusiones

A lo largo de este documento se han definido e ilustrado cinco conceptos básicos de estructuras y resistencia de materiales: por un lado las sollicitaciones o esfuerzos de tracción, compresión y flexión; por otro lado los conceptos de eje fuerte y eje débil.

Saber reconocer el tipo de sollicitación o esfuerzo al que está sometida una barra de una estructura es fundamental para poder dimensionarla o peritarla. De modo que el alumno debe ser capaz de reconocer el esfuerzo que genera una determinada carga para la barra que tiene que analizar. Recurrir a ejemplos asociados con el comportamiento de su propio cuerpo como una estructura que conoce bien y con la que experimenta a diario, puede facilitar el proceso de reconocimiento de las sollicitaciones en las barras.

En cuanto a la determinación del eje fuerte y eje débil, es necesario que el alumno tenga clara la idea de lo que representan cada uno de ellos con objeto de diseñar las estructuras del modo más eficaz posible.

6 Ejercicio propuesto

Finalmente se propone al alumno una serie de imágenes para que intente reconocer la sollicitación a la que están sometidos los brazos de la figura de madera.

En la Fig. 13 y la Fig. 14, la carga aplicada es la misma (el peso de un ladrillo), sin embargo la sollicitación no lo es. ¿Cuál es la sollicitación en cada uno de los casos? ¿Cuál sería el modelo de la barra en cada caso?



Fig. 13 Bolsa que contiene un ladrillo sustentada en una mano



Fig. 14 Con ambos brazos extendidos soportar el ladrillo en la mano derecha

En la Fig. 15 y en la Fig. 16, el muñeco de madera se encuentra sujeto a las cuerdas de ejercicios gimnásticos con anillas. En ambos casos la carga es su propio peso. Sin embargo, la sollicitación que este peso produce en sus brazos no es igual. ¿Cuál sería



el modelo de la estructura en cada caso? ¿A qué esfuerzo estarían sometidos su brazos?



Fig. 15 Posición colgada en ejercicios gimnásticos con anillas



Fig. 16 Posición de brazos en cruz en ejercicios gimnásticos con anillas

7 SOLUCIÓN

Fig. 13 Ambos brazos están sometidos a tracción pero el derecho lo está en mayor medida. Las barras (brazos) podrían asimilarse a dos tirantes.

Fig. 14 Ambos brazos están sometidos a flexión pero el derecho lo está en mayor medida. Las barras (brazos) podrían asimilarse a dos voladizos.

Fig. 15 Ambos brazos están sometidos a tracción en la misma medida. Las barras (brazos) podrían asimilarse a dos tirantes.

Fig. 16 Ambos brazos están sometidos a flexión en la misma medida. Las barras (brazos) podrían asimilarse a dos voladizos.

8 Bibliografía

8.1 Libros

- [1] A. Perez-Garcia, A. Martinez, E. Fenollosa, and A. Alonso, *Introducción a las estructuras de edificación*. Valencia: Editorial UPV, 2007, p. 300.

8.2 Imágenes

Todas las fotografías y dibujos de este documento han sido realizados por los autores.