

# Elasticidad

Biomecánica VII

Dra. Patricia Pérez S.

---

# Elasticidad

Elasticidad es la propiedad de un objeto o material que provoca su restauración a su forma original después de la distorsión. Mientras más elástico un objeto se restaura más precisamente a su configuración original. Una banda de goma es fácil de elongar, y vuelve más o menos a su longitud original cuando es liberada pero no es tan elástica como una cuerda de piano. La cuerda de piano es difícil de elongar, pero podría decirse que es más elástica que la banda de goma porque tiene más precisión en el retorno a su forma original.

A resorte es un ejemplo de un objeto elástico, cuando se elonga, ejerce una fuerza restauradora que tiende a volverlo a su longitud original. Esta fuerza restauradora es generalmente proporcional a la cantidad de elongación, como es descrito por la ley de Hooke.

Para alambres o columnas, la elasticidad es generalmente descrita en términos de cantidad de deformación (strain) resultando un stress dado (Módulo de Young). Las propiedades de volumen elástico de materiales describen la respuesta de los materiales a los cambios de presión

# Elasticidad: Esfuerzo y deformación unitaria

La ley de Hooke dice que la fuerza necesaria para elongar un cuerpo elástico es proporcional al cambio en longitud multiplicada por la propiedad elástica del cuerpo.

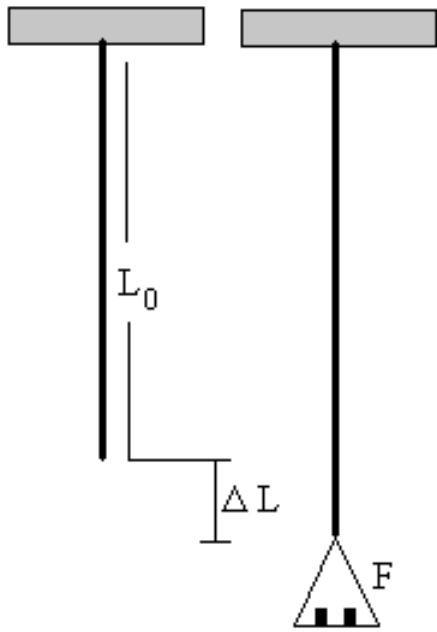
- Ley de Hooke:

$$F = k \Delta L$$

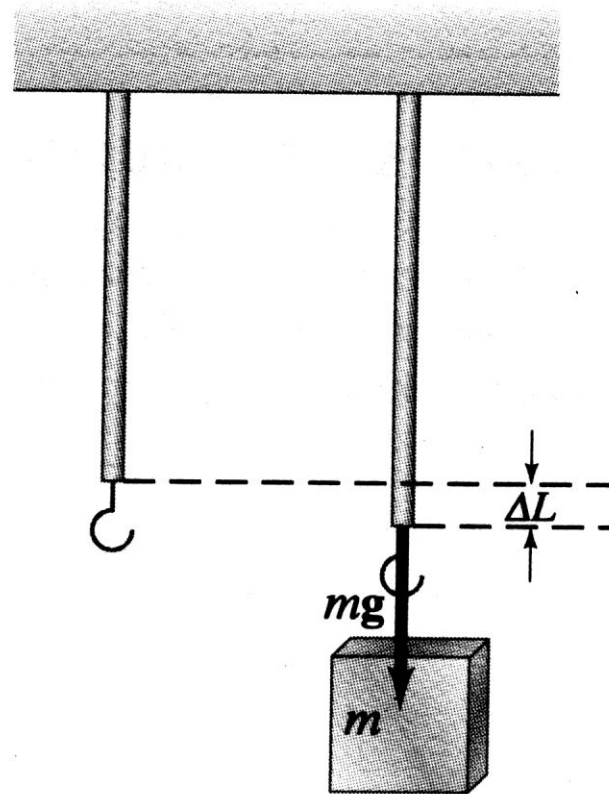
F = Fuerza

Delta L: Cambio longitud

k



*Ley de Hooke (de nuevo)*



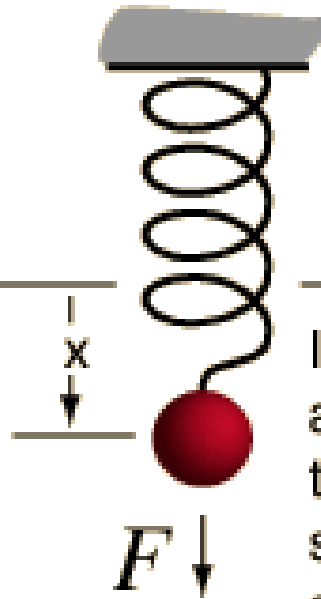
**FIGURA 9-19** Ley de Hooke:  $\Delta L \propto$  fuerza aplicada.



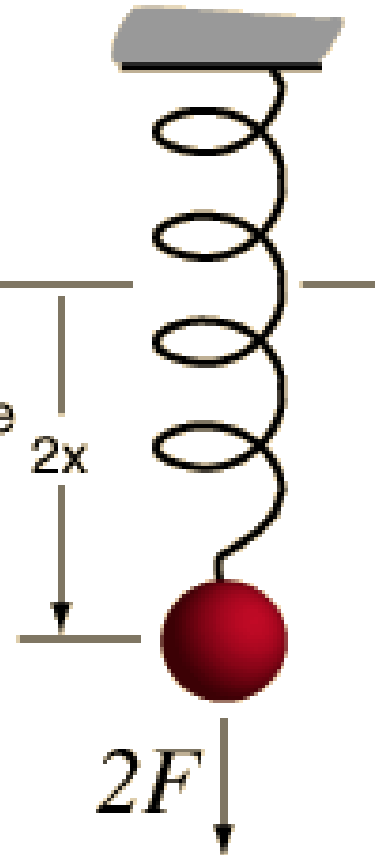
Hooke's Law:

$$F_{spring} = -kx$$

Spring constant  $k$

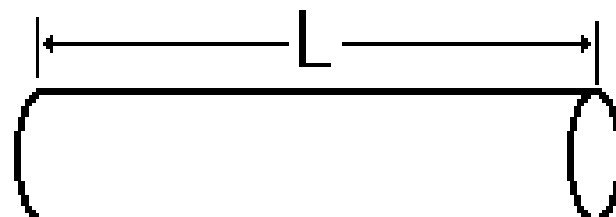


It takes twice as much force to stretch a spring twice as far.



- Stress: Carga o fuerza por unidad de área que se desarrolla sobre una superficie plana dentro de un estructura en respuesta a las cargas aplicadas externamente.  $\text{N/cm}^2$  ,  $\text{N/m}^2$  , Pa.
- Strain: Porcentaje de cambio respecto al tamaño inicial (cambio en dimensión) que se desarrolla dentro de una estructura en respuesta a las cargas externamente aplicadas.

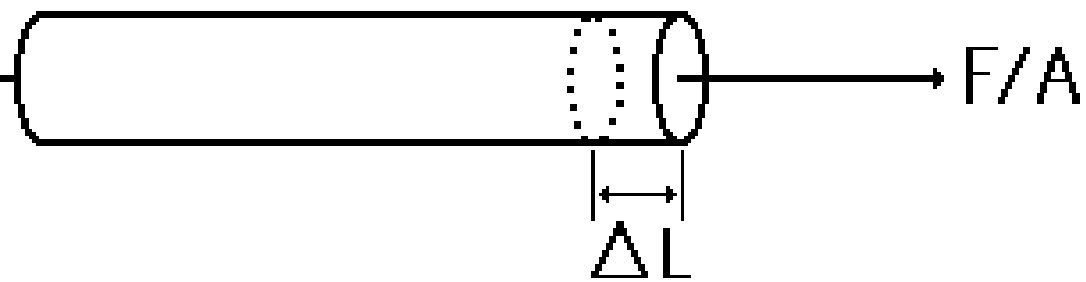
Strain  
 $\Delta L/L$



Young's modulus

$$E = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

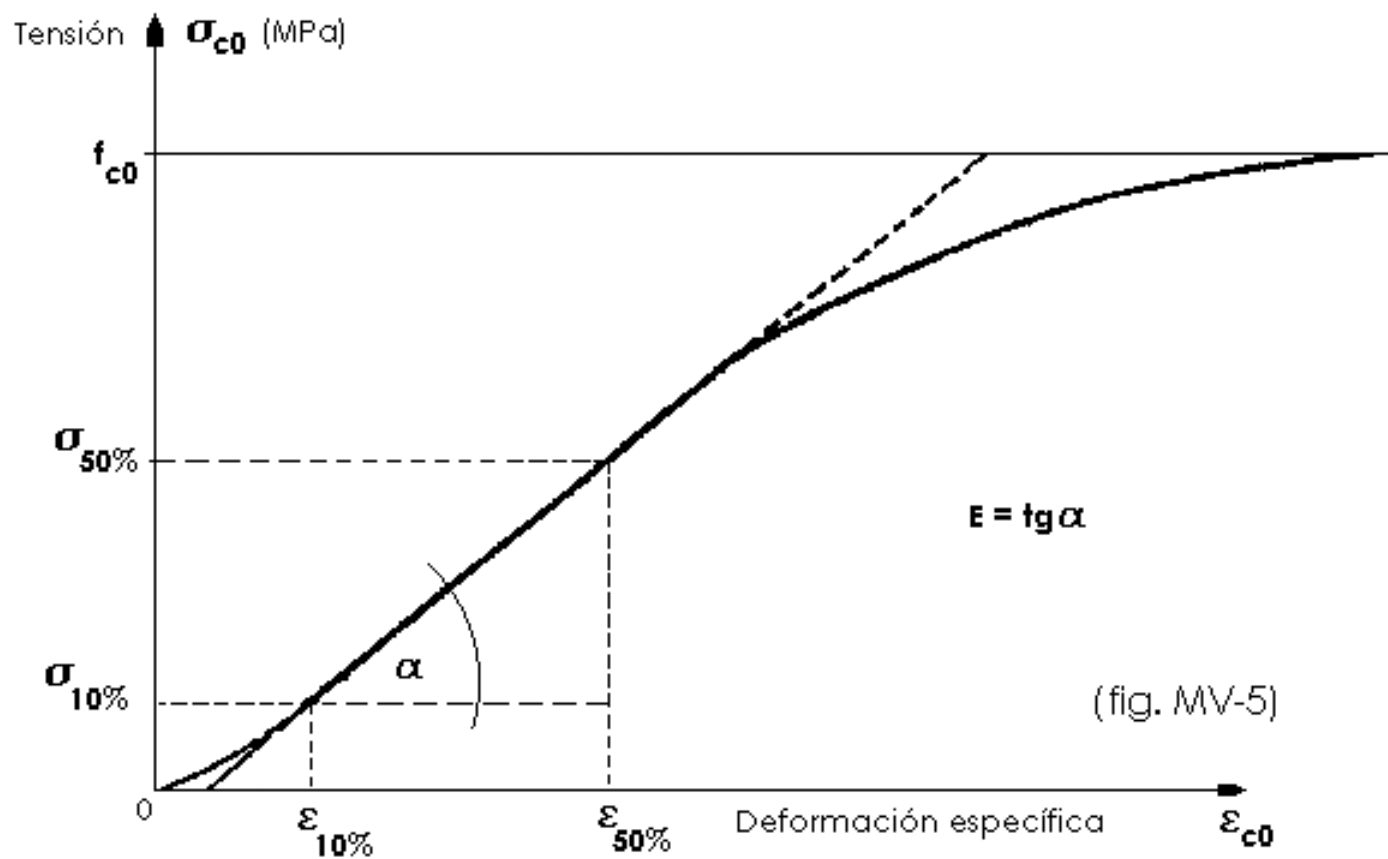
Stress  
 $F/A$

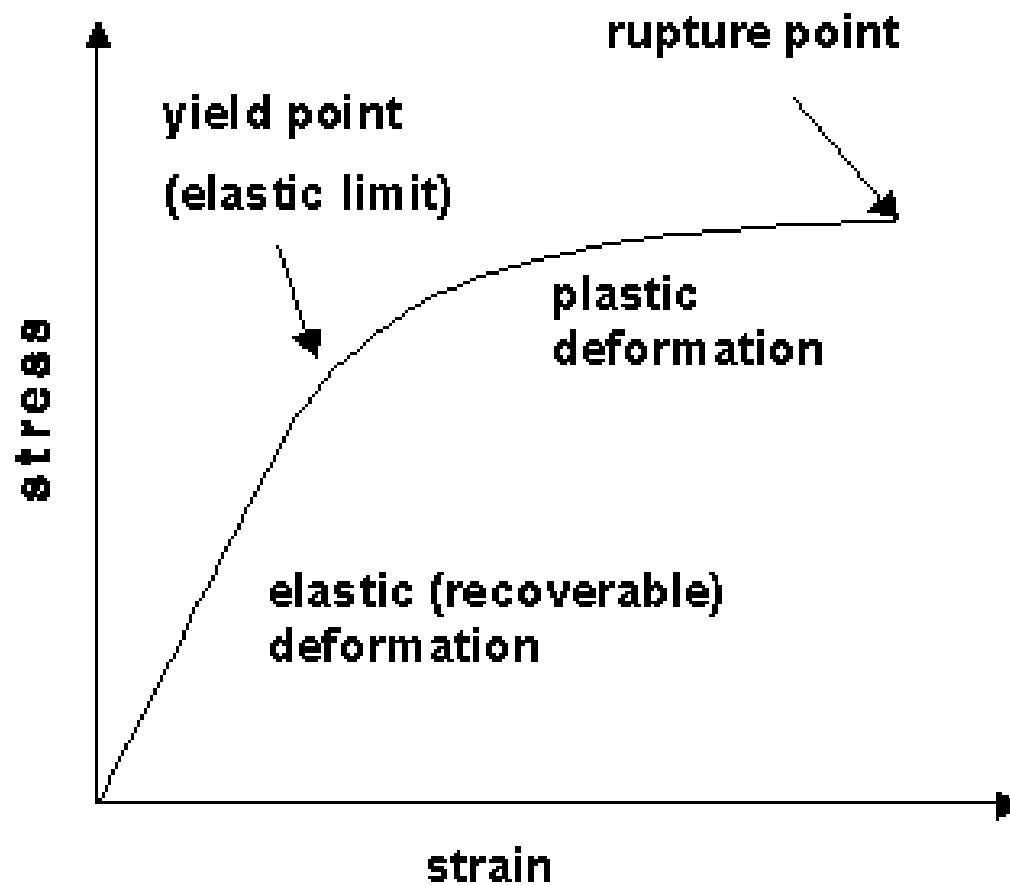




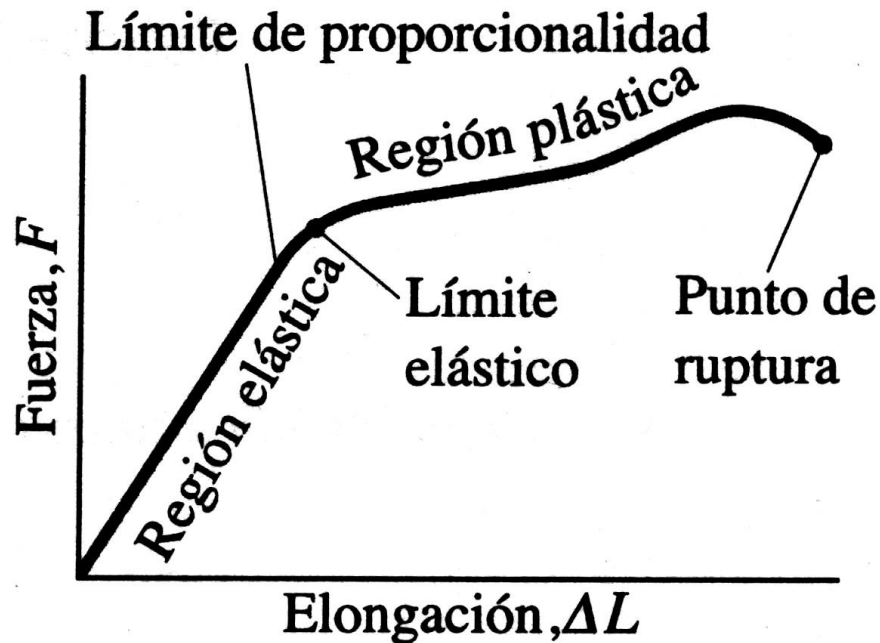
# Tipos de strain

- Strain linear :  $d l/l$
- Strain de cizalle: cambio angular en radianes.





**FIGURA 9-20** Fuerza aplicada en función del alargamiento para un metal característico bajo tensión.



*Módulo de Young*

<b>Metal</b>	<b>Módulo de Young, <math>Y \cdot 10^{10}</math> N/m<sup>2</sup></b>
Cobre estirado en frío	12.7
Cobre, fundición	8.2
Cobre laminado	10.8
Aluminio	6.3-7.0
Acero al carbono	19.5-20.5
Acero aleado	20.6
Acero, fundición	17.0
Cinc laminado	8.2
Latón estirado en frío	8.9-9.7

# Parámetros determinantes de la fuerza de una estructura

- La carga de la estructura antes de fallar : Fuerza máxima
- La deformación que puede resistir antes de fallar.
- La energía que puede almacenar antes de fallar: Area bajo la curva.
- La rigidez de la estructura está dada por la inclinación de la curva en la región elástica.

**TABLA 9-1 Módulos de elasticidad**

<b>Material</b>	<b>Módulo de elasticidad, <math>E</math> (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo de corte, <math>G</math> (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo de volumen, <math>B</math> (N/m<sup>2</sup>)</b>
<i>Sólidos</i>			
Hierro colado	$100 \times 10^9$	$40 \times 10^9$	$90 \times 10^9$
Acero	$200 \times 10^9$	$80 \times 10^9$	$140 \times 10^9$
Latón	$100 \times 10^9$	$35 \times 10^9$	$80 \times 10^9$
Aluminio	$70 \times 10^9$	$25 \times 10^9$	$70 \times 10^9$
Concreto	$20 \times 10^9$		
Tabique	$14 \times 10^9$		
Mármol	$50 \times 10^9$		$70 \times 10^9$
Granito	$45 \times 10^9$		$45 \times 10^9$
Madera, pino			
(paralela al hilo)	$10 \times 10^9$		
(perpendicular al hilo)	$1 \times 10^9$		
Nailon	$5 \times 10^9$		
Hueso de extremidades	$15 \times 10^9$	$80 \times 10^9$	
<i>Líquidos</i>			
Agua			$2.0 \times 10^9$
Alcohol etílico			$1.0 \times 10^9$
Mercurio			$2.5 \times 10^9$
<i>Gases*</i>			
Aire, H <sub>2</sub> , He, CO <sub>2</sub>			$1.01 \times 10^5$

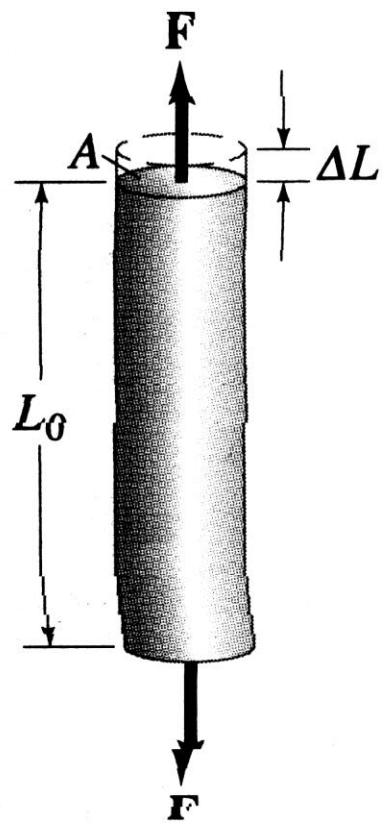
**TABLA 9-2 Resistencias máximas de algunos materiales  
(fuerza/área)**

<b>Material</b>	<b>Resistencia de tensión (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia de compresión (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia de corte (N/m<sup>2</sup>)</b>
Hierro fundido	$170 \times 10^6$	$550 \times 10^6$	$170 \times 10^6$
Acero	$500 \times 10^6$	$500 \times 10^6$	$250 \times 10^6$
Latón	$250 \times 10^6$	$250 \times 10^6$	$200 \times 10^6$
Aluminio	$200 \times 10^6$	$200 \times 10^6$	$200 \times 10^6$
Concreto	$2 \times 10^6$	$20 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
Ladrillo		$35 \times 10^6$	
Mármol		$80 \times 10^6$	
Granito		$170 \times 10^6$	
Madera (pino)			
(paralela al grano)	$40 \times 10^6$	$35 \times 10^6$	$5 \times 10^6$
(Perpendicular al grano)		$10 \times 10^6$	
Nailon	$500 \times 10^6$		
Hueso (de algún miembro)	$130 \times 10^6$	$170 \times 10^6$	



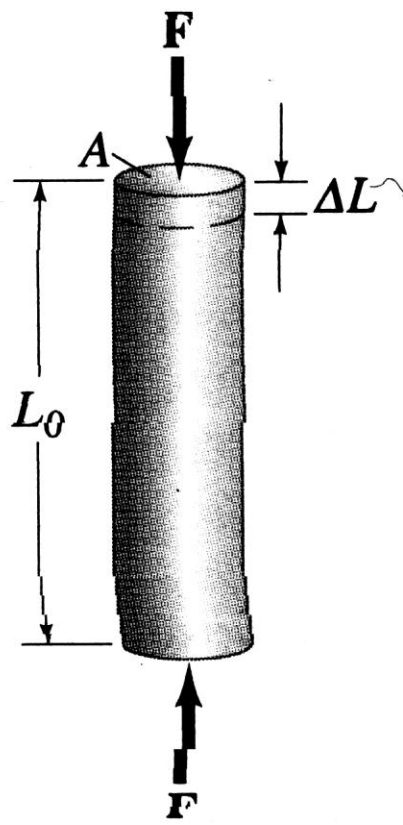
Propiedades elásticas

<b>Material</b>	<b>Densidad (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Módulo de Young 10<sup>9</sup> N/m<sup>2</sup></b>	<b>Fuerza máxima S<sub>u</sub> 10<sup>6</sup> N/m<sup>2</sup></b>	<b>Punto de cedencia S<sub>y</sub> 10<sup>6</sup> N/m<sup>2</sup></b>
<b>Steel<sup>a</sup></b>	<b>7860</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>250</b>
<b>Aluminum</b>	<b>2710</b>	<b>70</b>	<b>110</b>	<b>95</b>
<b>Glass</b>	<b>2190</b>	<b>65</b>	<b>50<sup>b</sup></b>	<b>...</b>
<b>Concrete<sup>c</sup></b>	<b>2320</b>	<b>30</b>	<b>40<sup>b</sup></b>	<b>...</b>
<b>Wood<sup>d</sup></b>	<b>525</b>	<b>13</b>	<b>50<sup>b</sup></b>	<b>...</b>
<b>Bone</b>	<b>1900</b>	<b>9<sup>b</sup></b>	<b>170<sup>b</sup></b>	<b>...</b>
<b>Polystyrene</b>	<b>1050</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>...</b>



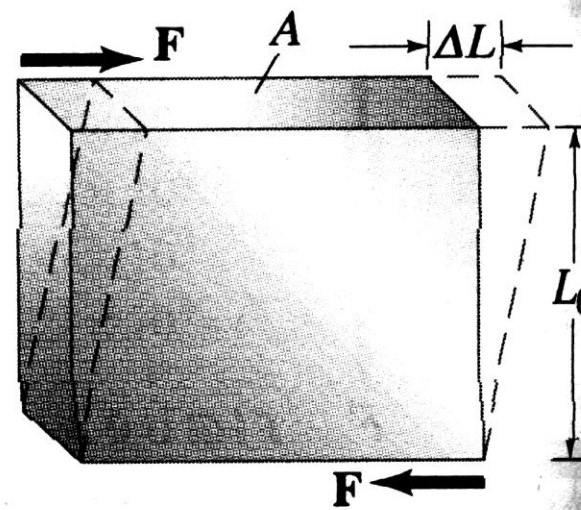
Tensión

(a)



Compresión

(b)



Cortante

(c)

res tipos