

## Análisis de elementos sujetos a carga axial

## Esfuerzo normal:

Es generado cuando la viga está sometida a un momento flector, es decir, cuando actúa una fuerza transversal sobre ella. Se mide con las unidades de  $[Pa]$  ó  $[psi]$ .

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = E\epsilon \quad (2)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$\epsilon$	Deformación unitaria	$[\ ]$
$L$	Longitud del elemento	$[m]$ ó $[in]$
$P$	Fuerza axial aplicada	$[N]$ ó $[lb_f]$
$A$	Área transversal a la fuerza	$[m^2]$ ó $[in^2]$
$E$	Módulo de elasticidad o módulo de Young	$[Pa]$ ó $[psi]$

## Deformación axial:

Se genera cuando un elemento está sometido a una carga axial centrada, generando una deformación uniforme (extensión o compresión) a lo largo de su longitud. Se mide con las unidades de  $[m]$  ó  $[in]$ .

$$\delta = \frac{PL}{AE} \quad (6)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$P$	Fuerza axial aplicada	$[N]$ ó $[lb_f]$
$L$	Longitud del elemento	$[N]$ ó $[lb_f]$
$A$	Área transversal a la fuerza	$[m^2]$ ó $[in^2]$
$E$	Módulo de elasticidad o módulo de Young	$[Pa]$ ó $[psi]$

## Esfuerzo cortante:

Es generado cuando hay una fuerza cortante en la sección transversal la viga. Se mide con las unidades de  $[Pa]$  ó  $[psi]$ .

## Cortante simple:

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (3)$$

## Cortante doble:

$$\tau = \frac{P}{2A} \quad (4)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$P$	Fuerza perpendicular cortante	$[N]$ ó $[lb_f]$
$A$	Área de corte	$[m^2]$ ó $[in^2]$

## Esfuerzo por aplastamiento:

Es generado cuando una fuerza se transmite a través de superficies de contacto pequeñas, como en uniones con pernos o pasadores, donde el perno presiona el material. Se mide con las unidades de  $[Pa]$  ó  $[psi]$ .

$$\sigma_B = \frac{P}{A} \quad (5)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$P$	Fuerza perpendicular cortante	$[N]$ ó $[lb_f]$
$A$	Área proyectada del barreno	$[m^2]$ ó $[in^2]$

## Modulo de Poisson:

Se aplica cuando un material es sometido a una carga axial y, como resultado, además de extenderse o comprimirse en la dirección de la carga, también cambia de tamaño en la dirección perpendicular a la carga.

$$\epsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \frac{\nu\sigma_y}{E} - \frac{\nu\sigma_z}{E} \quad (7)$$

$$\epsilon_y = -\frac{\sigma_x}{E} + \frac{\sigma_y}{E} - \frac{\nu\sigma_z}{E} \quad (8)$$

$$\epsilon_z = -\frac{\nu\sigma_x}{E} - \frac{\nu\sigma_y}{E} + \frac{\sigma_z}{E} \quad (9)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$\sigma$	Esfuerzo aplicado	$[m^2]$ ó $[in^2]$
$\nu$	Modulo de Poisson	$[\ ]$
$E$	Módulo de elasticidad o módulo de Young	$[Pa]$ ó $[psi]$

## Análisis de elementos sujetos a torsión

## Relación de engranajes:

## Análisis estatico:

$$\frac{T_A}{r_A} = \frac{T_B}{r_B} \quad (10)$$

## Análisis cinematico:

$$r_A \omega_A = r_B \omega_B \quad (11)$$

$$r_A \phi_A = r_B \phi_B \quad (12)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$T$	Torque aplicado	$[N \cdot m]$ ó $[lb_f \cdot in]$
$r$	Radio de eje sometido a torsion	$[m]$ ó $[in]$
$\omega$	Velocidad angular	$[\frac{rad}{s}]$
$\phi$	Desplazamiento angular	$[rad]$

Momento polar de inercia ( $J$ ):

Es generado cuando una sección estructural está sometida a torsión (giro alrededor de su eje longitudinal).

## Eje redondo sólido:

$$J = \frac{\pi}{2} r^4 = \frac{\pi}{32} d^4 \quad (13)$$

## Eje redondo tubular:

$$J = \frac{\pi}{2} (r_1^4 - r_2^4) = \frac{\pi}{32} (d_1^4 - d_2^4) \quad (14)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$r$	Radio de eje sometido a torsion	$[m]$ ó $[in]$
$d$	Diametro de eje sometido a torsion	$[m]$ ó $[in]$

## Esfuerzo cortante por torsión:

Es generado cuando hay un momento de torsión  $T$  aplicado sobre el eje longitudinal de la viga.

$$\tau = \frac{Tc}{J} \quad (15)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$T$	Torque aplicado	$[N \cdot m]$ ó $[lb_f \cdot in]$
$c$	Distancia desde el eje neutro hasta la fibra extrema	$[m]$ ó $[in]$
$J$	Momento polar de inercia de la sección transversal	$[m^2]$ ó $[in^2]$

## Deformacion por torsion:

Es generado cuando la viga es sometida a un momento torsional, es decir, cuando se aplica una fuerza que genera un giro en torno al eje longitudinal de la viga. Se mide en  $[rad]$  ó  $[\circ]$ .

$$\phi = \frac{TL}{GJ} \quad (16)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$T$	Torque aplicado	$[N \cdot m]$ ó $[lb_f \cdot in]$
$L$	Longitud de la viga	$[m]$ ó $[in]$
$G$	Módulo de rigidez del material $x$	$[Pa]$ ó $[psi]$
$J$	Momento polar de inercia de la sección transversal	$[m^4]$ ó $[in^4]$

## Análisis de elementos sujetos a flexión

Momento de inercia ( $I$ ):

Es generado cuando una sección estructural está sometida a flexión. Se mide en  $[m^4]$  ó  $[in^4]$

## Viga con forma rectangular:

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad (17)$$

$$I_y = \frac{hb^3}{12} \quad (18)$$

## Viga con forma redonda:

$$I_x = I_y = \frac{\pi}{4} r^4 = \frac{\pi}{64} d^4 \quad (19)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$b$	Longitud de la base del rectángulo	$[m]$ ó $[in]$
$h$	Longitud de la altura del rectángulo	$[m]$ ó $[in]$
$r$	Radio de eje sometido a flexión	$[m]$ ó $[in]$
$d$	Diámetro de eje sometido a flexión	$[m]$ ó $[in]$

## Esfuerzo cortante:

Es generado cuando hay una fuerza cortante en la sección transversal la viga. Se mide con las unidades de  $[Pa]$  ó  $[psi]$ .

## Viga con forma rectangular:

$$\tau = \left(\frac{3}{2}\right) \left(\frac{V(x)}{A}\right) \quad (21)$$

## Viga con forma redonda:

$$\tau = \left(\frac{4}{3}\right) \left(\frac{V(x)}{A}\right) \quad (22)$$

## Viga con forma redonda hueca:

$$\tau = \frac{2V(x)}{A} \quad (23)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$V(x)$	Ecuación de fuerza cortante en sección $x$	$[N]$ ó $[lb_f]$
$A$	Área transversal a la fuerza	$[m^2]$ ó $[in^2]$

## Esfuerzo normal:

Es generado cuando la viga está sometida a un momento flector, es decir, cuando actúa una fuerza transversal sobre ella. Se mide con las unidades de  $[Pa]$  ó  $[psi]$ .

$$\sigma = \frac{M(x)c}{I} \quad (20)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$M(x)$	Ecuación de momento flector en sección $x$	$[N \cdot m]$ ó $[lb_f \cdot in]$
$c$	Distancia desde el eje neutro hasta la fibra extrema	$[m]$ ó $[in]$
$I$	Momento de inercia	$[m^4]$ ó $[in^4]$

## Deformación por flexión:

Es generada cuando una viga es sometida a un momento flector, es decir, cuando una fuerza transversal actúa sobre la viga en un punto determinado. Se mide en  $[m]$  ó  $[in]$ .

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x) \quad (24)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{EI} \int M(x) dx + C_1 \quad (25)$$

$$y(x) = \frac{1}{EI} \iint M(x) dx dx + C_1 x + C_2 \quad (26)$$

Donde:

Variable	Definición	Unidad
$E$	Modulo de Young	$[Pa]$ ó $[psi]$
$I$	Momento de inercia	$[m^4]$ ó $[in^4]$
$M(x)$	Ecuación de momento flector en sección $x$	$[N \cdot m]$ ó $[lb_f \cdot in]$