4.1.- Viga.

Una viga es una barra recta sometida a fuerzas que actúan perpendicularmente a su eje longitudinal.

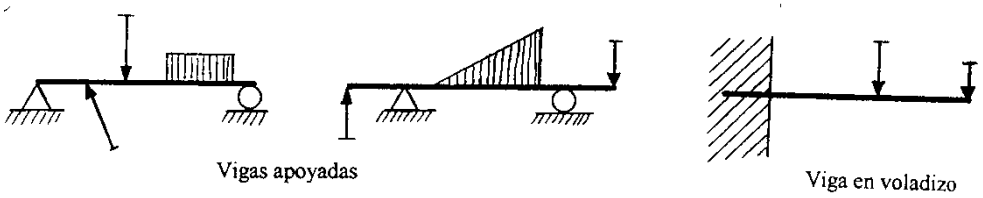
Las vigas pueden ser:

- **ISOSTATICAS** o estáticamente determinadas. Son aquellas en las que las reacciones en los apoyos se pueden calcular utilizando las Ecuaciones Fundamentales de la Estática:

$$\overrightarrow{F_x} = 0\ , \quad \overrightarrow{F_y} = 0 \qquad \text{y} \qquad \vec{M} = 0$$

Las vigas isostáticas pueden ser:

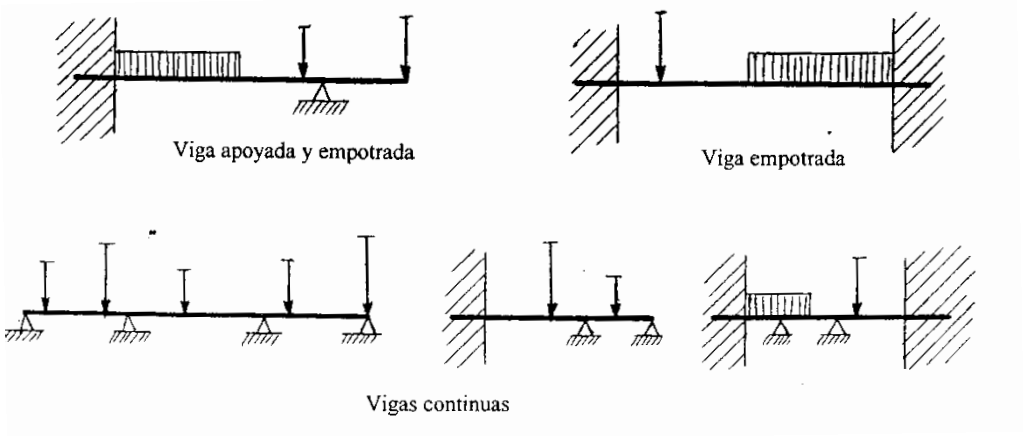
- **Apoyadas**
- **En voladizo**



- **HIPERESTATICAS** o estáticamente indeterminadas. Son aquellas en las que las reacciones en los apoyos plantean más incógnitas que las que permiten resolver las Ecuaciones Fundamentales de la Estática. Para su resolución se necesitan, además de dichas ecuaciones otras basadas en la deformación de la viga.

Las vigas hiperestáticas pueden ser:

- **Apoyadas y empotradas.**
- **Empotradas**
- **Continuas.**



En este curso solo calcularemos vigas isostáticas, dejando el cálculo de las vigas hiperestáticas para estudios de ingeniería.

Es importante observar que la mayoría de las vigas que se montan son isostática o hiperestáticas imperfectas (por tener los empotramientos no totalmente rígidos), lo que hace que muchas veces se calculen las vigas hiperestáticas como si fueran isostáticas. Esto tiene como consecuencia que generalmente que la viga calculada es de una sección mayor de la necesaria por lo que se trabaja con mayor seguridad, aunque también con costes mayores.

4.2.- Conceptos fundamentales del cálculo de vigas.

- **Tipos de carga que actúan sobre una viga.** Las cargas o fuerzas que actúan sobre una viga pueden ser (ver las figuras del apartado anterior):

a) Puntuales.
b) Continuas.
   1) Continuas uniformes
   2) Continuas variables

- **Flexión.** Como consecuencia de las fuerzas que actúan sobre una viga está se deforma curvándose ligeramente. A esta deformación se le llama FLEXION.

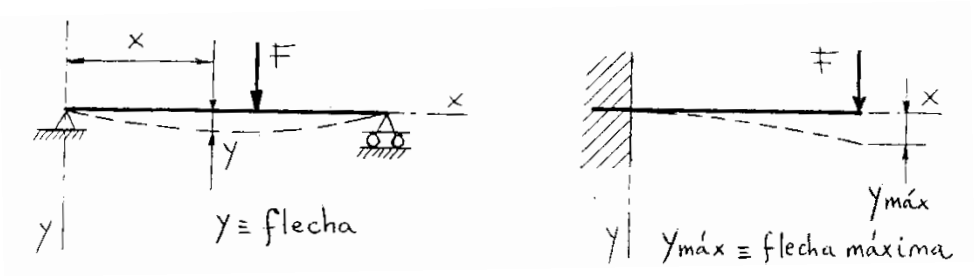
- **Curva elástica**. Es la línea curva que adopta la viga al deformarse como consecuencia de las cargas que soporta.

Si se establece un sistema de coordenadas x-y, la curva elástica puede definirse mediante una ecuación del tipo y=f(x), obtenida mediante calculo diferencial.

Los prontuarios facilitan estas ecuaciones para los tipos de viga y cargas más usuales.

La curva elástica de una viga depende de:

- Carga.
- Luz (distancia entre apoyos de una viga. También se llama luz a la longitud de la viga).
- Modulo de elasticidad del material de la viga (E).
- Momento de inercia ($I=\Sigma Sd2$: sección recta de la viga y su distribución).



- **FLECHA.** Es el valor del desplazamiento vertical que hace la viga en un punto determinado o distancia entre la horizontal y la curva elástica.

Interesa conocer el valor de la **flecha máxima** por dos rezones:

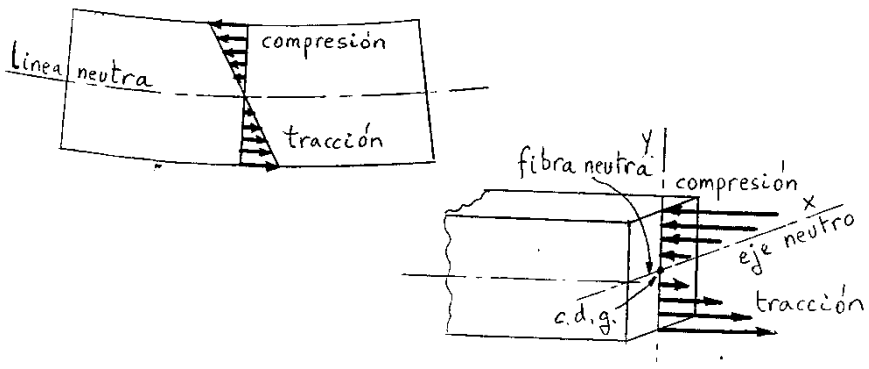
- Nos da idea de la deformación que sufre la viga.
- En la construcción de edificios, se dictan normas que obligan a no sobrepasar unos valores máximos. La flecha máxima permitida suele ser 1/500 de la luz.

Los prontuarios suelen dar la fórmula para calcular la flecha máxima para los tipos de viga y carga más usuales.

- FIBRA NEUTRA. Las cargas o fuerzas externas de una viga le provocan tensiones internas que hacen que se deforme curvándose. Si se observa una sección recta de la viga, en la parte superior se dan tensiones de compresión y en la parte inferior tensiones de tracción. (Además se dan esfuerzos cortantes perpendiculares al eje de la viga, menos importantes que los de tracción-compresión).

Se observa además, que los esfuerzos de compresión y de tracción son variables a lo largo de la sección (desde arriba hacia abajo), y el lugar de transición de compresión a tracción es el **centro de gravedad** de la sección. La línea longitudinal que pasa por el c.d.g. de la sección se llama **línea neutra** porque en ella no se da ningún esfuerzo.

A la fibra de material situada en la línea neutra se le llama **FIBRA NEUTRA**.



4.3.- Pasos a seguir para el cálculo de una viga.

4.3.1.- Equilibrio Externo:

Se calculan todas las fuerzas externas (y momentos externos si los hay), tanto las cargas y fuerzas aplicadas (acciones) como las reacciones en los apoyos.

Para ello se aplican las ecuaciones fundamentales de la estática

$$\overrightarrow{F_x} = 0\ , \quad \overrightarrow{F_y} = 0 \qquad \text{y} \qquad \vec{M} = 0$$

4.3.2.- Equilibrio Interno:

Debido a las fuerzas externas, en el interior de la viga se producen fuerzas resistentes que mantienen a la viga en equilibrio.

Las fuerzas resistentes internas son las que hace el material para contrarrestar (equilibrar) a las fuerzas externas, consiguiendo de este modo que la viga "*aguante*".

Estas fuerzas internas son de dos tipos:

- **Normales** a la sección recta (paralelas a la línea neutra): fuerzas de compresión y de tracción.
  El conjunto de pares tracción compresión forma un **momento resistente** que equilibra al **momento flector** que provocan las fuerzas externas.
- **Transversales** a la sección recta (perpendiculares a la línea neutra): **fuerzas cortantes.**

El **momento flector** y el **esfuerzo cortante** que soporta la viga suele ser variable a lo largo de ella. Para calcularlos en una sección cualquiera de la viga se le realiza un corte imaginario, se mantiene uno de los trozos (el de la izquierda por ejemplo) y se elimina el otro (el de la derecha). A continuación se aplica la Ecuación Fundamental de la Estática:

$$\overrightarrow{F_x} = 0\ , \quad \overrightarrow{F_y} = 0 \qquad \text{y} \qquad \vec{M} = 0$$

Y se obtiene el momento flector y el esfuerzo cortante:

La variación de los esfuerzos cortantes y los momentos flectores a lo largo de la viga se representa gráficamente- Esta grafica y los valores máximos los dan directamente los prontuarios para los tipos de vigas y cargas más frecuentes.

4.3.3.- Calculo del perfil o sección de viga necesaria.

Se aplica la formula de **Navier**:

$$\sigma_t = \frac{M_{máx}}{W_x}$$

Conocido $\mathbf{M_{máx}}$ y $\boldsymbol{\sigma_t}$ se obtiene el módulo resistente $\mathbf{W_x}$ del perfil necesario:

$$W_x = \frac{M_{máx}}{\sigma_t}$$

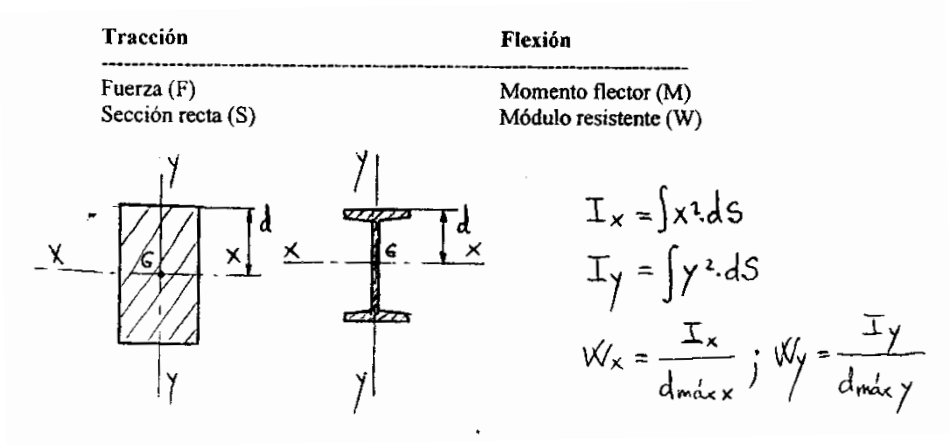
La formula de Navier también se puede expresar de esta forma:

$$\sigma_t = \frac{M_{máx}}{I_x} d$$

Siendo:

- $M_{máx}$: Momento flector máximo de la viga.
- σ_t=Coeficiente de trabajo del material de la viga.
- W_x=módulo resistente de la sección.
- I_x=momento de inercia.
- d= distancia de la fibra neutra a la fibra más alejada.

Los prontuarios de los perfiles laminados comerciales indican el modulo resistente de cada perfil.

Si se adoptan perfiles no comerciales, en la página adjunta se dan valores de **módulos resistentes** y **momentos de inercia** de diferentes secciones.

Observar que la formula de Navier (o formula de la flexión) es semejante a la formula de la tracción simple σ_t=F/S