

CAPÍTULO II

ESFUERZO

2.1 ESFUERZOS

La estática de cuerpos dice que los cuerpos sometidos a cargas se mantienen en equilibrio con la ayuda de fuerzas internas o reacciones. Las fuerzas internas son las que se estudiarán en esta tesis, pues el estudio de estas fuerzas internas y su sección infinitesimal proporcionan datos tales como la resistencia a la deformación del elemento en cuestión.

Las fuerzas internas se representan vectorialmente y son ellas las que mantienen el equilibrio del cuerpo con las fuerzas aplicadas exteriormente. Estas fuerzas pueden generarse en cualquier dirección; sin embargo, para fines prácticos se estudian como fuerzas perpendiculares al plano.

El esfuerzo es definido como la intensidad de fuerza por unidad área donde se aplica ésta. Dependiendo de la dirección de la fuerza se utiliza una nomenclatura diferente para designar el esfuerzo:

$$\tau_{xx} = \frac{\Delta P_x}{\Delta A}$$

$$\tau_{xy} = \frac{\Delta P_y}{\Delta A}$$

$$\tau_{xz} = \frac{\Delta P_z}{\Delta A}$$

En esta convención, el primer subíndice indica el plano perpendicular al eje y el segundo subíndice indica la dirección del esfuerzo. Para no redundar en los casos en que el esfuerzo es aplicado perpendicularmente al plano en lugar de utilizar τ_{xx} , por ejemplo, se designa la

nomenclatura σ_x , que representa el *esfuerzo normal*. La nomenclatura τ se utiliza para *esfuerzo cortante*, ya que éste actúa tangencial o paralelamente al elemento de área.

Como los esfuerzos representan una intensidad de fuerza en un área, las unidades resultantes son unidades de fuerza por unidad de área.

2.2 ESFUERZO NORMAL

El esfuerzo normal es la resultante de dividir la carga axial entre el área donde ésta se aplica.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Para representar este concepto en el paquete se utilizó un ejemplo de una viga sometida a una carga axial (Figura 2.1). Se definen las componentes P y A visualmente. Posteriormente el área de la sección transversal de la viga se divide en pequeños cuadrados que representan el área unitaria, y, de ahí, se aísla un pequeño cubo unitario (Figura 2.2) con la porción de la fuerza que le corresponde, es decir, el esfuerzo normal (Figura 2.3).

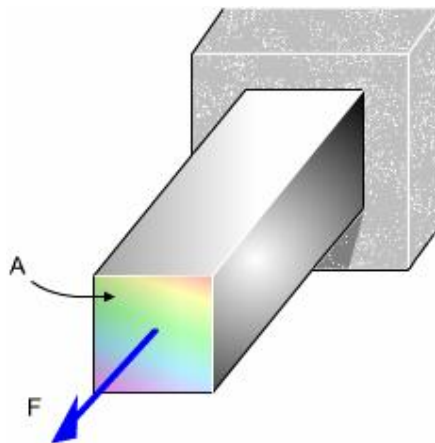


Figura 2.1 Viga sometida a fuerza axial

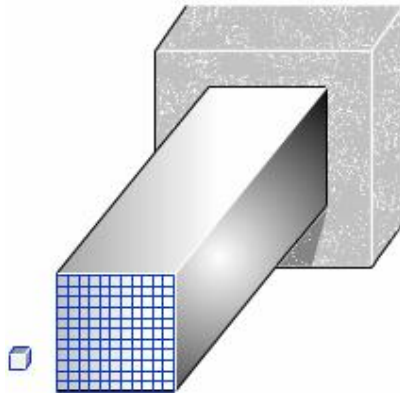


Figura 2.2 Cubo unitario estudiado de la viga

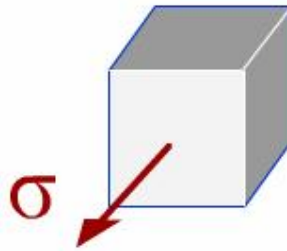


Figura 2.3 Esfuerzo actuante sobre un cubo unitario

De esta manera la fórmula es expresada de manera gráfica.

Para profundizar en el tema y relacionarlo con otros conceptos se incluyó un ejercicio y se resolvió paso a paso. Dicho ejercicio consta de un entramado sujeto a fuerzas externas y se pide la determinación del esfuerzo normal en uno de sus miembros (Figura 2.4).

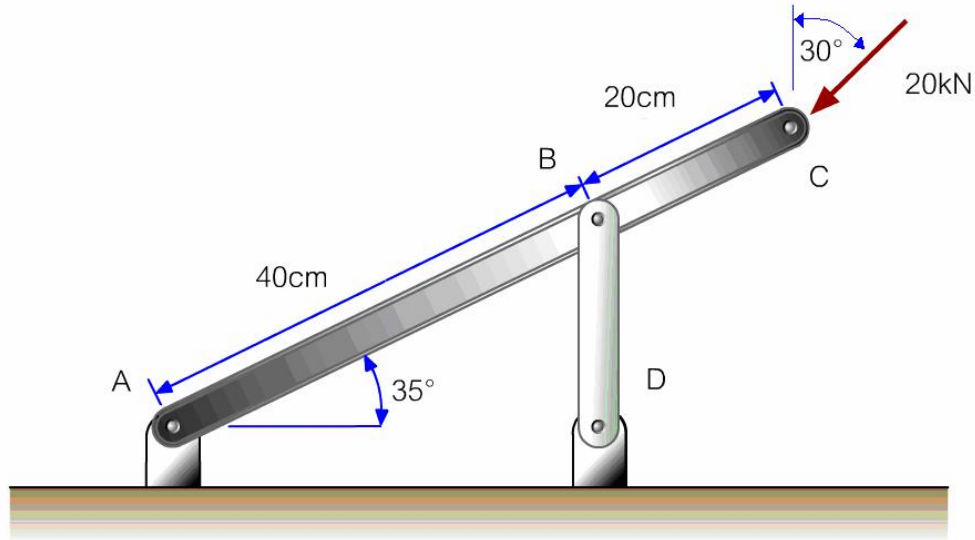


Figura 2.4 Entramado

Se presenta en pantalla el texto del problema acompañado de su figura y se da comienzo a la solución.

El primer paso es la descomposición visual y analítica de la fuerza aplicada. Posteriormente, se determinan las reacciones y, debido a que esta tesis se basa en el comportamiento de materiales y el tema es el esfuerzo normal, no se profundiza en la obtención de éstas. Visualmente se cambian los apoyos de la armadura por reacciones con su sentido y magnitud correspondientes (Figura 2.5).

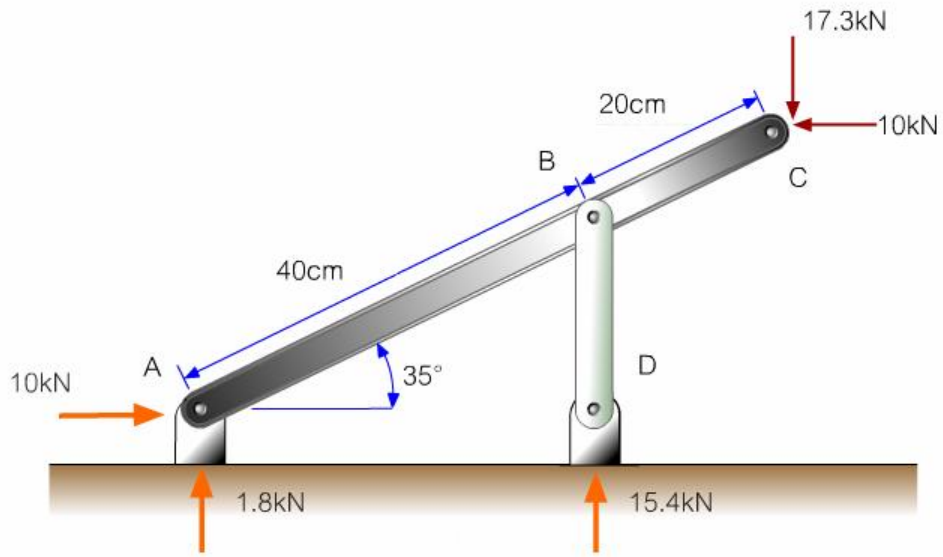


Figura 2.5 Descomposición de fuerza aplicada y aparición de reacciones

Para obtener el esfuerzo del miembro solicitado y lograr la comprensión del fenómeno, se aísla el miembro a estudiar, con lo cual aparece la fuerza axial que actúa en él (Figura 2.6).

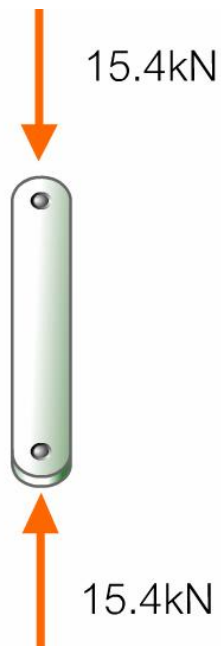


Figura 2.6 Miembro aislado

Se continúa realizando un corte donde se puede observar el área donde trabaja la fuerza. Para terminar, se divide la fuerza entre el área de la sección y, con una animación, la fuerza se convierte en pequeños esfuerzos (Figura 2.7).

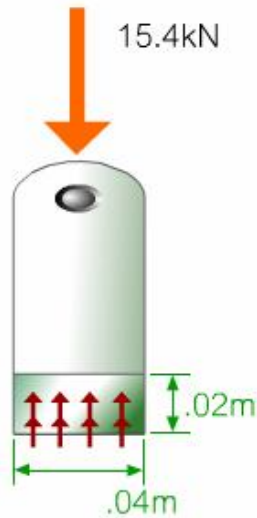


Figura 2.7 Esfuerzo

2.3 ESFUERZO CORTANTE

El esfuerzo cortante es aquel que actúa tangente a la sección, denotado por la letra griega τ

$$\tau = \frac{V}{A}$$

donde V es la letra comúnmente asignada para la fuerza cortante.

Gráficamente se utilizó un ejemplo simple y cotidiano donde sucede este fenómeno: un tornillo que sujeta dos placas, donde éstas tienen empujes en sentidos opuestos. Estos empujes son las fuerzas que ocasionan el cortante (Figura 2.8).



Figura 2.8 Tornillo sujeto a fuerzas cortantes

Se presentan diferentes vistas del tornillo y las placas para poder explicar cómo éstas transmiten la fuerza al tornillo (Figura 2.9). Se aíslan las fuerzas y el tornillo, posteriormente se realiza un corte a éste, y se observa el área donde la fuerza V atraviesa el tornillo (Figura 2.10)

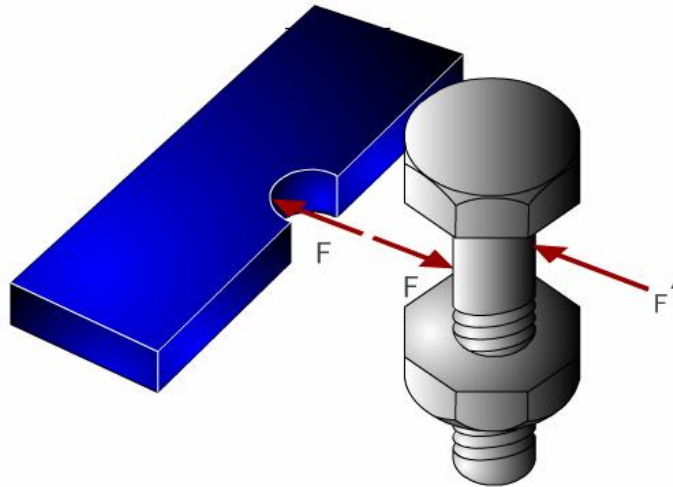


Figura 2.9 Transmisión de fuerzas al tornillo

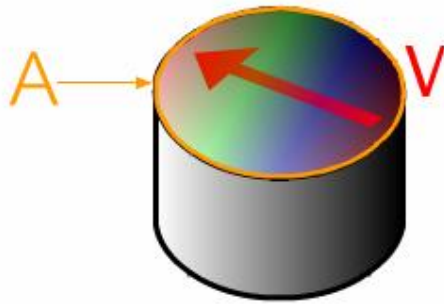


Figura 2.10 Fuerza cortante V y área A

Una vez presentadas gráficamente el área A y la fuerza cortante V , se aplica la fórmula y, con una animación, V es transformada en los pequeños esfuerzos cortantes τ (Figura 2.11).

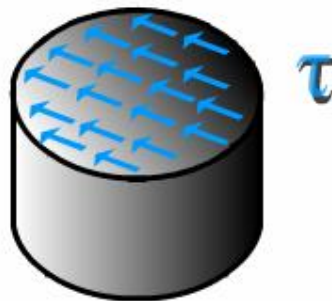


Figura 2.11 Esfuerzo Cortante

Para continuar con la explicación se incluye un ejemplo de esfuerzo cortante.

En éste se presenta un empalme de dos elementos de madera que se unen con dos placas mediante pegamento creando una junta, se les aplica fuerzas opuestas a los elementos de madera (Figura 2.12). Aquí se presenta una condición de corte doble.

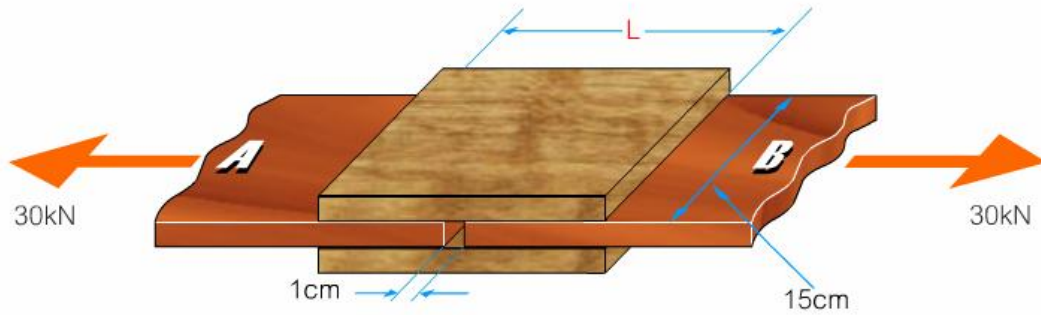


Figura 2.12 Placas sometidas a fuerzas tangenciales en su superficie

En animación se presenta la manera en que la junta es creada y posteriormente se define la geometría de todos los elementos incluidos en la junta. Como el objetivo del ejemplo es determinar una longitud L que debe tener las placas de madera para que se cumpla la condición de que τ no exceda cierta magnitud, la expresión de esfuerzo cortante τ queda expresada en función de L .

Para comprender como el esfuerzo cortante τ trabaja en este ejemplo, se realizó una animación donde las placas son separadas dejando ver los esfuerzos cortantes que tienen internamente las placas de madera (Figura 2.13).

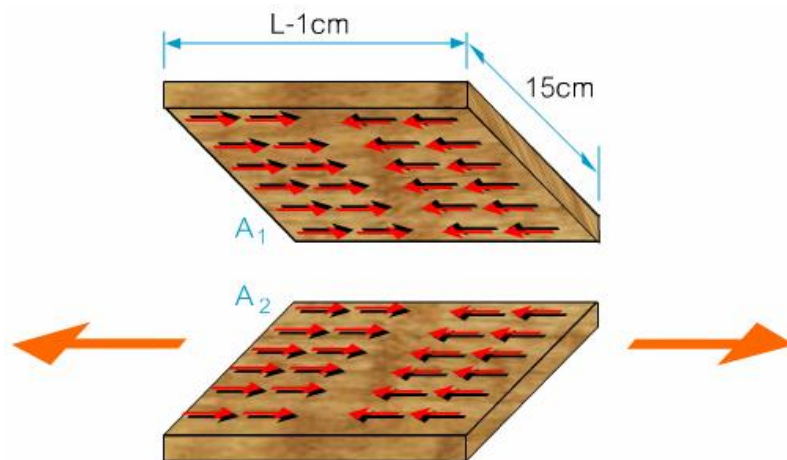


Figura 2.13 Esfuerzos internos

Una vez presentados todos los elementos de la ecuación, se procede a realizar el álgebra paso a paso para que el usuario comprenda el procedimiento a seguir en la determinación del valor de L .