

Ejercicio 2

Ensayo de Tensión –

Ensayo de Compresión

Teoría

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA

SEMESTRE 2021 - I



Índice

- Definición de esfuerzo
- Ensayo de tensión
- Ensayo de compresión
- Curva esfuerzo-deformación ingenieril
- Curva esfuerzo-deformación real
- Comparación de curvas esfuerzo-deformación
- Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión

Definición de esfuerzo

¿Qué es un esfuerzo?

¿Qué es un esfuerzo de tensión o compresión?

¿Cómo se cuantifica la resistencia de un material ante un esfuerzo?

Definición de esfuerzo

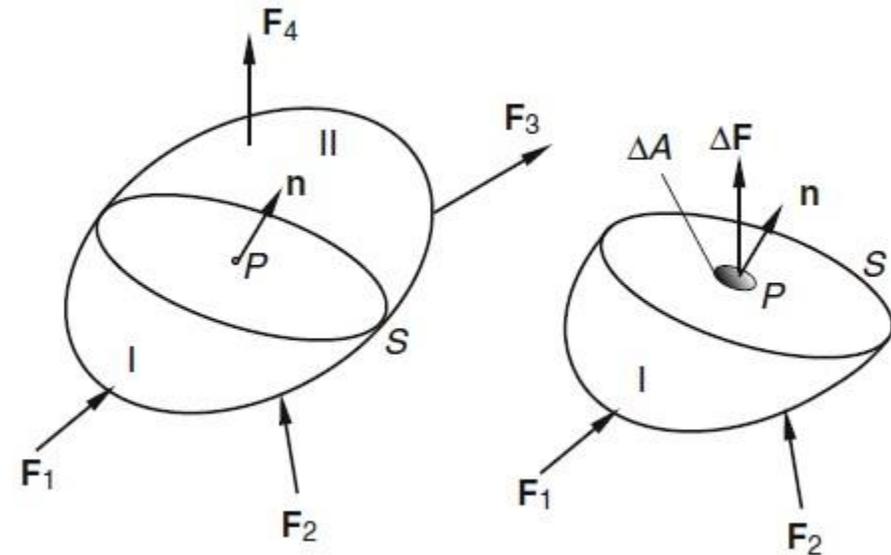
Consideré un cuerpo arbitrario, en donde un plano S pasa a través de un punto interno P con un vector normal al plano n .

Ahora bien considere que sobre el plano S , actúa una fuerza resultante ΔF , sobre un área pequeña ΔA que contiene al punto P .

Se define entonces **el esfuerzo** en el punto P del plano S , como:

$$\tau_n = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

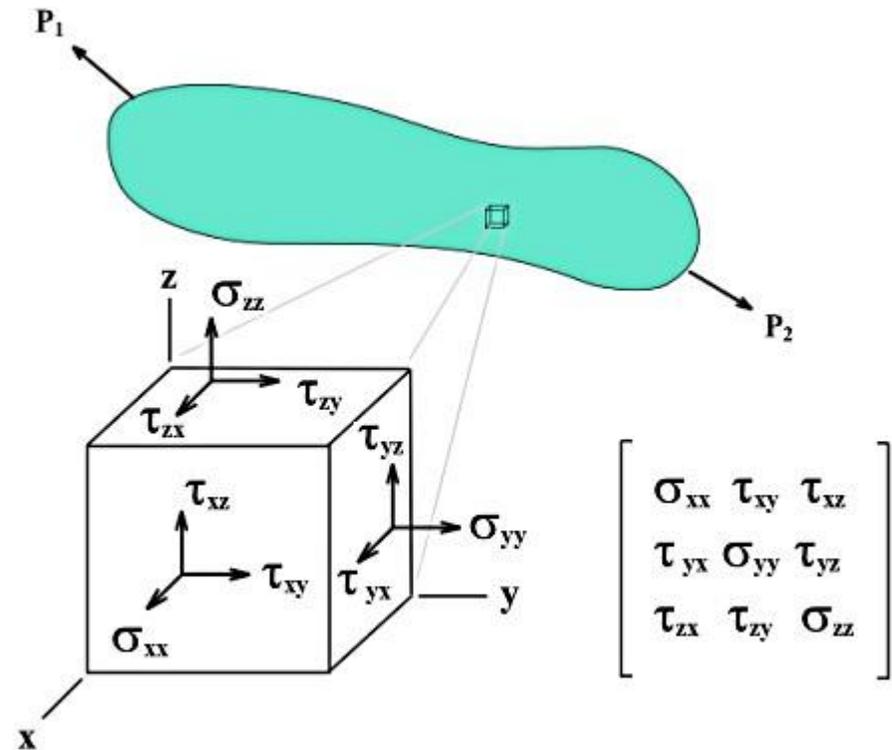
Este esfuerzo tiene una **componente normal** y una **componente cortante** al área ΔA .



Definición de esfuerzo

Entonces, en mecánica del medio continuo, un **esfuerzo** puede definirse como el **conjunto de fuerzas y momentos** equivalentes a la distribución de tensiones internas que actúan sobre las **áreas** de un elemento sólido.

Es importante considerar que los esfuerzos al igual que las presiones se pueden definir como fuerza/área, pero en este caso no solo debe considerarse la dirección de aplicación de la fuerza, sino también el área sobre la que se aplica dicha fuerza.



Definición de esfuerzo



Definición de esfuerzo

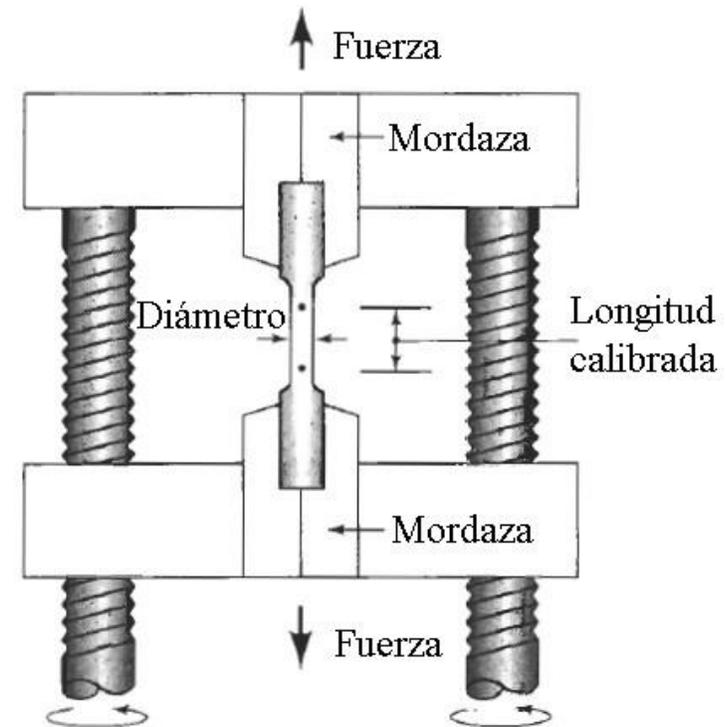


Ensayo de tensión

El **ensayo de tensión** consiste en aplicar una carga perpendicular a los extremos de una probeta de sección redonda, es decir, un **esfuerzo normal** en **dirección opuesta** a ambos extremos de la probeta.

La **carga** se aplica de manera gradual de tal manera que es posible medir la **deformación** que sufre la probeta a medida que la carga se ve incrementada.

Inicialmente la probeta se deformará **elásticamente**, es decir, de forma **no permanente**, para posteriormente deformarse **plásticamente**, es decir, **permanente** a medida que la carga se incrementa.

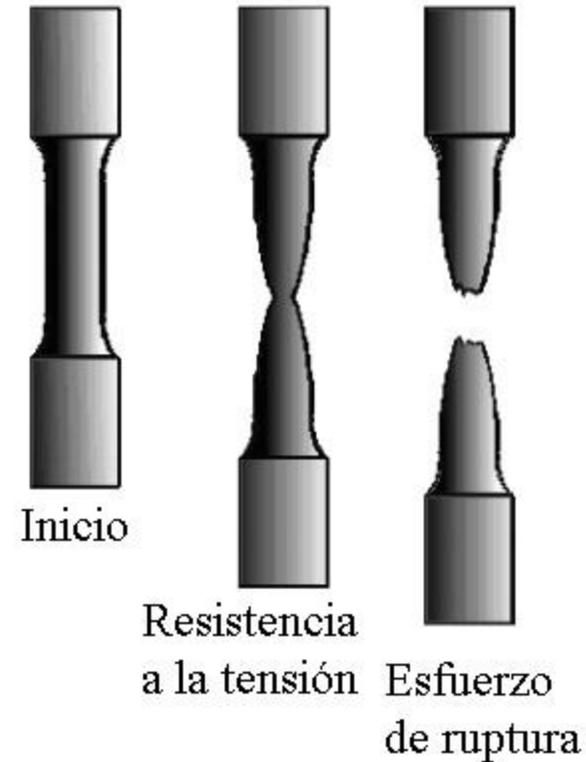


Ensayo de tensión

Dadas las características de los esfuerzos a los que se somete la probeta durante el ensayo, en la mayoría de los materiales metálicos se genera una **reducción del área** en alguna región al centro de la probeta, este fenómeno se denomina **encuellamiento**.

Dado que el esfuerzo depende del área de aplicación, al reducirse la misma éste se ve incrementado.

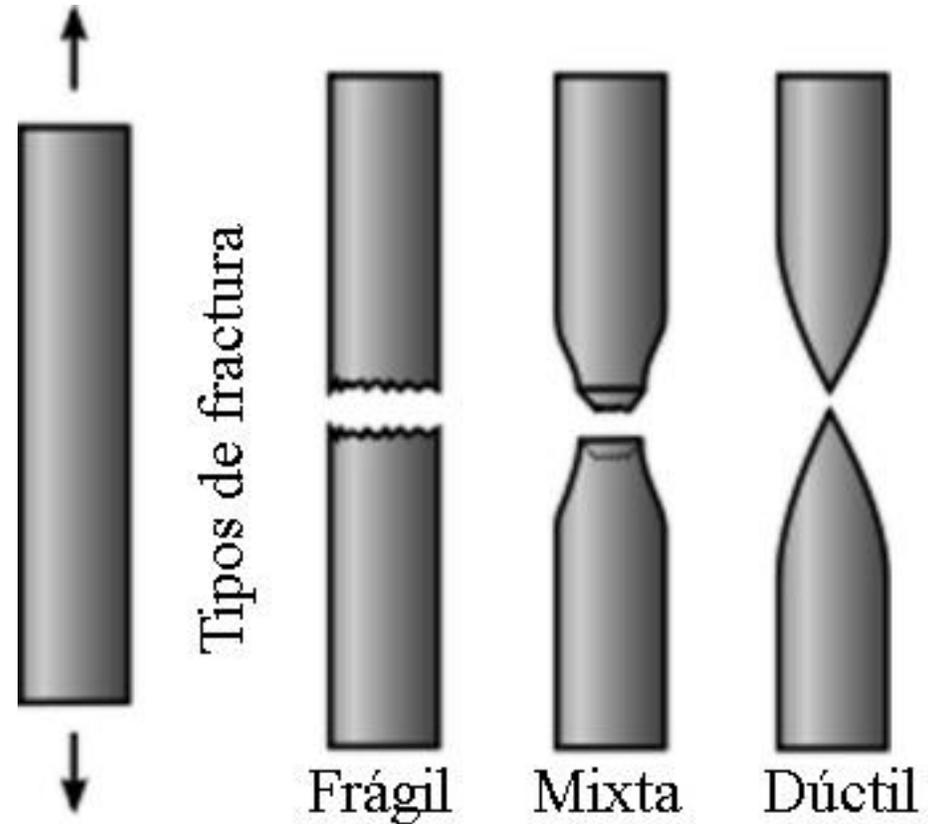
Este fenómeno sigue presentándose hasta que la probeta se fractura terminando de esta manera el ensayo.



Ensayo de tensión

Distintos materiales presentan distintos comportamientos al ensayarse, siendo la evaluación de la fractura final de la probeta un buen indicador de las características del material. Existen principalmente tres tipos de fracturas:

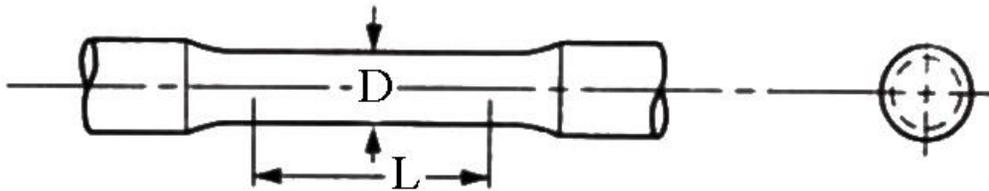
- Frágil: presenta poca deformación y un acabado brillante.
- Dúctil: presenta una gran cantidad de deformación y generalmente no es brillante al ser observada.
- Mixta: la presentan la mayoría de los materiales metálicos, presentando zonas dúctiles y frágiles en la misma fractura.



Ensayo de tensión

Las dimensiones de la probeta de tensión de sección redonda son:

- 2.0 pulgadas de largo
- 0.5 pulgadas de diámetro



La norma ASTM asociada al ensayo es la **E 8**

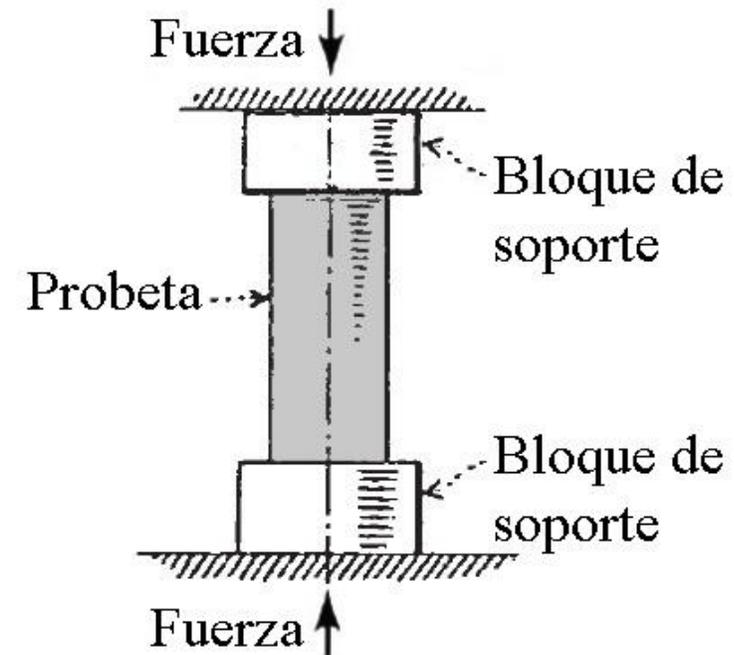
Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials

Ensayo de compresión

El **ensayo de compresión** consiste en aplicar una carga perpendicular a los extremos de una probeta de sección redonda, es decir, un **esfuerzo normal** en **la misma dirección** en ambos extremos de la probeta.

La **carga** se aplica de manera gradual de tal manera que es posible medir la **deformación** que sufre la probeta a medida que la carga se ve incrementada.

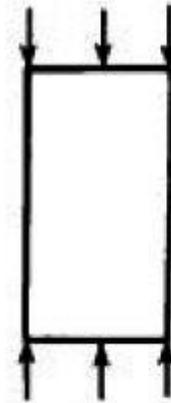
Inicialmente la probeta se deformará **elásticamente**, es decir, de forma **no permanente**, para posteriormente deformarse **plásticamente**, es decir, **permanente** a medida que la carga se incrementa.



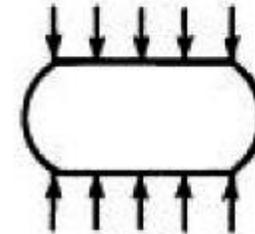
Ensayo de compresión

Dadas las características de los esfuerzos a los que se somete la probeta durante el ensayo, en la mayoría de los materiales metálicos se genera un **incremento del área** en la región central de la probeta, este fenómeno se denomina **abarrilamiento**.

En este ensayo muchas veces la probeta no sufre fractura, si se ensaya un material metálico, por lo que el criterio para terminar el mismo cambia, pudiendo ser una carga determinada o una deformación dada, en caso de que la probeta no se fracture.

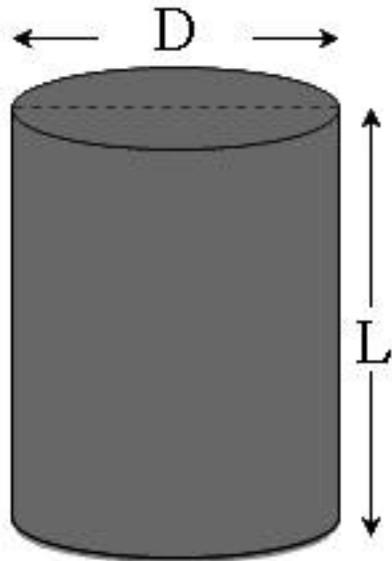


Inicio



Abarrilamiento

Ensayo de compresión



Las dimensiones para la probeta de compresión cilíndrica son variadas, y se clasifican en cilindros cortos, medios y largos. Un ejemplo para cilindro corto son:

- 1.0 pulgadas de largo
- 0.5 pulgadas de diámetro

La norma ASTM asociada al ensayo es la **E 9**

Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature

Curva esfuerzo deformación-ingenieril

En caso de que no sea posible medir de forma instantánea la deformación que la probeta sufre tanto longitudinalmente como radialmente, se puede calcular el esfuerzo y la deformación ingenieriles:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$
$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Donde: σ es el esfuerzo ingenieril (s), ε es la deformación ingenieril (e), F es la carga aplicada, A_0 es el área inicial de la sección transversal de la probeta, Δl es el cambio en longitud con respecto a la longitud inicial y l_0 es la longitud inicial de la misma.

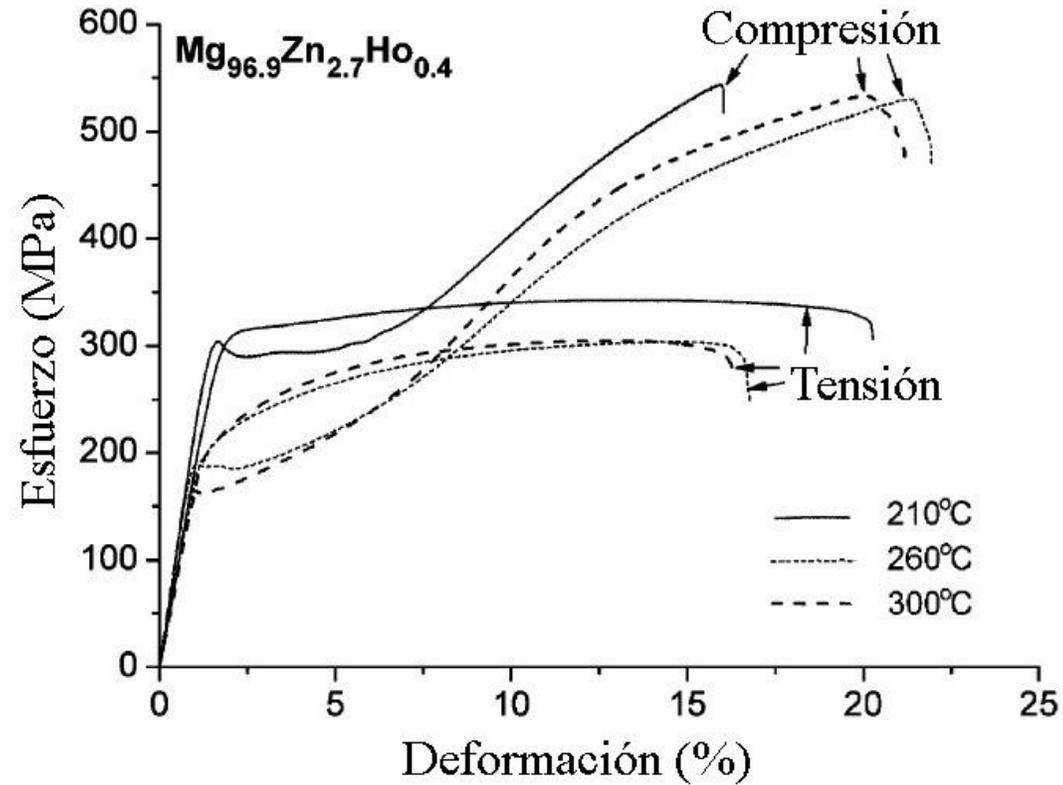
Curva esfuerzo-deformación real

Cuando nos es posible medir de manera instantánea la deformación que sufre el material durante el ensayo, se pueden calcular tanto el esfuerzo como la deformación reales:

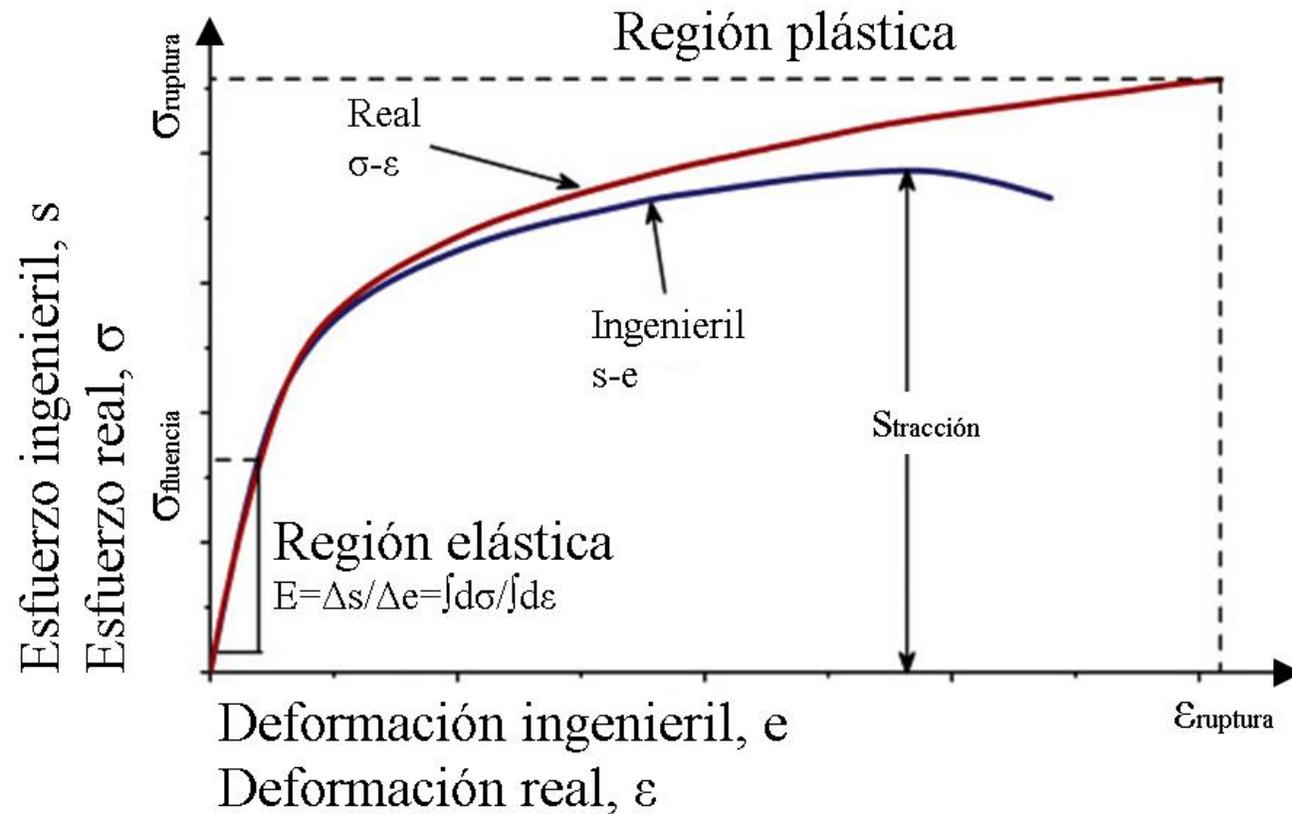
$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$\varepsilon = \int \frac{dl}{l} = \ln\left(\frac{l}{l_0}\right) = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$$

Donde: σ es el esfuerzo real, ε es la deformación real, F es la carga aplicada, A es el área instantánea de la sección transversal de la probeta, l es la longitud instantánea de la probeta, A_0 es el área inicial de la sección transversal de la probeta y l_0 es la longitud inicial de la misma.

Comparación de curvas esfuerzo-deformación

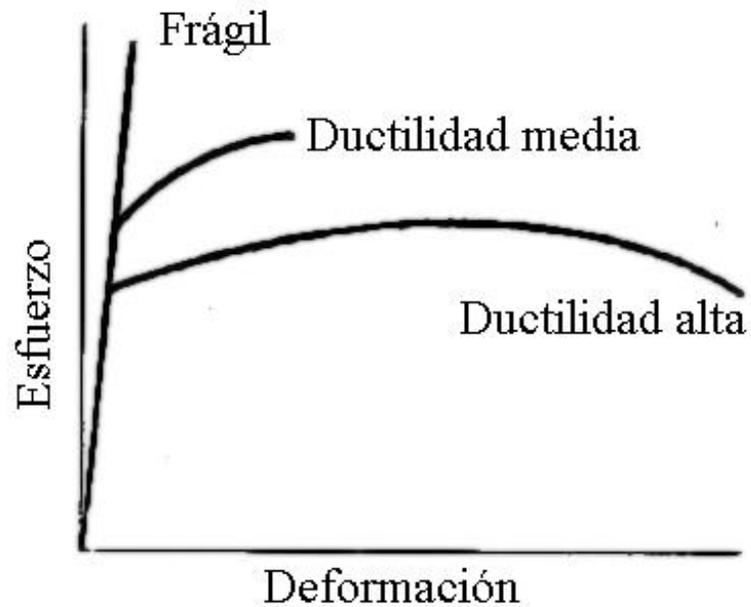


Comparación de curvas esfuerzo-deformación

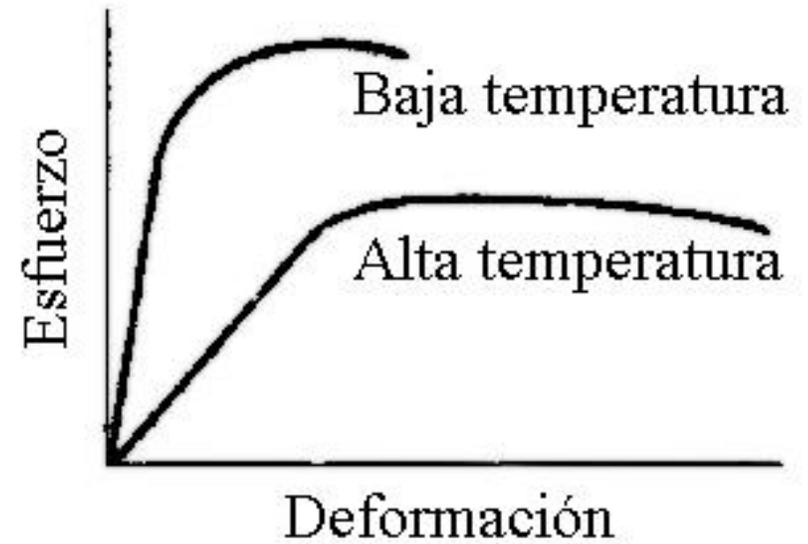


Comparación de curvas esfuerzo-deformación

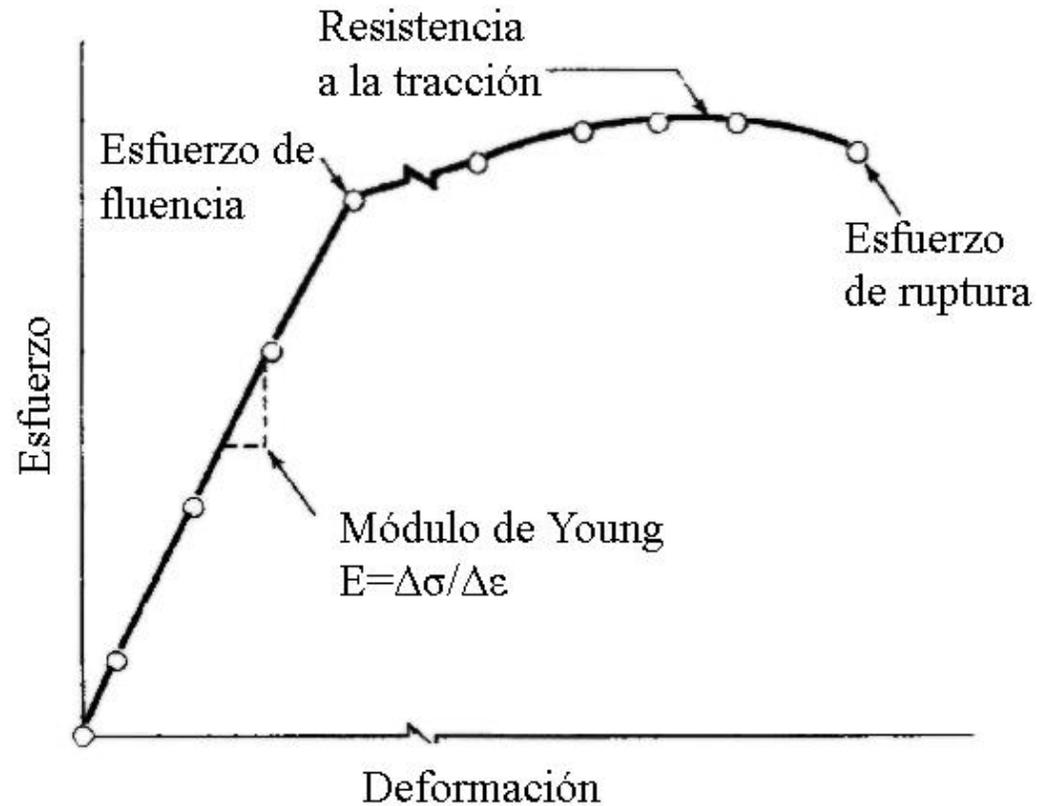
EFFECTO DE LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL



EFFECTO DE LA TEMPERATURA

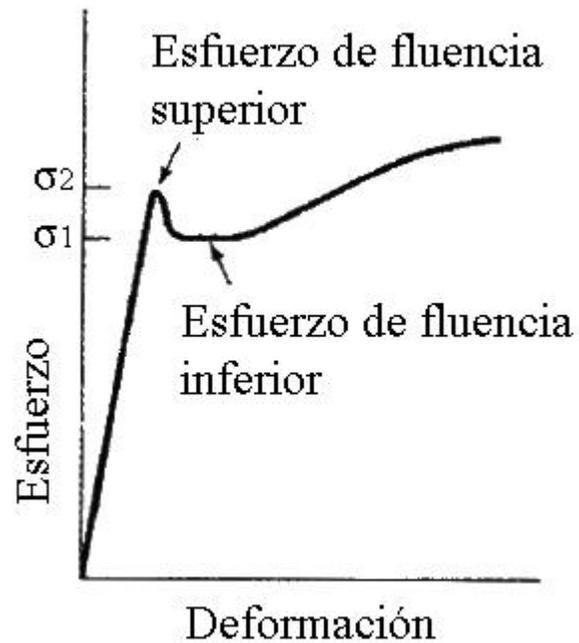


Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión

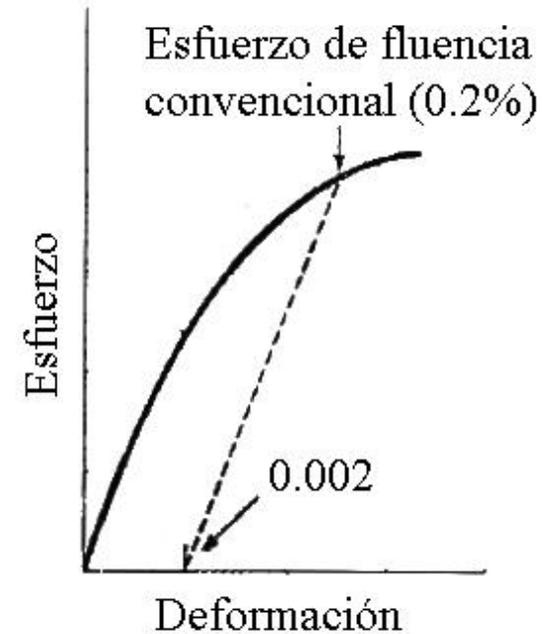


Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión

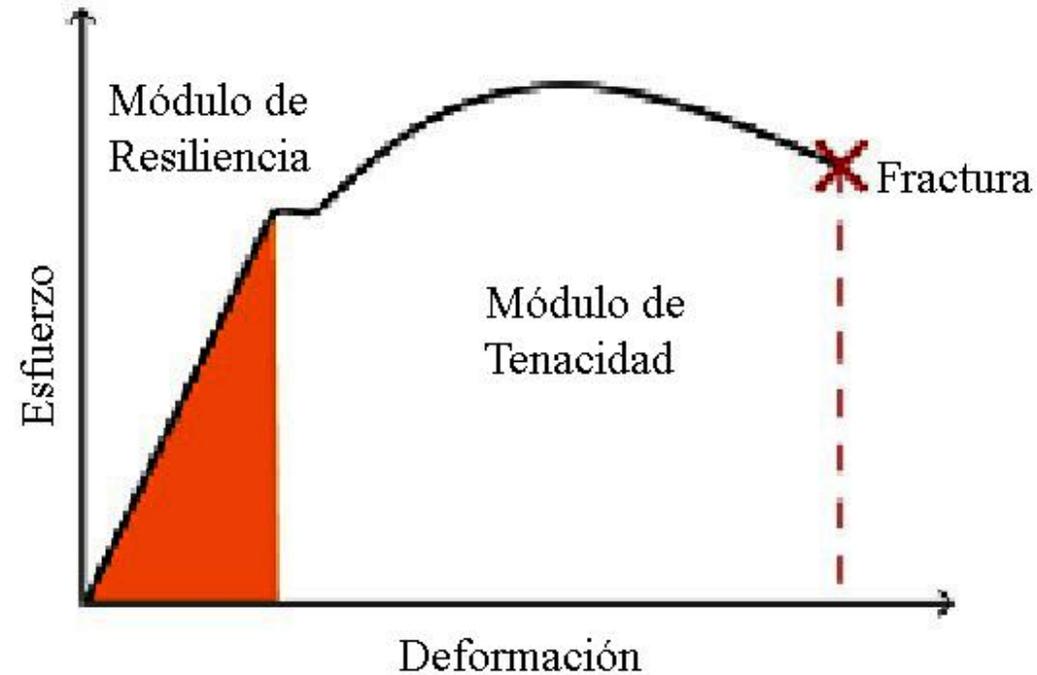
ESFUERZO DE FLUENCIA DOBLE



ESFUERZO DE FLUENCIA CONVENCIONAL



Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión



Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión

De las curvas de tensión/compresión se pueden obtener en la zona elástica:

- Esfuerzo de fluencia
- Esfuerzo de fluencia convencional
- Módulo de Young
- Módulo de Resiliencia

Por otra parte en la zona plástica se pueden obtener:

- Resistencia a la tracción
- Esfuerzo de ruptura
- Módulo de tenacidad

Típicamente para el esfuerzo de **tracción** se consideran tanto esfuerzo como deformación **positivos**, mientras que para el ensayo de **compresión** tanto el esfuerzo como la deformación se consideran **negativos**.

Propiedades obtenidas de los ensayos de tensión/compresión

Además de los datos obtenidos de la curva se pueden calcular:

$$\% \text{ de elongación} = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ de reducción de área} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\%$$

Donde: l_f es la longitud final de la probeta, l_0 es la longitud inicial de la probeta, A_0 es el área inicial de la sección transversal de la probeta y A_f es el área final de la misma.

Finalmente se puede evaluar la fractura de las probetas, en caso de que se presente la misma, reportándose el % de fractura dúctil y el % de fractura frágil que presente el material.

Bibliografía

- Askeland, Donald R. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. International Thomson Editores, 2004.
- Lai, W. Michael, et al. *Introduction to continuum mechanics*. Butterworth-Heinemann, 2009.
- Hibberler, R. C. *Mecánica de materiales*. Pearson Educación, 2006.
- Rasmussen, Kim JR. "Full-range stress–strain curves for stainless steel alloys." *Journal of constructional steel research* 59.1 (2003): 47-61.
- Singh, Alok, H. Somekawa, and T. Mukai. "Compressive strength and yield asymmetry in extruded Mg–Zn–Ho alloys containing quasicrystal phase." *Scripta Materialia* 56.11 (2007): 935-938.

Bibliografía

- Standard, A. S. T. M. "E6 – 02 Standard Terminology Relating to Methods of Mechanical Testing" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 10.*
- Standard, A. S. T. M. "E8 – 02 Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 10.*
- Standard, A. S. T. M. "E9 – 00 Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 10.*
- Standard, A. S. T. M. "E21 – 02 Standard Test Methods for Elevated Temperature Tension Tests of Metallic Materials" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 10.*
- Standard, A. S. T. M. "E209 – 00 Standard Practice for Compression Tests of Metallic Materials at Elevated Temperatures with Conventional or Rapid Heating Rates and Strain Rates" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 10.*