1. Marco teórico.

Esfuerzo y deformación por corte.

El tercer tipo de situación de esfuerzo-deformación se denomina corte. El listón de la Figura 1.c está sometido a un **esfuerzo de corte**: una parte del listón se está empujando hacia arriba, mientras una parte adyacente se está empujando hacia abajo, lo que produce un cambio de forma del listón. La Figura 7 muestra un cuerpo deformado por un esfuerzo de corte.

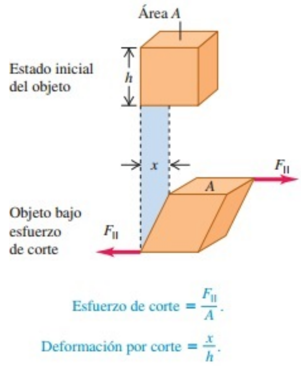


Figura 7: Objeto sometido a un esfuerzo de corte. Se aplican fuerzas tangentes a superficies opuestas del objeto (en contraste con la situación de la Figura 2, donde las fuerzas actúan perpendiculares a las superficies).Por claridad, se exagera la deformación x.

En la figura, fuerzas de igual magnitud pero dirección opuesta actúan de forma tangente a las superficies de extremos opuestos del objeto. Definimos el esfuerzo de corte como la fuerza $F\|$ que actúa tangente a la superficie, dividida entre el área A sobre la que actúa:

$$Esfuerzo \quad de \quad corte = \frac{F}{A} \longrightarrow (9)$$

Al igual que los otros dos tipos de esfuerzo, el esfuerzo de corte es una fuerza por unidad de área. La figura 7 muestra que una cara del objeto sometido a esfuerzo de corte se desplaza una distancia x relativa a la cara opuesta. Definimos la **deformación por corte** como el cociente del desplazamiento x entre la dimensión transversal h:

$$Deformación \quad por \quad corte = \frac{x}{h} \longrightarrow (10)$$

En situaciones reales, x casi siempre es mucho menor que h. Como todas las deformaciones, la deformación por corte es un número adimensional: un cociente de dos longitudes. Si las fuerzas son lo suficientemente pequeñas como para que se obedezca la ley de Hooke, la deformación por corte es proporcional al esfuerzo de corte. El módulo de elasticidad correspondiente(cociente del esfuerzo de corte entre la deformación por corte) se denomina módulo de corte y se denota con S:

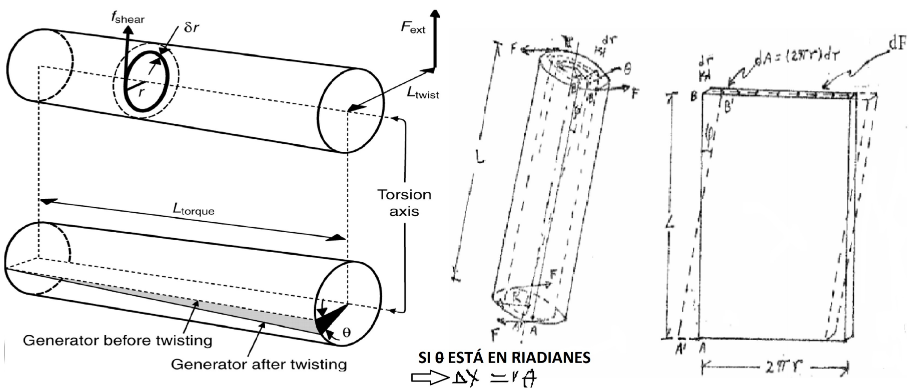
$$S = \frac{Esfuerzo \quad de \quad corte}{Deformación \quad por \quad corte} = \frac{F/A}{x/h} = \frac{F}{A}\frac{h}{x} \quad (módulo \quad de \quad corte) \longrightarrow (11)$$

Para un material dado, S suele ser de un tercio a un medio del valor del módulo de Young Y para el esfuerzo de tensión. Tenga en cuenta que los conceptos de esfuerzo de corte, deformación por corte y módulo de corte únicamente se aplican a materiales sólidos.

Tabla 11.1 Módulos de elasticidad aproximados

Material	Módulo de Young, Y (Pa)	Módulo de volumen, B (Pa)	Módulo de corte, S (Pa)
Aluminio	7.0×10^{10}	7.5×10^{10}	2.5×10^{10}
Latón	9.0×10^{10}	6.0×10^{10}	3.5×10^{10}
Cobre	11×10^{10}	14×10^{10}	4.4×10^{10}
Cristal corona (óptico)	6.0×10^{10}	5.0×10^{10}	2.5×10^{10}
Hierro	21×10^{10}	16×10^{10}	7.7×10^{10}
Plomo	1.6×10^{10}	4.1×10^{10}	0.6×10^{10}
Níquel	21×10^{10}	17×10^{10}	7.8×10^{10}
Acero	20×10^{10}	16×10^{10}	7.5×10^{10}

La razón es que las fuerzas de corte deben deformar el bloque sólido, el cual tiende a regresar a su forma original si se eliminan las fuerzas de corte. En cambio, los gases y líquidos no tienen forma definida. Ahora en el caso de una barra, el razoamiento es de manera análoga.



De donde dF e igual a la fuerza neta en la cada cara dA es decir la fracción de la F total aplicada a la barra. Por lo que un análisis para el esfuerzo cortante sería el siguiente:

$$\sigma_C = \frac{dF}{dA} = \frac{dF}{2\pi r dr} \quad y \quad (Du)_c = \frac{\Delta x}{L} = \frac{r\theta}{L} \qquad (1)$$

Entonces se definió el módulo de cizalladura, debido a la teoría anterior, como:

$$M = \frac{\varepsilon_c}{(Du)_c} = \frac{dF/2\pi r dr}{r\theta/L} = \frac{dFL}{2\pi r^2 \theta dr}$$

O bien;

$$dF = \frac{2\pi\theta M r^2 dr}{L} \qquad (2)$$

Para la capa de radio r y espesor dr, entonces:

$$\tau = \int_0^A \frac{2\pi\theta M r^3}{L} dr = \frac{2\pi\theta M}{L}\frac{r^3}{4} \quad |_0^R$$

O bien para L, es decir la barra

$$\tau = \frac{\pi R^4 M\theta}{2L} \qquad (3)$$

Análogamente a la Ley de Hooke $F = Kx$, tenemos:

$$\tau = k\theta \qquad (4)$$

De (3) y (4) se sigue que:

$$k = \frac{\pi R^4 M}{2L} \quad o \quad M = \frac{2kL}{\pi R^4}$$

Y de la teoría del péndulo torsioal tenemos:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{K}} \quad o \quad k = \frac{4\pi^2 I}{T^2}$$

Para θ pequeño, donde I es el momento de inercia para el cuerpo suspendido.