

## 8. Ensayos con materiales

Los materiales de interés tecnológico se someten a una variedad de ensayos para conocer sus propiedades. Se simulan las condiciones de trabajo real y su estudio su aplicación.

Según la **rigurosidad** del ensayo, pueden ser:

- a) **Ensayos científicos:** De gran precisión, fidelidad y sensibilidad. Tratan de extraer valores de ciertas magnitudes físicas. Ej: densidad.
- b) **Ensayos tecnológicos:** Se utilizan para comprobar si las propiedades de un determinado material son adecuadas para una cierta utilidad. Son rápidos y simples.

Según la **naturaleza** del ensayo...

- a) **Ensayos químicos:** Para conocer la composición química (cualitativa y cuantitativa) así como su comportamiento ante agentes químicos.
- b) **Ensayos físicos:** Se trata de determinar propiedades físicas (densidad, conductividad eléctrica, ...)
- c) **Ensayos metalográficos:** Consiste en analizar la estructura interna del material al microscopio.
- d) **Ensayos mecánicos:** Determina la resistencia y elasticidad material cuando se somete a diferentes esfuerzos (tracción, compresión, flexión,...)

Según la **utilidad** de la pieza

- a) **Ensayos destructivos:** Los materiales sometidos a ensayo sufren rotura o daño en su estructura.
- b) **Ensayos no destructivos:** No se daña la estructura ni sufre deformación, aunque se analizan los defectos que puedan ocasionarse.

## 9. Deformación elástica y plástica

Un material sometido a una tensión (fuerza) produce una deformación del mismo. Si al cesar la fuerza el material vuelve a sus dimensiones primitivas, diremos que ha experimentado una **deformación elástica**. Si la deformación es tal que no recupera por completo sus medidas originales es una **deformación plástica**.

## 10. Ensayo de tracción

### a) Esfuerzo y deformación.

El ensayo de tracción es uno de los más importantes para determinar las propiedades mecánicas de los materiales.

El ensayo consiste en someter una pieza de forma cilíndrica o prismática de dimensiones normalizadas (estándar) a un esfuerzo de tracción continuo (tendencia a estirar el material). Esta pieza se llama **probeta**.



Consideremos una probeta de longitud  $l_0$  y una sección  $A_0$  sometida a una fuerza  $F$  normal de tracción (perpendicular a la sección de la probeta). Se define **esfuerzo** o **tensión** ( $\sigma$ ) como la fuerza aplicada a la probeta por unidad de sección transversal  $A_0$ .

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Sus unidades en el Sistema Internacional son  $\frac{N}{m^2}$  = pascal

Supongamos que durante el ensayo la varilla se alargó una longitud  $\Delta l$

$$\Delta l = l - l_0$$

siendo  $l$  = longitud final de la probeta  
y  $l_0$  = longitud inicial de la probeta

Definimos deformación o alargamiento unitario ( $\epsilon$ ) de la probeta como el cociente entre el cambio de longitud o alargamiento experimentado y su longitud inicial.

$$\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

No tiene unidades

A veces se utiliza el porcentaje de alargamiento.

$$\% \text{ deformación} = \epsilon (\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100$$

Análisis de un diagrama de deformación

Supongamos una probeta sometida a tracción cuyos resultados se representan en

una gráfica. En abscisas la elongación o alargamiento ( $\Delta l$ ) y en ordenadas la fuerza aplicada ( $F$ ) que provoca la deformación.

Cada material tiene una gráfica distinta porque su comportamiento es distinto. En general hay dos zonas

- En la primera la deformación es proporcional a la tensión de tracción.
- En la segunda, a pequeñas variaciones de tensión se producen grandes deformaciones.

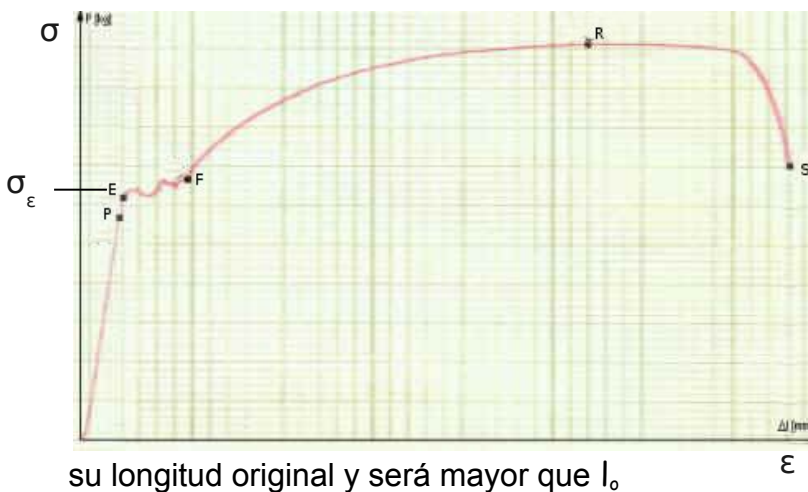
Esta información es útil, pero no es práctica y se utilizan otras magnitudes.

En abscisas, la deformación es  $\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$

En ordenadas, al tensión o esfuerzo  $\sigma = \frac{F}{A_0}$

siendo  $A_0$  la sección de la probeta en  $\text{cm}^2$  y  $\sigma$  la tensión en la sección transversal en  $\text{kp/cm}^2$

Un material presenta dos zonas en cuanto a su comportamiento ante un esfuerzo de tracción:



1. **Zona elástica (OE):** Se caracteriza porque al cesar las tensiones aplicadas, los materiales recuperan su longitud inicial ( $l_0$ )

2. **Zona plástica (ES):** Se ha rebasado la tensión del límite elástico y, aunque dejemos de aplicar tensiones de  $\sigma_\epsilon$  tracción, el material ya no recupera su

su longitud original y será mayor que  $l_0$

En la zona elástica (OE) hay, a su vez, dos zonas:

1. **Zona de proporcionalidad (OP):** En la gráfica es una línea recta, es decir, el alargamiento unitario ( $\epsilon$ ) es proporcional a la tensión ejercida ( $\sigma$ ).

$$\sigma = \text{constante} \cdot \epsilon$$

La constante se representa por la letra  $E$  y se llama módulo de elasticidad

longitudinal o módulo de Young. En el sistema internacional, sus unidades son  $\frac{N}{m^2}$

- 2. Zona no proporcional (PE):** El material se comporta de forma elástica, pero no existe una relación proporcional entre tensión y deformación.

En la zona plástica (BE) hay, a su vez, otras dos zonas:

- 1. Zona de deformación plástica uniforme o zona de límite de rotura (ER):** Se consiguen grandes alargamientos con un pequeño incremento de la tensión. En el punto R existe el límite de rotura y la tensión en ese punto se llama tensión de rotura ( $\sigma_R$ ). A partir de este punto, la probeta se considera rota, aunque físicamente no lo esté. Visita el siguiente [enlace](#)
- 2. Zona de rotura o zona de estricción o zona de deformación plástica localizada (RS):** Las deformaciones son localizadas y, aunque disminuya la tensión, el material se deforma hasta la rotura. En el punto D, la probeta se ha fracturado. La sección de la probeta se reduce drásticamente.

Esta curva varía de un material a otro, e incluso, otros materiales presentan curvas distintas (acero).

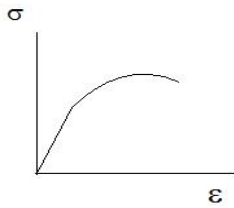
En el acero existe una zona por encima del límite elástico en el que se da una deformación apreciable sin que varíe la tensión aplicada. Este fenómeno es la **fluencia** y el punto donde comienza a manifestarse el fenómeno es la **tensión de fluencia**. Zona (EF).

Una vez definida la curva de tracción, veamos algunas definiciones

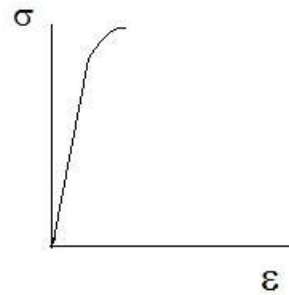
- a) Límite de elasticidad o límite elástico ( $\sigma_E$ ):** La tensión a partir de la cual las deformaciones dejan de ser reversibles, es decir, la probeta no recuperará su forma inicial.
- b) Límite de rotura o tensión de rotura ( $\sigma_R$ ):** Máximo valor de la tensión observable en un diagrama tensión-deformación. Esta es la máxima tensión que soporta la probeta.
- c) Módulo de Young (E):** Constante que representa la relación entre la tensión y la deformación en la zona proporcional. También se le llama módulo de elasticidad.
- d) Límite de proporcionalidad ( $\sigma_P$ ):** La tensión a partir de la cual deja de cumplirse la relación proporcional entre tensión y deformación y, por lo tanto, se deja de cumplir la ley de Hooke.
- e) Límite de fluencia ( $\sigma_F$ ):** valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la fluencia

f) **Estricción:** es la reducción de la sección que se produce en la zona de la rotura

Curvas para un material dúctil y de poca resistencia y otro de alta resistencia , pero frágil:



La tensión máxima es en este caso menor , luego tiene menor resistencia. El alargamiento en este caso es mucho mayor que en el segundo, luego es más dúctil.



Material más resistente y más frágil.

## b) La ley de Hooke

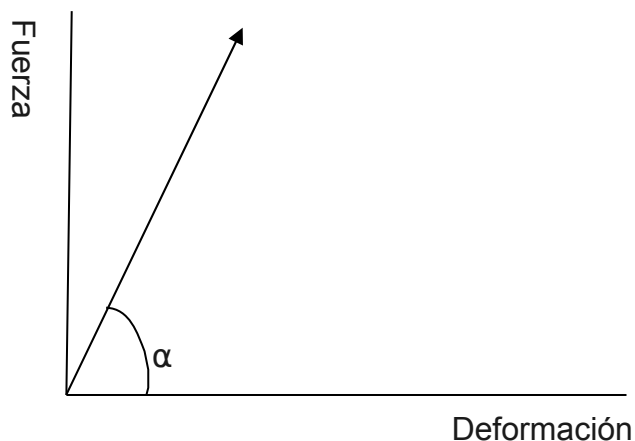
Se aplica en ensayos de tracción y con carácter general se enuncia así:

"Las deformaciones producidas en un elemento resistente son proporcionales a las fuerzas que lo producen".

$$\frac{\text{Fuerza}}{\text{Deformación}} = \text{constante} = \text{tg } \alpha$$

La fuerza es de tracción (F) y la deformación  $\Delta l = l - l_0$ .

La constante se representa por  $K = \text{tg } \alpha$



Unidades:

F = En el sistema internacional Newton (N), también se elige kilopondio (Kp)

$\Delta l$  = En el sistema internacional Metros (m), también se elige cm o mm

K en el Sistema Internacional N/m , también se elige Kp/cm o Kp/mm

En realidad se emplea el diagrama  $\sigma - \epsilon$

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = \text{constante} = E$$

siendo E el módulo de Young o módulo elástico, que representa la pendiente de la recta  $\sigma - \epsilon$

E : Unidades en el sistema internacional  $\frac{N}{m^2}$ , otras son  $\frac{Kp}{cm^2}$  o  $\frac{Kp}{mm^2}$

$\sigma$  : Unidades en el sistema internacional  $\frac{N}{m^2}$ , otras son  $\frac{Kp}{cm^2}$  o  $\frac{Kp}{mm^2}$

$\epsilon$  : no tiene unidades (adimensional)

Por ello, redefinimos la ley de Hooke

Los alargamientos unitarios (deformaciones) ( $\epsilon$ ) son proporcionales a la tensión que los producen ( $\sigma$ ), siendo la constante de proporcionalidad el módulo elástico (E)

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = E$$

### c) Tensión máxima de trabajo

Es el límite de carga al que podemos someter una pieza o elemento simple de una estructura. Se representa por ( $\sigma_t$ )

Hasta que la tensión no alcanza ( $\sigma_t$ ) podemos asegurar

- Que el elemento no padecerá deformaciones plásticas
- Que cumplirá la ley de Hooke
- Que ofrecerá un margen de seguridad ante la posibilidad de que aparezcan fuerzas imprevistas.

