

---

# Mecánica de Materiales II: Teorías de Falla

Andrés G. Clavijo V., Universidad Simón Bolívar

# Contenido



- Introducción



- Teoría de Rankine



- Teoría de Tresca



- Teoría de Von Misses

## Que se entiende por falla?

- Fractura
  - Frágil
  - Dúctil
- Deformación
  - Fluencia
- Corrosión
- Desgaste

## Falla por fluencia

- Sucede cuando la deformación plástica es de 0,002 por convención.
- Se asocia generalmente a esfuerzos tangenciales

## Falla por fractura

- Separación de una pieza en dos o más partes.
- Puede suceder en materiales dúctiles o frágiles.

## Fractura frágil

- Se asocian a esfuerzos normales de tracción.
- Los materiales comunes son: Fundición gris, acero de herramientas de corte, concreto, porcelana, vidrio, etc.
- Ocurre sin advertencia y repentinamente

## Fractura dúctil

- Los materiales comunes son: Aceros, aleaciones de aluminio y metales con deformación antes de fracturar.
- Un material dúctil puede presentar falla del tipo frágil debido a bajas temperaturas y cargas de impacto.

## ¿Cómo predecir la falla de una pieza?

### ¿Que información poseemos?

- Esfuerzos en un punto particular de la pieza (Estado triaxial o general de esfuerzos).
- Propiedades mecánicas obtenidas en un ensayo a tracción (estado de esfuerzos uniaxial).



# ¿Cómo relacionarlos?

Las teorías de falla buscan relacionar los valores de los **esfuerzos principales** con los valores del **esfuerzo a fluencia y a rotura** obtenidos de un ensayo tracción normalizado

Propuesta por el ingeniero inglés W. J. M Rankine (1820-1872) a mediados del siglo XIX.

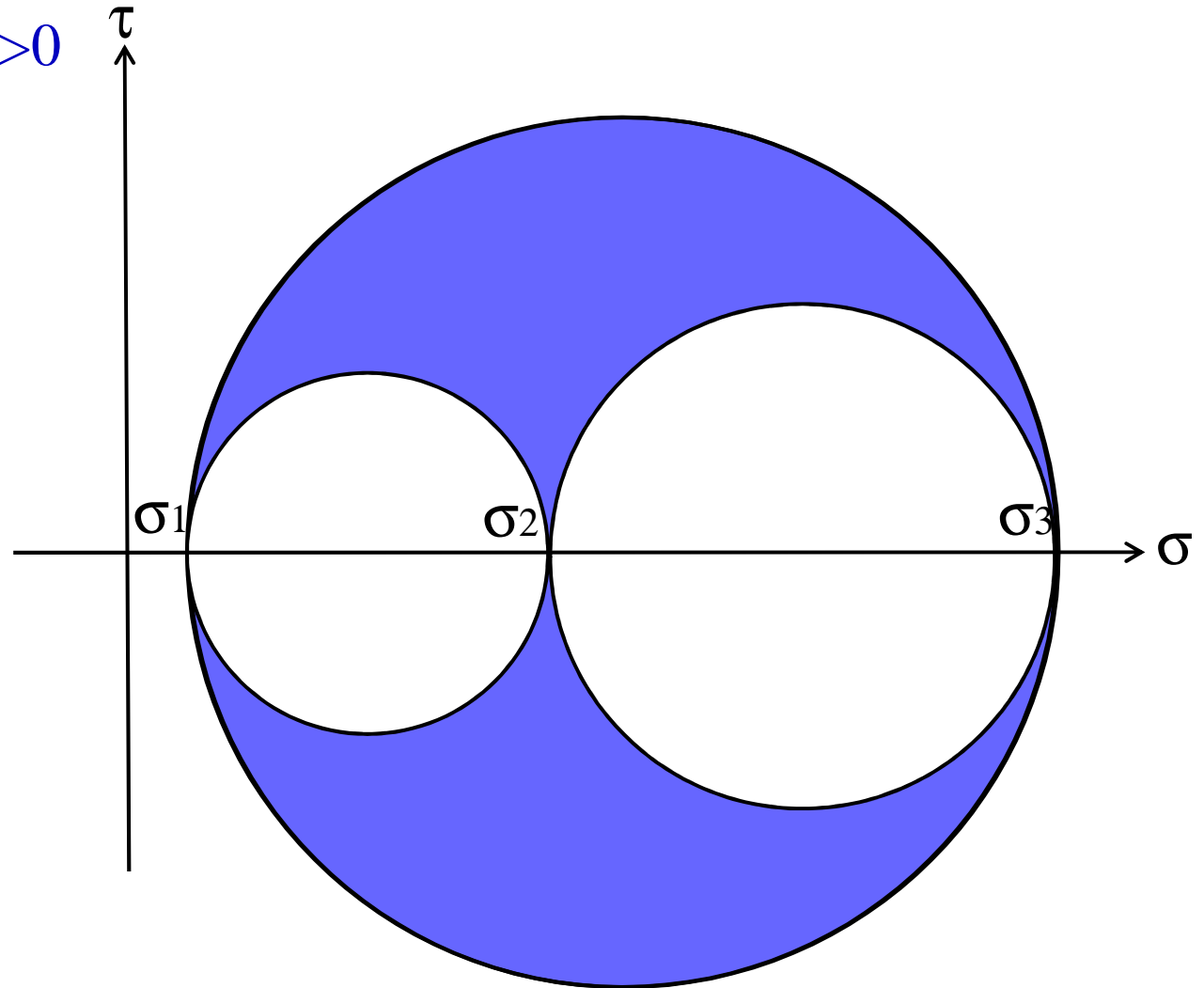
Sirve para materiales frágiles y establece que un material fallará:

- Si el mayor esfuerzo principal positivo supere el  $S_{ut}$  de un material.
- Si el menor esfuerzo principal negativo supere el  $S_{uc}$ .



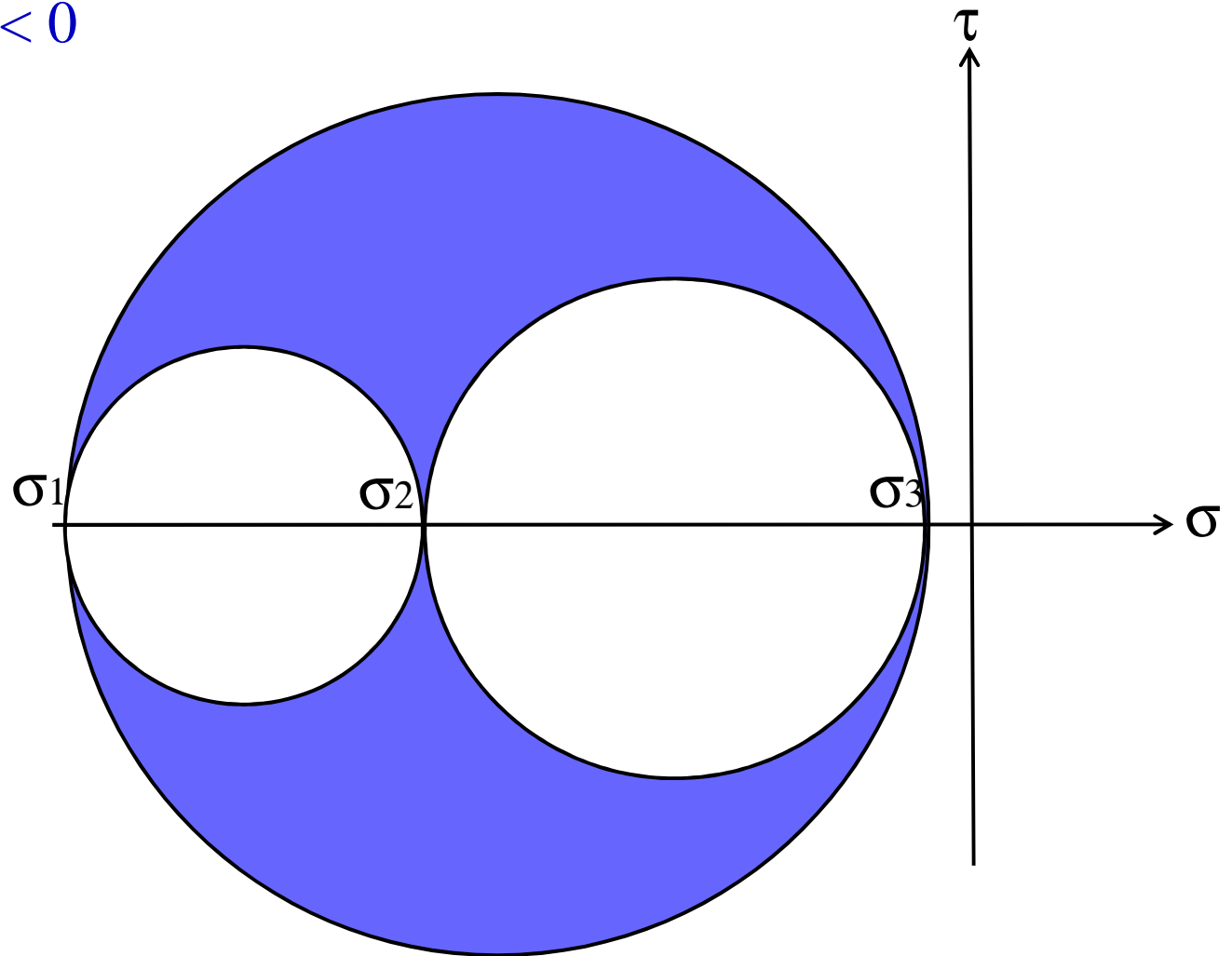
$$a) \sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1 > 0$$

$$\sigma_3 < \frac{S_{ut}}{\Psi}$$



b)  $\sigma_3, \sigma_2$  y  $\sigma_1 < 0$

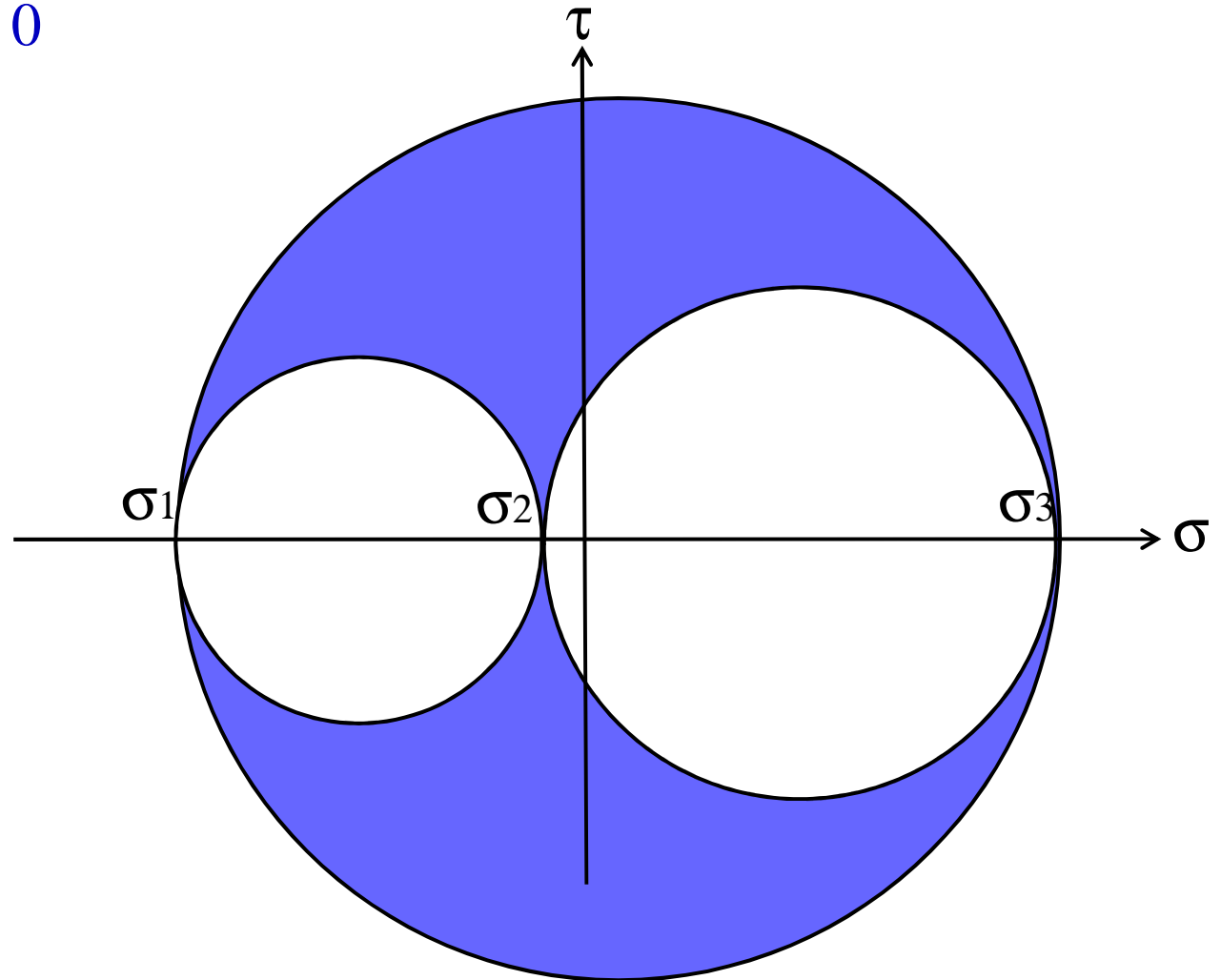
$$|\sigma_1| < \frac{S_{uc}}{\Psi}$$



**b)**  $\sigma_3 > 0$  y  $\sigma_1 < 0$

$$|\sigma_1| < \frac{S_{uc}}{\Psi}$$

$$\sigma_3 < \frac{S_{ut}}{\Psi}$$



Propuesta por el científico francés Henri Tresca (1814-1885) en 1868.

Sirve para materiales dúctiles y establece:

“Un material fallará por fluencia cuando el esfuerzo de corte máximo alcance el valor que se genera en un ensayo de tracción al llegar al límite de fluencia”



Para un estado general:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2}$$

Para el ensayo a tracción (estado uniaxial):

$$\tau_{\max} = \frac{S_y}{2}$$

Por lo tanto:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} < \frac{S_y}{2 \cdot \Psi}$$

Propuesta por Richard Von Mises (1883-1953) en 1904.

Sirve para materiales dúctiles y establece:

“Un material fallará cuando el esfuerzo cortante en un plano inclinado alcance un valor en el mismo plano del ensayo a tracción”

El plano inclinado esta definido cuando:

$$\alpha = \beta = \gamma$$





Para un estado general:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_3 - \sigma_1)^2 + (\sigma_3 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_1)^2}$$

Para el ensayo a tracción (estado uniaxial):

$$\tau_{\max} = \frac{1}{3} \sqrt{(S_y - 0)^2 + (S_y - 0)^2 + (0 - 0)^2} = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot S_y$$

Por lo tanto:

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_3 - \sigma_1)^2 + (\sigma_3 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_1)^2} \leq \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \frac{S_y}{\Psi}$$