

LECCIÓN 2

COMPORTAMIENTO DEL ACERO

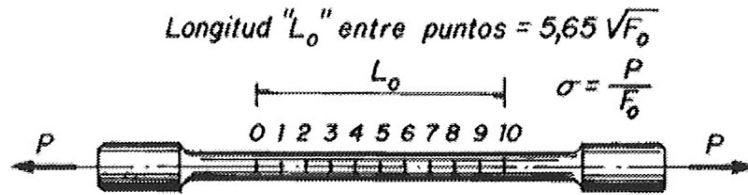
ESTRUCTURAL

1. EL ENSAYO DE TRACCIÓN

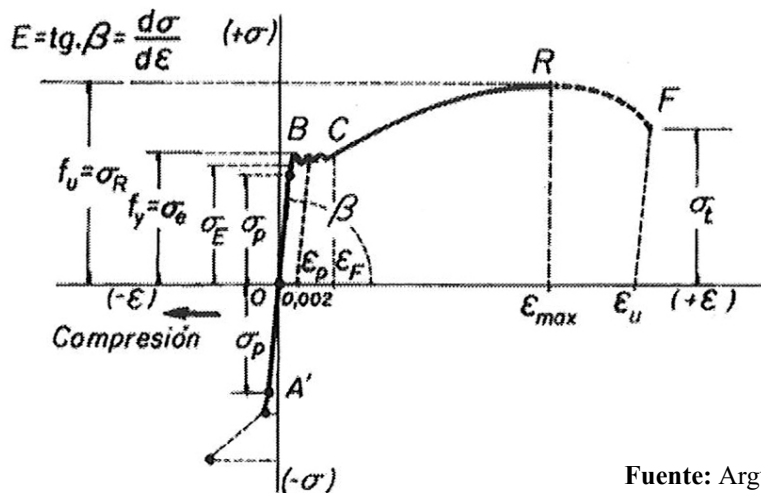
2. CRITERIOS DE FALLO O DE PLASTIFICACIÓN

1. EL ENSAYO DE TRACCIÓN

• PROBETA



• CURVA σ - ϵ



Fuente: Argüelles R et al, 2013

- Tramo elástico lineal (hasta σ_p)

σ_p Límite de proporcionalidad o de alargamiento proporcional

σ $E \cdot \epsilon$ Se cumple la ley de Hooke

- Tramo elástico no lineal (σ_p - σ_E)

Alargamiento no lineal pero no permanente

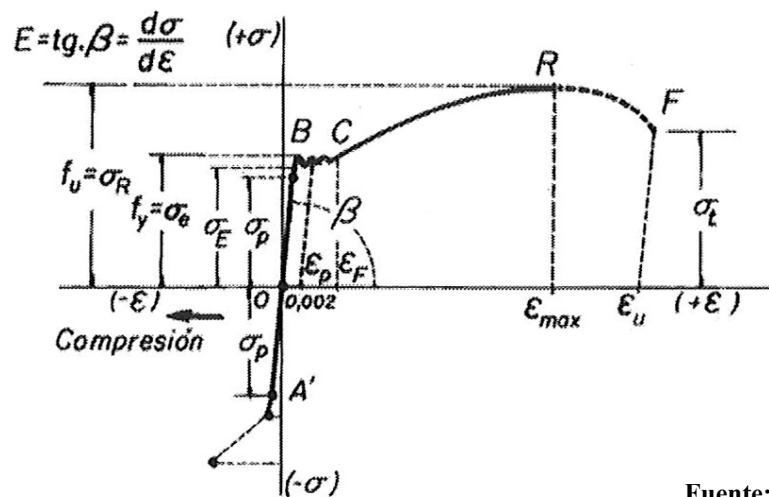
σ_E Límite elástico estricto

- Tramo plástico o escalón de cedencia (B – C)

B Punto de fluencia

$f_y = \sigma_e$ Límite de fluencia (la 'y' proviene de *yield* = fluencia) o límite aparente de elasticidad o simplemente límite elástico (aunque, estrictamente, esté mal denominado)

Deformación permanente en f_y entre 0,11 % y 0,17 %



Fuente: Argüelles R et al, 2013

- Tramo de endurecimiento por deformación (C – R)

Deformación en C $\approx 1,5 \%$

Deformación en rotura R $\approx 20 \%$

$f_u = \sigma_R$ Resistencia a la tracción o tensión de rotura

- Tramo de rotura (R – F)

Deformación concentrada en una zona de la probeta (estricción o contracción transversal)

Rotura para $\sigma_i < f_u$

• PROPIEDADES MECÁNICAS (CE, Anejo 22, Apdo. 3.2.6)

E = Módulo de Young o Módulo de Elasticidad (210.000 MPa)

G = Módulo de Elasticidad Transversal (81.000 MPa)

ν = Coeficiente de Poisson (0,30)

α = Coeficiente de dilatación térmica o lineal ($12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

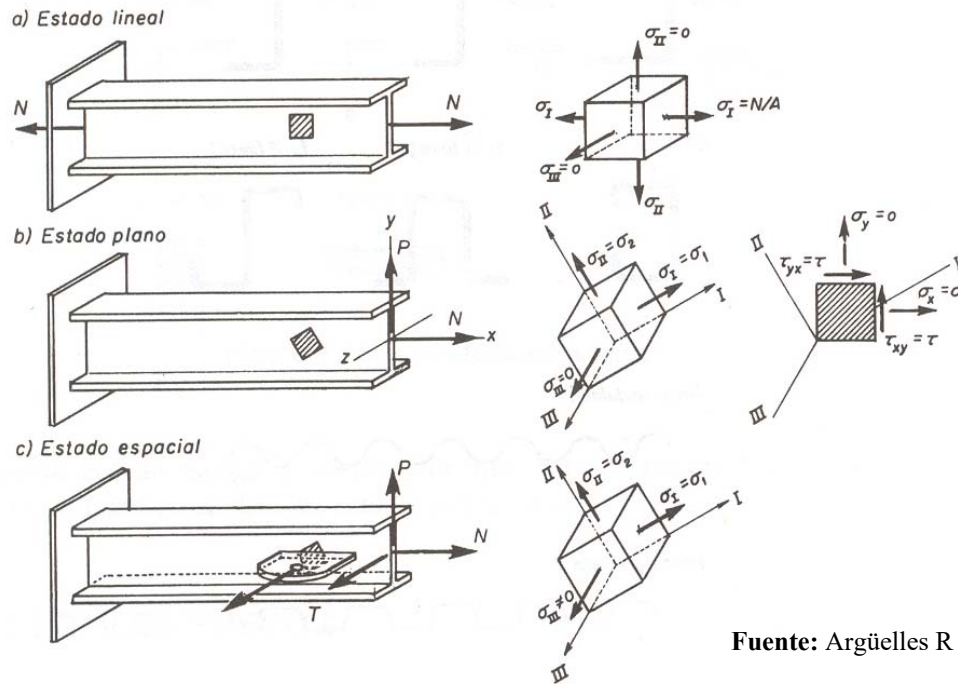
ρ = Densidad (7850 kg/m³). Peso específico (78,50 kN/m³)

Unidades S.I.: m, kN, MPa (N/mm²)

1 kp/cm² = 0,1 MPa

1 MPa = 10 kp/cm²

2. CRITERIOS DE FALLO O DE PLASTIFICACIÓN



• ESTADO DE TENSIONES LINEAL O UNIAXIAL

$$\sigma_I = \sigma$$

$$\sigma_{II} = 0$$

$$\sigma_{III} = 0$$

La plastificación se inicia cuando $\sigma = f_y$

• ESTADO DE TENSIONES PLANO O BIAxIAL

$$\sigma_I = \sigma_1$$

$$\sigma_{II} = \sigma_2$$

$$\sigma_{III} = 0$$

• ESTADO DE TENSIONES ESPACIAL

$$\sigma_I = \sigma_1$$

$$\sigma_{II} = \sigma_2$$

$$\sigma_{III} = \sigma_3$$

- **CRITERIOS DE PLASTIFICACIÓN DE UNA FIBRA O UN PUNTO**

- Tratan de definir una expresión matemática función de las tensiones del punto (tensión de comparación σ_{co}).
- Esta función sirve de referencia para conocer si en el punto ha comenzado, o no, la plastificación.

$$\sigma_{co} = f(\sigma_I, \sigma_{II}, \sigma_{III}) \geq f_y$$

- En el cálculo elástico, no puede haber puntos que hayan plastificado, por tanto:

$$\sigma_{co} \leq f_y$$

- La función que define σ_{co} no se conoce con exactitud. Diferentes autores han desarrollado expresiones más o menos ajustadas a los resultados experimentales.

- **CRITERIOS TENSIONALES**

- Mayor tensión principal (Rankine)
- Mayor alargamiento principal (Poncelet)
- Tensión tangencial máxima o mayor diferencia de tensiones extremas (Tresca)

- **CRITERIOS ENERGÉTICOS**

- Energía de deformación por unidad de volumen (Beltrami)
- Máxima energía de distorsión (Von Misses, 1913)

• CRITERIO DE PLASTIFICACIÓN DE VON MISSES

CE, Anejo 22, Apdo. 6.2.1:

(5) Para la comprobación elástica se podrá utilizar el siguiente criterio límite en el punto crítico de la sección salvo que se aplique otra fórmula de interacción, véanse los apartados 6.2.8 a 6.2.10.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}}}\right)^2 \leq 1 \quad (6.1)$$

donde:

$\sigma_{x,Ed}$ es el valor de cálculo de la tensión longitudinal en el punto considerado

$\sigma_{z,Ed}$ es el valor de cálculo de la tensión tangencial en la dirección $z-z$ en el punto considerado

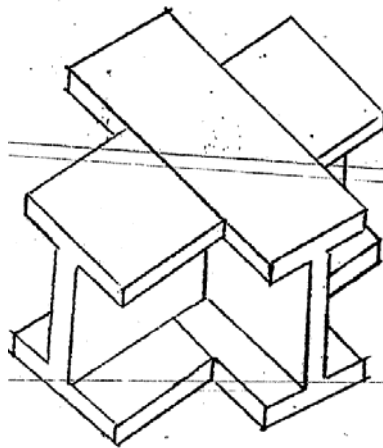
τ_{Ed} es el valor de cálculo de la tensión tangencial en la dirección $y-y$ en el punto considerado.

NOTA: La comprobación, de acuerdo con (5) puede ser conservadora por excluir toda distribución plástica parcial de tensiones que se permite en el cálculo elástico. En consecuencia deberá aplicarse únicamente cuando no pueda realizarse la interacción de las resistencias N_{Rd} , M_{Rd} y V_{Rd} .

También se expresa como:

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed}\sigma_{z,Ed} + 3\tau_{Ed}^2} \leq f_{yd}$$

con $f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$, siendo, además, un caso tensional poco habitual en la práctica



Caso habitual: solo se presenta una tensión normal $\sigma_{x,Ed}$ y otra tangencial τ_{Ed}

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2} \leq f_{yd}$$