



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS**

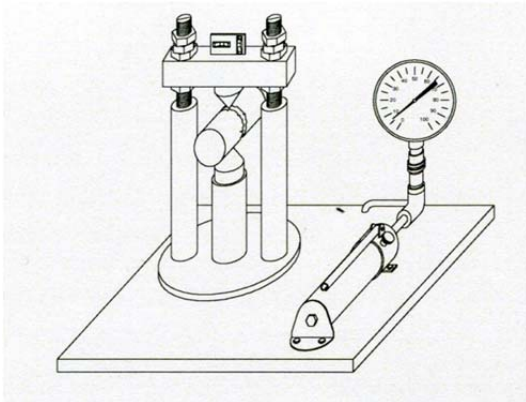
# **MECÁNICA DE ROCAS**

## **TEMA XI**

### **ENSAYOS ROCAS**

**Francisco J. Castanedo Navarro**  
**Ingeniero de Caminos**  
**UCM**

## ENSAYOS FRANKLIN O DE CARGA PUNTUAL



- Ensayo de resistencia
- Obtiene el valor del Índice de carga puntual

$I_s$

Con testigo cilíndrico:

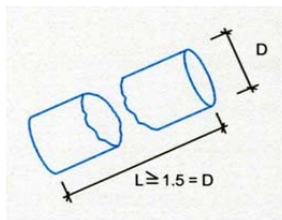
$$I_s = \frac{P}{D^2}$$

P= Carga aplicada (kPa)

D= Diámetro de testigo (mm)



- Correlacionable con la resistencia a compresión simple.
- **Debe cumplir superficie de rotura transversal al testigo**

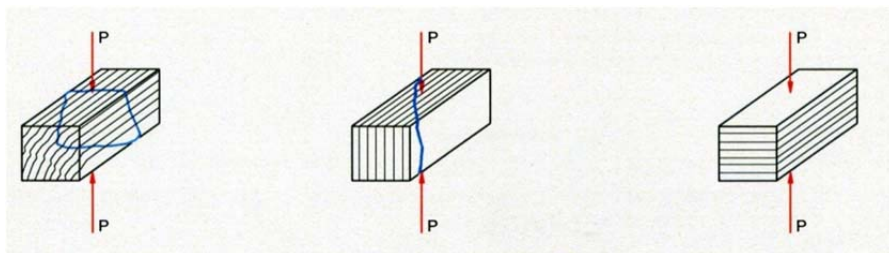


- En caso de que rompa por otra dirección debe medirse superficie de rotura.



- **VENTAJAS**

- Puede realizarse en campo.
- Fácil realización y barato.
- Puede realizarse con bloques tallados o sin tallas.
- Con bloques tallados puede realizarse la rotura en cualquier orientación de la roca.



- **OBTENCIÓN DE  $I_s$**

- Probeta cilíndrica.

$$I_s = \frac{P}{D^2}$$

- Para cualquier forma de probeta o bloque.

$$\frac{P}{A^{0,75}} = cte$$

A= Sección de rotura en mm<sup>2</sup>.

- **SE DEFINE EL ÍNDICE DE RESISTENCIA.**

- Testigo cilíndrico de 25mm de diámetro → A=500 mm<sup>2</sup>.

Índice de resistencia:

$$T_{500} = \frac{P}{(500\text{mm}^2)^{0,75}}$$

Para otra dimensión o forma de probeta:

$$T_{500} = 221,5 \times \frac{P}{A^{0,75}} \left\{ \begin{array}{l} T_{500} \text{ (KN/mm}^2\text{)} \\ P \text{ (KN)} \\ A \text{ (mm}^2\text{)} \end{array} \right.$$

- **RELACIÓN CON LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

- Con testigo cilíndrico y D=54mm (Beniawski)

$$\sigma_c = 24 \times I_s$$

$\sigma_c$  en MPa

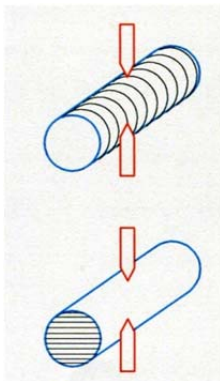
- Según Brook (1980)

$$\sigma_c = 12,5 \times T_{500}$$

$\sigma_c$  en kPa

- **TERRENO ANISÓTROPO**

Cuando hay una dirección preferente:

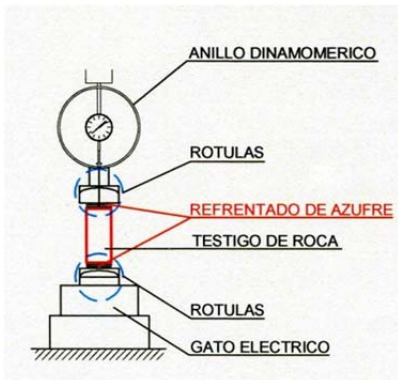


$I_{S II}$  = Rotura según los planos de debilidad

$I_{S T}$  = Rotura según superficie  $\perp$  en planos de debilidad.

Permite obtener 2 valores de resistencia a compresión de la roca intacta para estudiar terreno anisótropo.

- **TERRENO ANISÓTROPO**

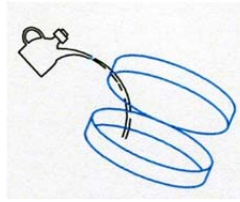


Determinar la resistencia a rotura bajo carga uniaxial positiva.

- Anillo dinamométrico:
  - o Mide la carga a través de la deformación del anillo.
  - o Puede sustituirse por captador electrónico.
  - o Debe tararse periódicamente.

- Rotulas

- Piezas dobles con la misma concavidad – convexidad



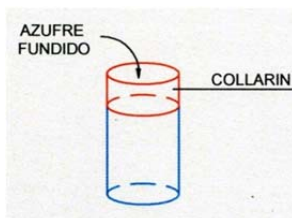
- Se lubrican con aceite mineral
- Centran la carga aplicada





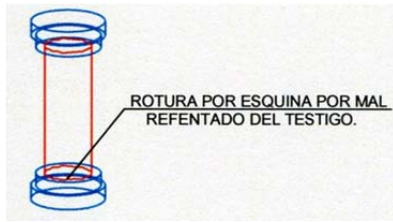
- Refrentado con azufre

Permite que los extremos del testigo sean planos perfectamente paralelos.

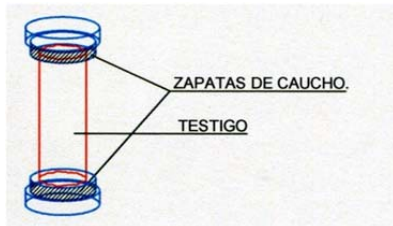


Si los planos extremos no son paralelos hay rotura local con valores de carga muy inferiores.





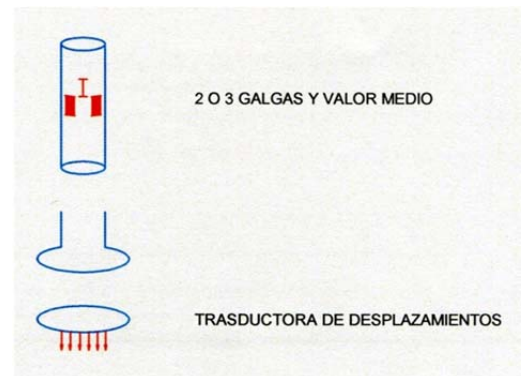
Si no se dispone del refrentador de azufre, utilizar testigos largo ( $L/D > 2$ ) y zapatas de caucho.



- **PUEDEN MEDIRSE DEFORMACIONES MEDIANTE:**

- Longitudinales:

- Galga extensométrica vertical
- Transductor de desplazamientos.  
(Montado en el plato móvil de la prensa).



### GALGA EXTENSOMÉTRICA

- Tira con resistencia cuya resistividad varía con la deformación.



- Midiendo la resistencia se puede determinar la deformación.



- Transversales:

- o Galgas extensométricas horizontales.

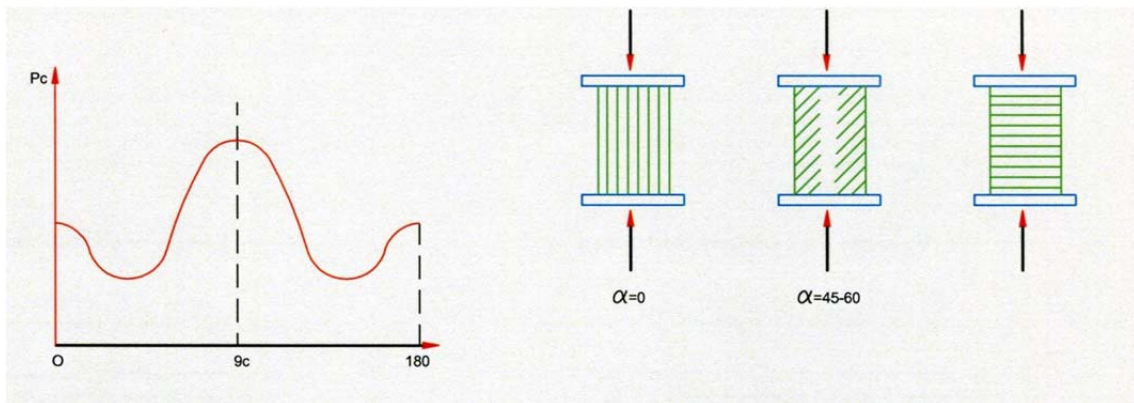


3 o 4 galgas y  
valor medio

Deben situarse en el centro del testigo

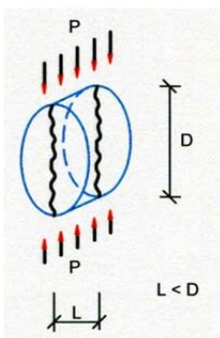
• **TERRENO ANISÓTROPO**

La resistencia varía con la posición del eje del testigo respecto a la dirección principal de los planos de debilidad.



• **ENSAYO BRASILEÑO O DE TRACCIÓN INDIRECTA**

- Rotura en prensa de testigo con su eje // a platos.



Si P es la carga total de rotura medida en la prensa:

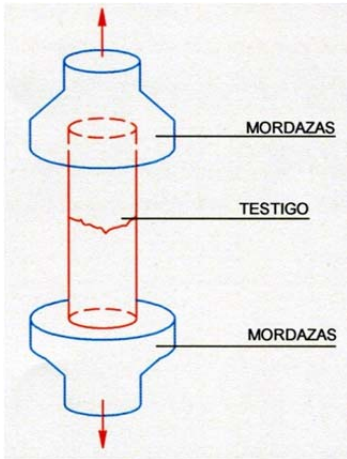
$$\sigma_T = \frac{2P}{\pi x D x L}$$

- Características:

- o Debe realizarse con testigos cilíndricos.
- o Deben evitarse testigos con oquedades, cristalizaciones, etc.

- Fácil de realizar e interpretar.

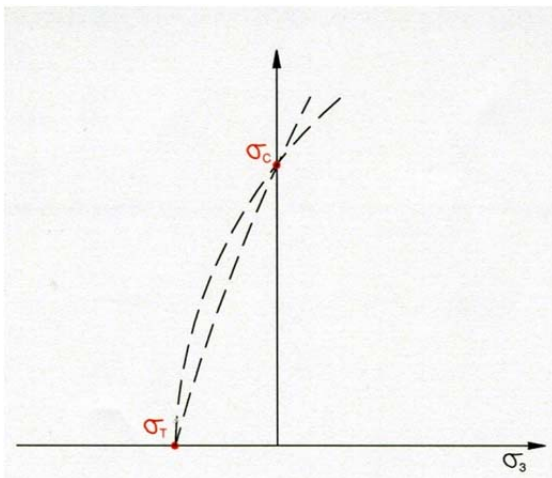
- **ENSAYO DE TRACCIÓN POR EXTENSIÓN**



**ENSAYO NO USUAL**

La resistencia a tracción obtenida no coincide con la del ensayo brasileño.

- **APLICACIÓN DEL CRITERIO DE ROTURA DE HOEK A PARTIR DE LOS ENSAYOS ANTERIORES**



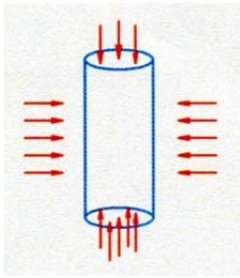
$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{mi \times \sigma_c \times \sigma_3 + \sigma_c^2}$$

$$\text{como } \sigma_T = \frac{1}{2} \times \sigma_c (mi - \sqrt{mi^2 + 4})$$

Sin embargo es usual:

- Tomar “mi” de las tablas de Hoek.
- Obtener un ajusta con  $\sigma_c$  y  $\sigma_T$  de la curva.

- **ENSAYO TRIAXIAL EN ROCA**



Presión desviadora,  $\sigma_1$

Presión de célula  $\sigma_3$

Permite obtener para rotura **pares de valores  $\sigma_1$  ,  $\sigma_3$** .

Conociendo  $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_c\text{- ensayo de compresión en prensa o carga puntual.} \\ \sigma_T\text{- ensayo brasileño.} \\ (\sigma_1, \sigma_3)\text{- ensayo triaxial.} \end{array} \right.$

Ajuste de la ley de Hoek y Brown.

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m_i \times \sigma_c \times \sigma_3 + \sigma_c^2}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = 1 + \sqrt{m \times \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + 1}$$

Principal problema: **la deformabilidad del aparato puede dar errores de medida en cargas pero sobre todo en deformaciones.**