



Resumen de Ecuaciones

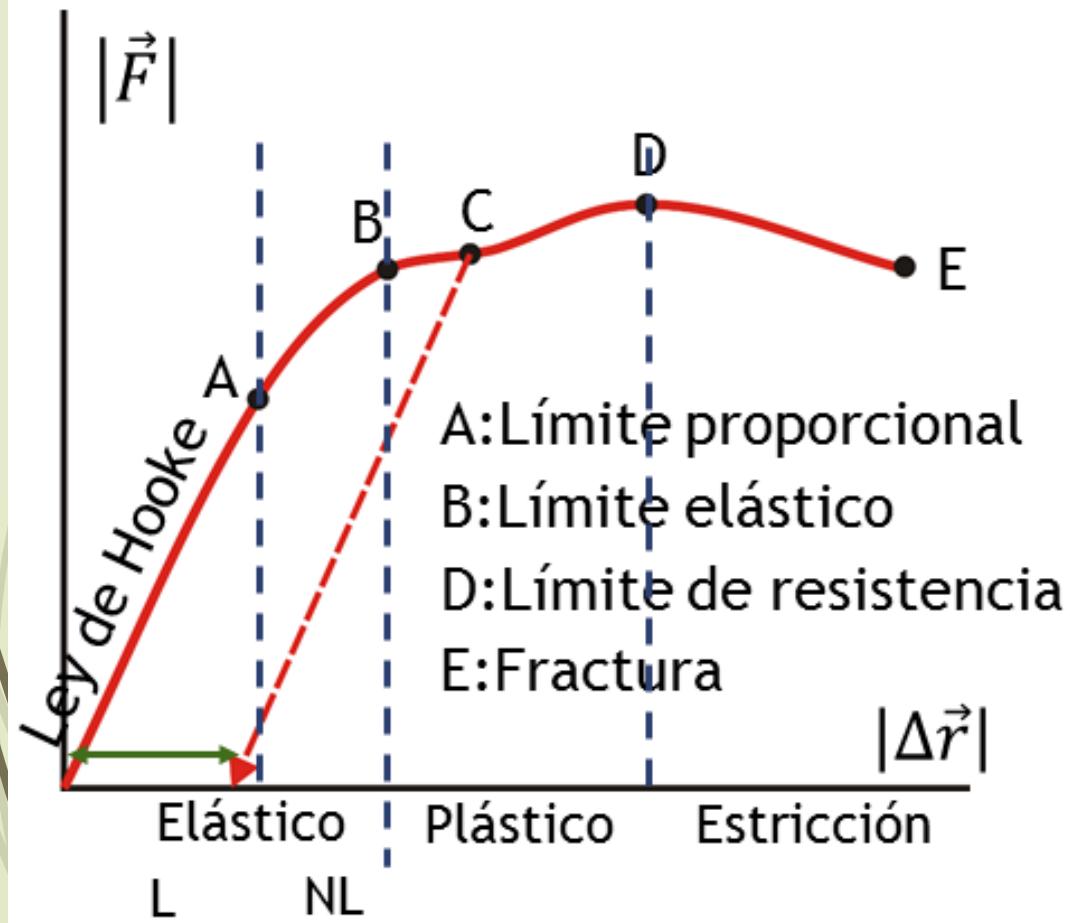
Capítulo 5: Propiedades de los Materiales

Elasticidad

Ley de Hooke

$$F = k \Delta L$$

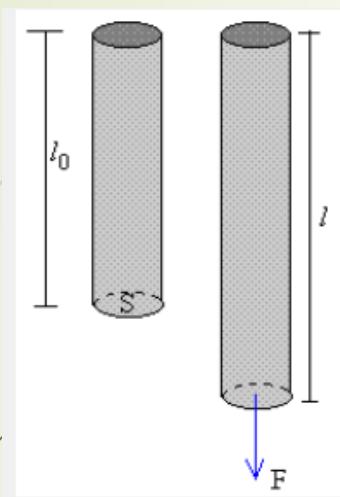
donde k es la constante elástica del material.



ELASTICIDAD: Propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores.



Deformación



Deformación Unitaria (ε), se puede definir como la relación existente entre la **deformación total** (Δl) y la longitud inicial del elemento (l_0), la cual permitirá determinar la deformación del elemento sometido a esfuerzos de tensión o compresión axial.

$$\text{Deformación} = \boxed{\Delta l = l - l_0}$$

$$\text{Deformación unitaria} = \boxed{\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}}$$

Sin dimensiones

l_0 =longitud cuerpo inicial

l = longitud del cuerpo final

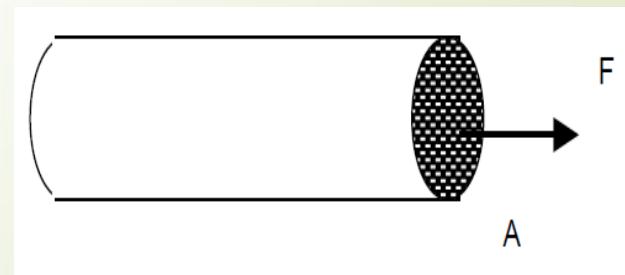
$$\boxed{l = l_0 + \Delta l}$$

Esfuerzo, σ

Para estudiar la reacción de los materiales a las fuerzas externas que se les aplican, se utiliza el concepto de esfuerzo

$$\text{Esfuerzo} = \boxed{\sigma = \frac{F}{A}} ; \quad [\sigma] = \frac{N}{m^2}$$

Unidades en SI



Módulo de Young

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{\Delta l/l_0}$$

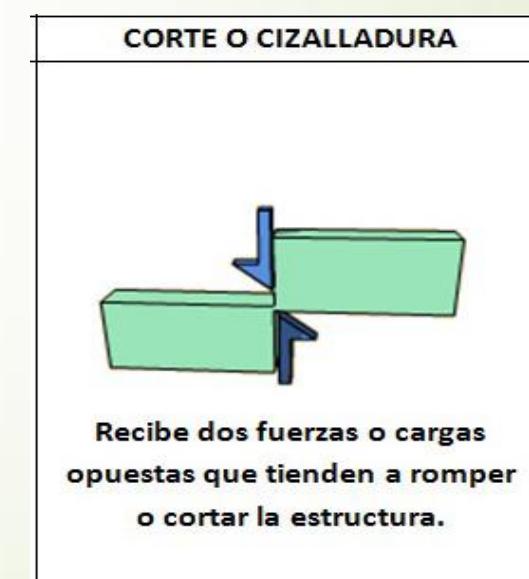
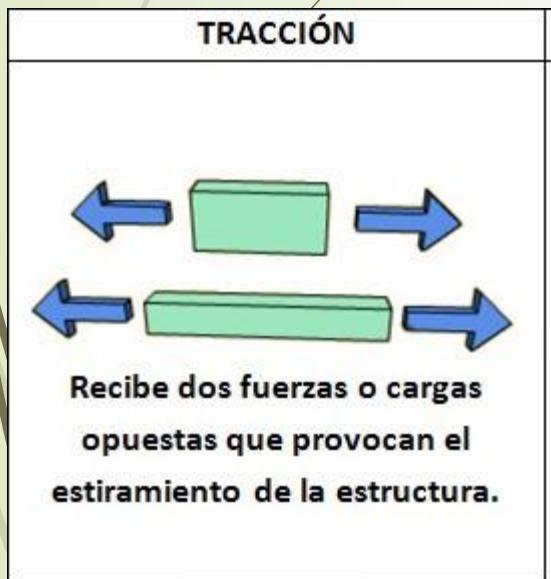
$$F = \frac{EA}{l_0} \Delta l$$

$$\Delta l = \frac{1}{E A} F l_0$$

$$\text{Ley de Hooke } F = k \Delta l$$

$$k = \frac{EA}{l_0}$$

Tipos de Esfuerzo



$$\Delta l = \frac{1}{G A} F l_0$$

Módulo de Corte

$$\Delta l = \frac{1}{E A} F l_0$$

Cambio de volumen

$$\Delta V = -\frac{1}{B} V_0 \Delta P$$

Módulo volumétrico

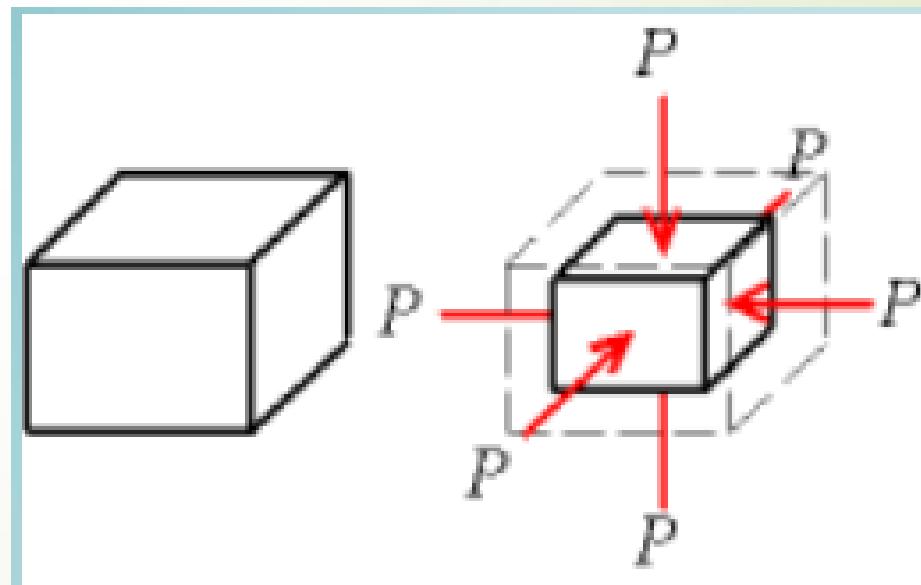
$$B = -\frac{\Delta P}{\Delta V/V_0}$$

Unidades en el SI

$$[B] = \frac{N}{m^2}$$

Si un objeto está sometido a fuerzas hacia adentro por todos lados, su volumen disminuirá.

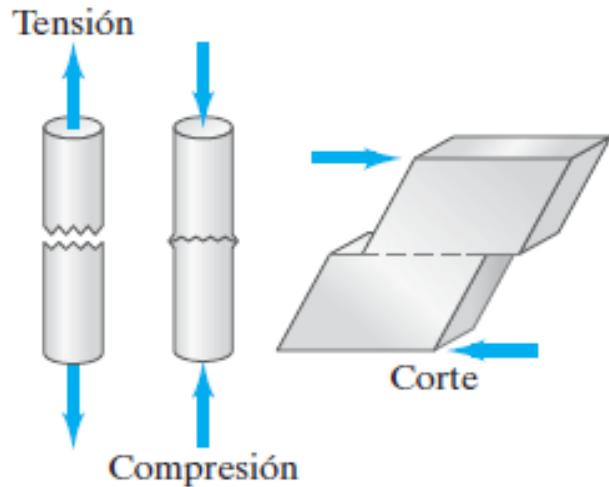
El signo menos significa que el volumen *disminuye* si la presión aumenta.



Material	Módulo de Young, <i>E</i> (N/m ²)	Módulo de corte, <i>G</i> (N/m ²)	Módulo volumétrico, <i>B</i> (N/m ²)
<i>Sólidos</i>			
Hierro colado	100×10^9	40×10^9	90×10^9
Acero	200×10^9	80×10^9	140×10^9
Bronce	100×10^9	35×10^9	80×10^9
Aluminio	70×10^9	25×10^9	70×10^9
Concreto	20×10^9		
Ladrillo	14×10^9		
Mármol	50×10^9		70×10^9
Granito	45×10^9		45×10^9
Madera (pino)	(paralelo al grano)	10×10^9	
	(perpendicular al grano)	1×10^9	
Nylon	5×10^9		
Hueso (extremidad)	15×10^9	80×10^9	
<i>Líquidos</i>			
Agua			2.0×10^9
Alcohol (etílico)			1.0×10^9
Mercurio			2.5×10^9
<i>Gases[†]</i>			
Aire, H ₂ , He, CO ₂			1.01×10^5

Fractura:

Si el **esfuerzo** es muy grande, el objeto se fracturará.



Fractura como resultado de los tres tipos de esfuerzos.

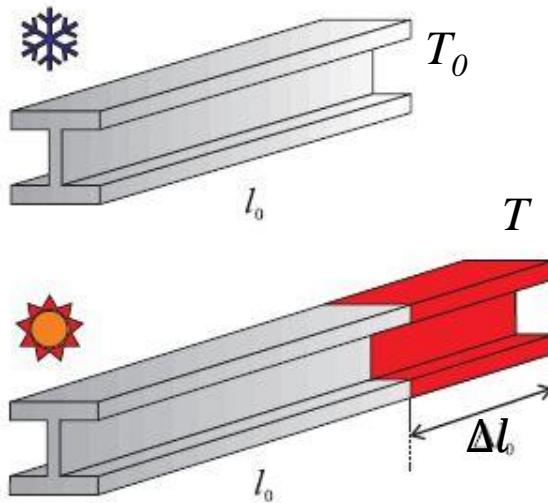
Al diseñar una estructura, para evitar la rotura se considera el factor de seguridad que va de **1/3** a **1/10** de la resistencia a la rotura.

Material	Resistencia a tensión (N/m ²)	Resistencia a la compresión (N/m ²)	Resistencia al corte (N/m ²)
Hierro colado	170×10^6	550×10^6	170×10^6
Acero	500×10^6	500×10^6	250×10^6
Bronce	250×10^6	250×10^6	200×10^6
Aluminio	200×10^6	200×10^6	200×10^6
Concreto	2×10^6	20×10^6	2×10^6
Ladrillo		35×10^6	
Mármol		80×10^6	
Granito		170×10^6	
Madera (pino)	40×10^6	35×10^6	5×10^6
	(paralelo al grano)	10×10^6	
Nylon	500×10^6		
Hueso (extremidad)	130×10^6	170×10^6	

Dilatación Térmica

Si ΔT es positivo entonces la **longitud aumenta** (se dilata).

ΔT es negativo entonces la **longitud disminuye** (se contrae).

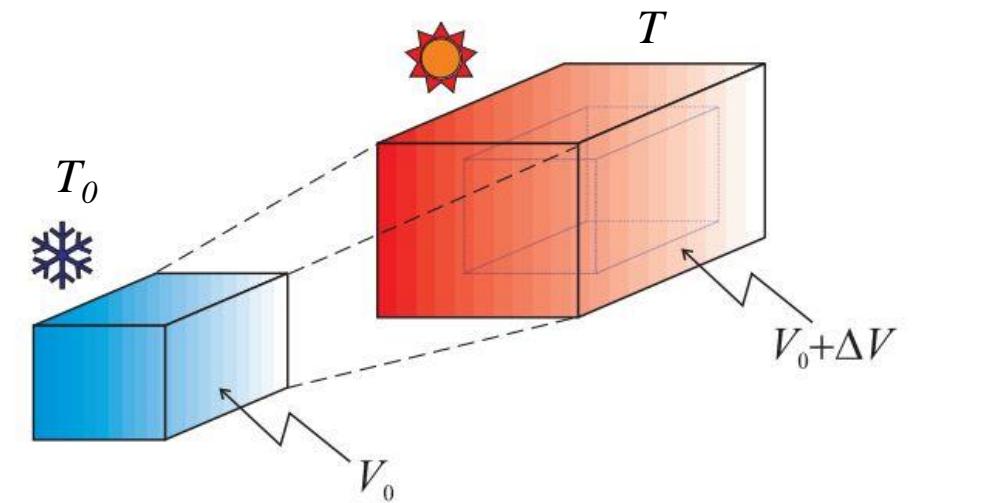


$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \quad \rightarrow \quad \Delta T = T - T_0$$

$$l = l_0(1 + \alpha \Delta T)$$

α es el coeficiente de expansión lineal

$$[\alpha] = \frac{1}{^{\circ}C} = ^{\circ}C^{-1}$$



$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$V = V_0(1 + \beta \Delta T)$$

β es el coeficiente de expansión volumétrica

$$[\beta] = \frac{1}{^{\circ}C} = ^{\circ}C^{-1}$$

Coeficiente de expansión Térmica cerca de los 20°C

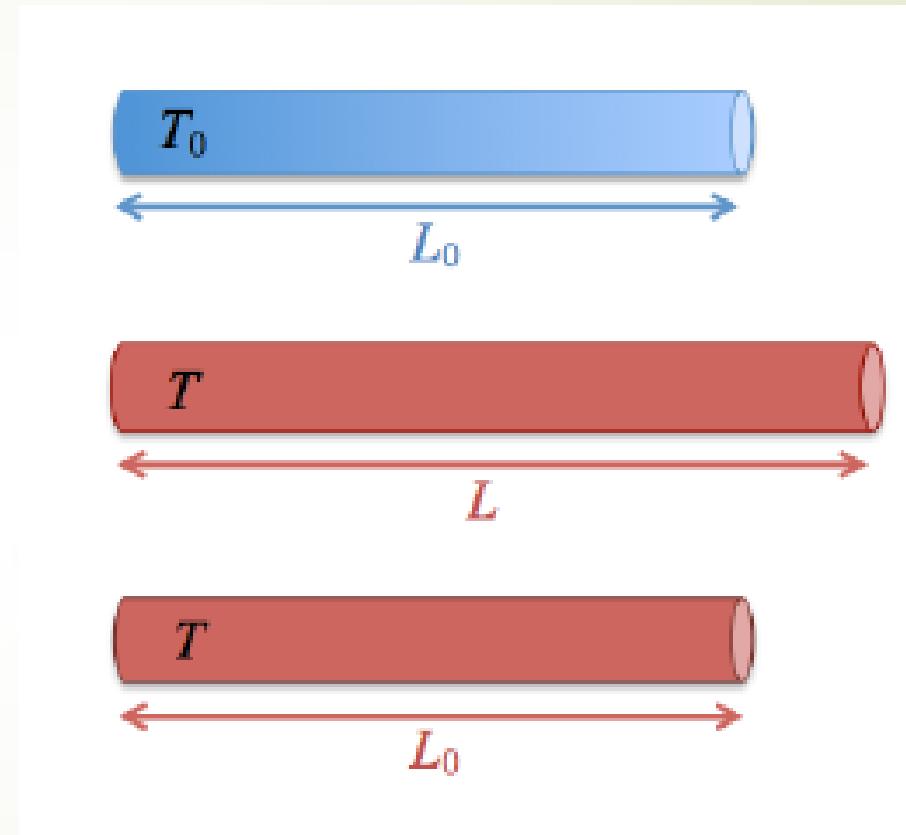
Material	Coeficiente de expansión lineal, α ($^{\circ}\text{C}$) $^{-1}$	Coeficiente de expansión volumétrica, β ($^{\circ}\text{C}$) $^{-1}$
<i>Sólidos</i>		
Aluminio	25×10^{-6}	75×10^{-6}
Latón	19×10^{-6}	56×10^{-6}
Cobre	17×10^{-6}	50×10^{-6}
Oro	14×10^{-6}	42×10^{-6}
Hierro o acero	12×10^{-6}	35×10^{-6}
Plomo	29×10^{-6}	87×10^{-6}
Vidrio (Pyrex®)	3×10^{-6}	9×10^{-6}
Vidrio (ordinario)	9×10^{-6}	27×10^{-6}
Cuarzo	0.4×10^{-6}	1×10^{-6}
Concreto y ladrillo	$\approx 12 \times 10^{-6}$	$\approx 36 \times 10^{-6}$
Mármol	$1.4\text{--}3.5 \times 10^{-6}$	$4\text{--}10 \times 10^{-6}$
<i>Líquidos</i>		
Gasolina		950×10^{-6}
Mercurio		180×10^{-6}
Alcohol etílico		1100×10^{-6}
Glicerina		500×10^{-6}
Agua		210×10^{-6}
<i>Gases</i>		
Aire (y la mayoría de otros gases a presión atmosférica)		3400×10^{-6}

Esfuerzos Térmicos

$$\frac{F}{A} = \alpha E \Delta T$$

La fuerza que se requiere para mantener el material de su dilatación

$$F = \alpha E \Delta T A$$



Conversión de Temperatura

De Kelvin a Celsius★ $C = K - 273.15$	De Kelvin a Fahrenheit $F = \frac{9(K - 273.15)}{5} + 32$
De Fahrenheit a Celsius $C = \frac{5(F - 32)}{9}$	De Fahrenheit a Kelvin $K = \frac{5(F - 32)}{9} + 273.15$
De Celsius a Kelvin $K = C + 273.15$	De Celsius a Fahrenheit $F = \frac{9C}{5} + 32$

★Grados Celsius= grados centígrados