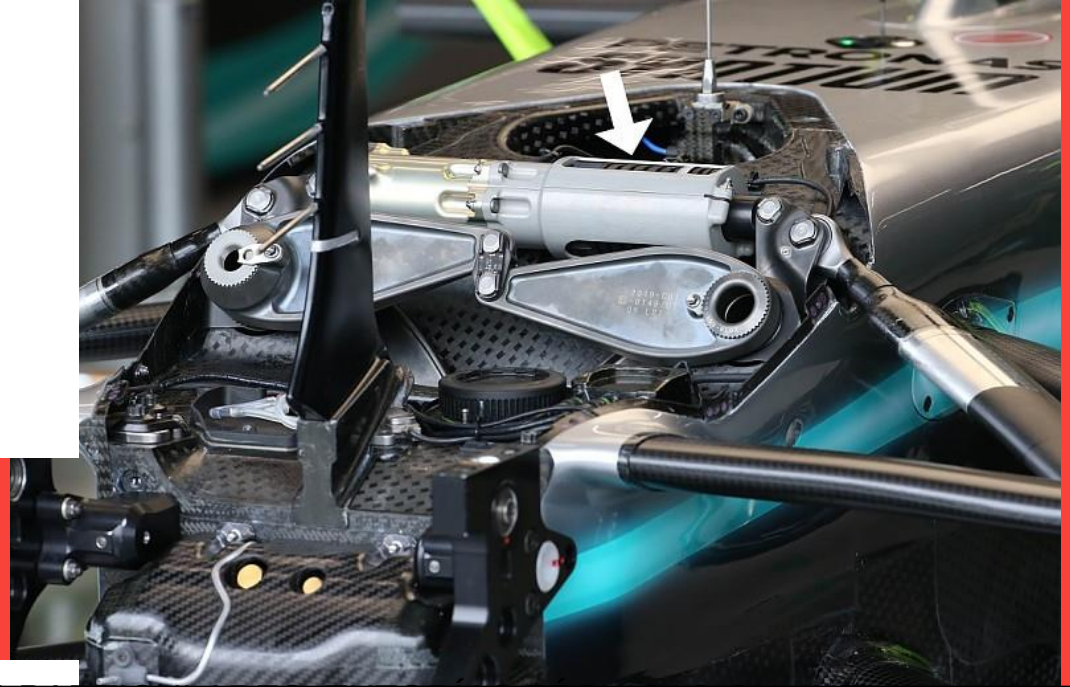




Escuela Universitaria
de Diseño, Innovación
y Tecnología

Ciencia de los Materiales



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

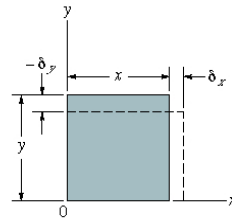
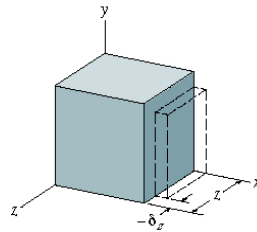
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Propiedades mecánicas

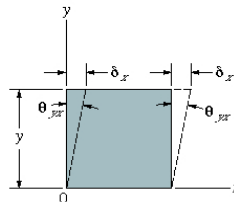
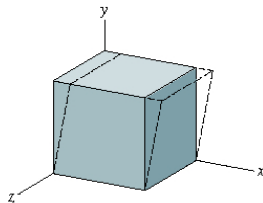
Tensiones y deformaciones

Estáticas

Deformaciones



Normales



Cortantes

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

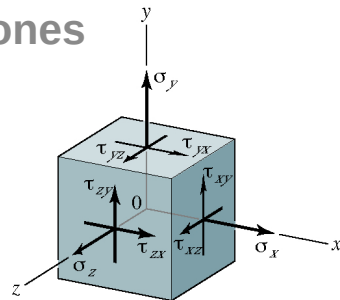
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

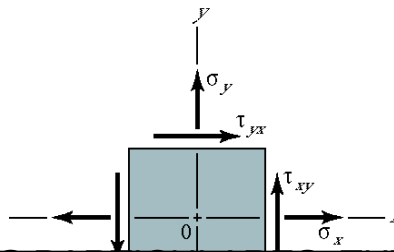
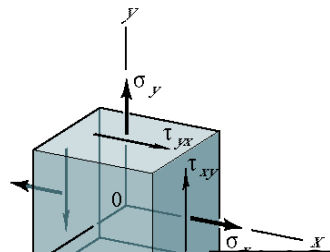
Tensiones y deformaciones

Estáticas

Tensiones



Estado tensional tridimensional



Estado plano de tensiones

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

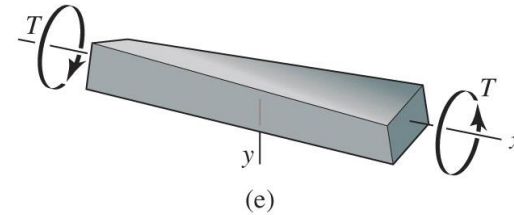
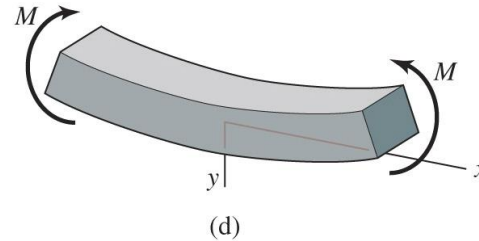
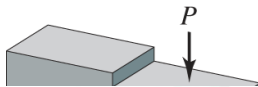
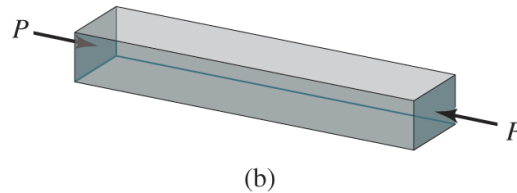
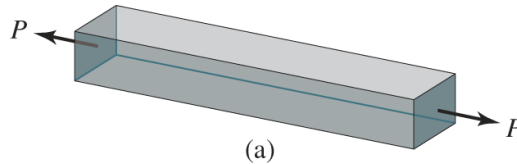
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Tensiones y deformaciones

Estáticas

Tipos de cargas



- (a) Tracción
(b) Compresión

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos de materiales

Ensayos destructivos

Ensayos mecánicos

Estáticos:

tracción: fundamental para materiales dúctiles
compresión: ensayo necesario para materiales frágiles
flexión,
torsión,
dureza...

Dinámicos:

fatiga,
vibraciones,
desgaste...

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

y Tecnología

Ciencia de los materiales

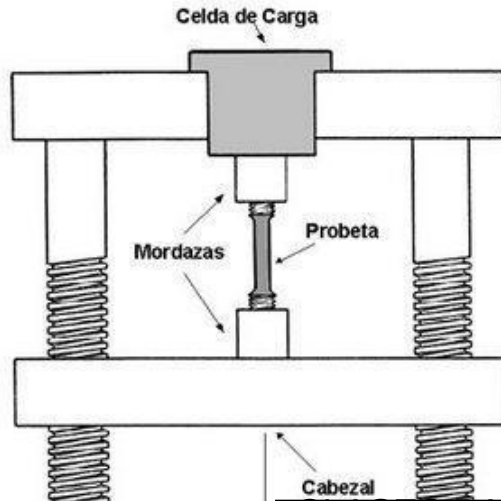
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Cargas uniaxiales

Normales. Tracción



Máquina de
ensayo de
tracción

UNE-EN 10002-1.



Esquema ensayo

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

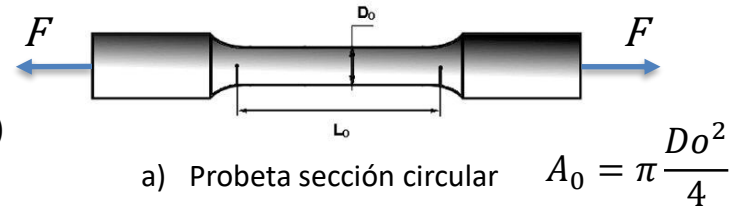
Ensayos destructivos

Cargas uniaxiales

Normales. Tracción

Tensión

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad (= [Pa] = [10^{-6} MPa])$$



Deformación

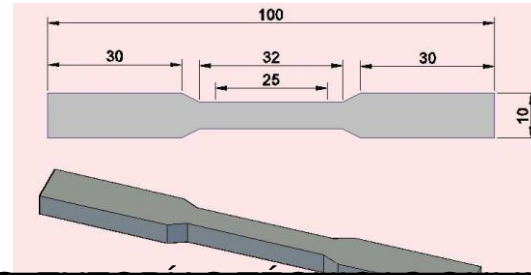
$$\varepsilon_l = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Ductilidad

Alargamiento específico
(l_i : longitud instantánea)

$$\varepsilon_A = \frac{A_0 - A_i}{A_0} = \frac{\Delta A}{A_0}$$

Reducción
específica de área



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

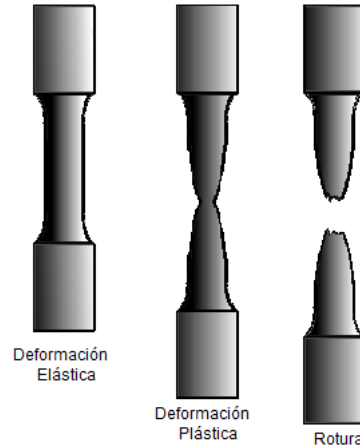
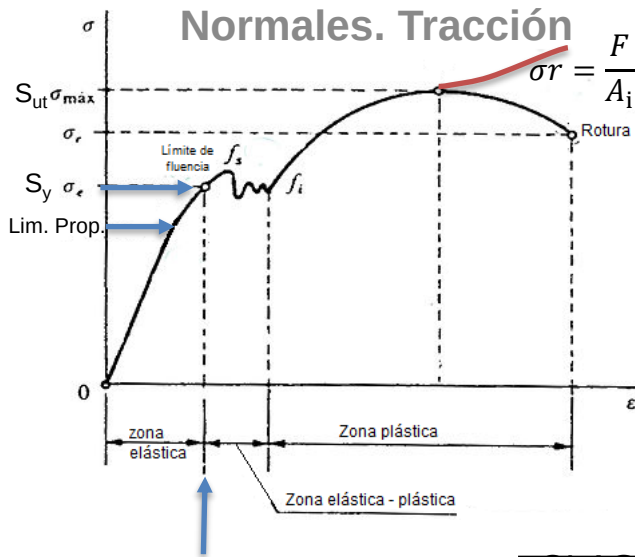
Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

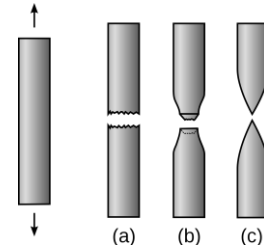
Ensayos destructivos

Cargas uniaxiales



Rotura a tracción

- a) Frágil
- b) Dúctil
- c) Plástico



Dúctil



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

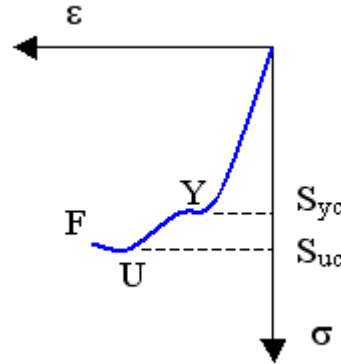
Ensayos destructivos

Cargas uniaxiales

Normales. Compresión



Rotura frágil



$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Ley de Hooke

E: Módulo de Young (rigidez)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

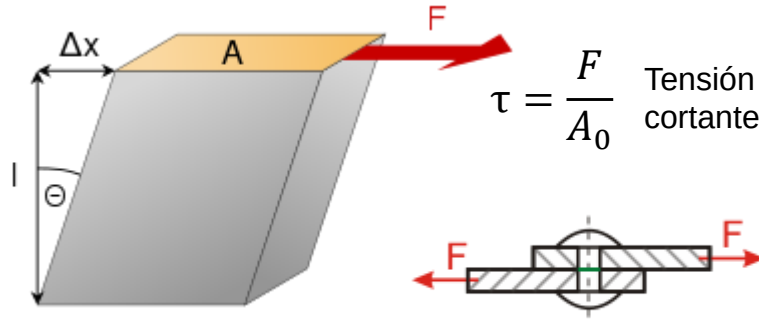
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Cargas uniaxiales

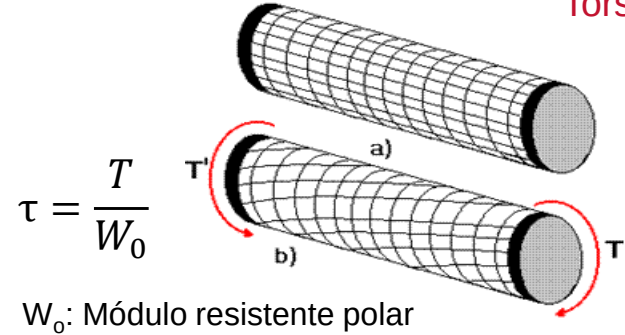
Cortantes. Cizalladura



$$\tau = G \cdot \gamma \quad G: \text{Módulo de rigidez cortante}$$

$$E = 2G(1 + \nu); \nu: \text{Coef. Poisson } (\approx 0,3 \text{ metales})$$

Torsión



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

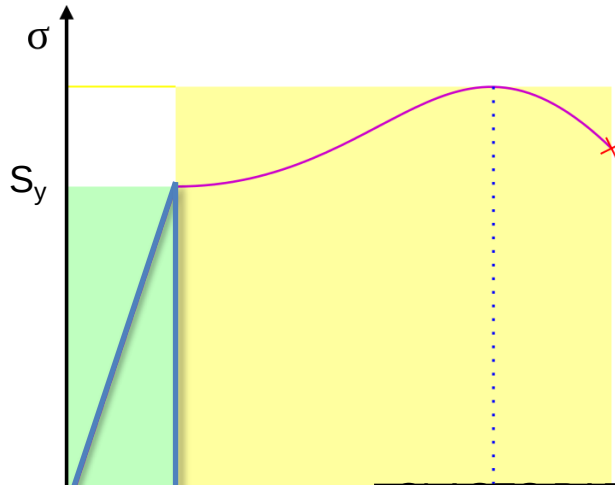
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

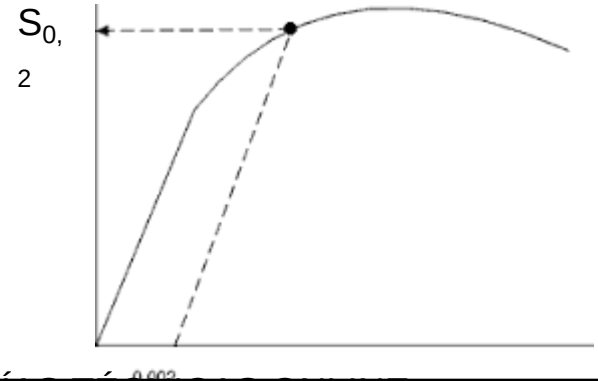
Ensayos destructivos

Resiliencia

Energía elástica almacenada en un cuerpo



$$u_r = \int_0^{\epsilon} \sigma d\epsilon$$
$$u_r = \frac{S_y^2}{2 \cdot E}$$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

y Tecnología

Ciencia de los materiales

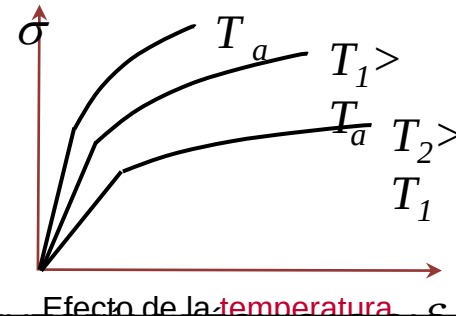
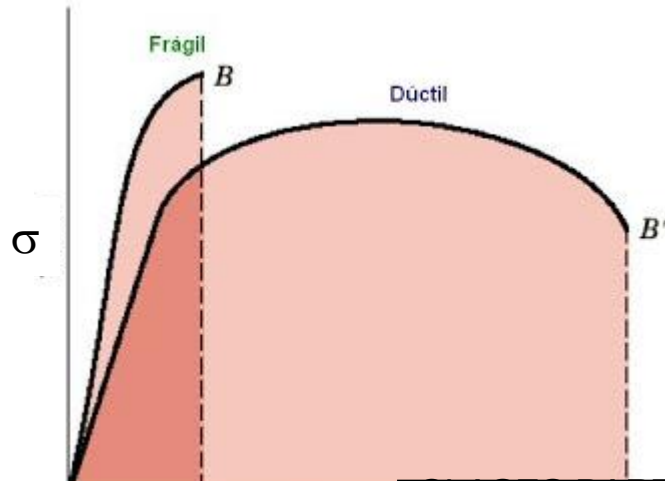
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Tenacidad

Energía almacenada hasta rotura



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

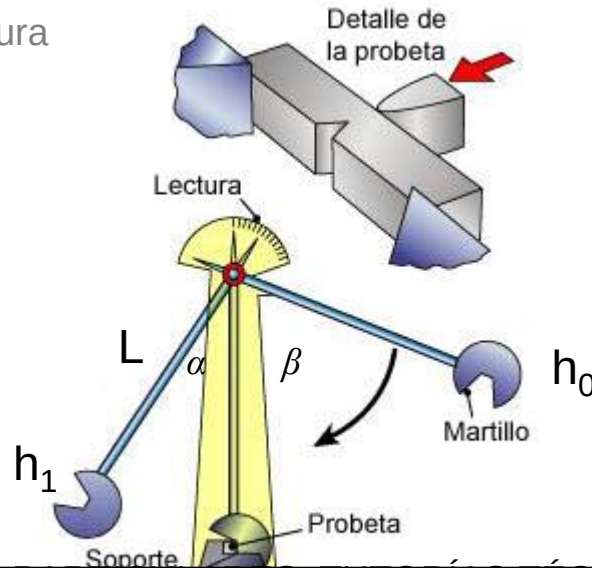
Ensayos destructivos

Tenacidad

Energía almacenada hasta rotura

Energía absorbida

$$E_a = F \cdot (h_0 - h_1).$$



Ensayo de Charpy

Resiliencia y tenacidad:
Este ensayo mide realmente la tenacidad, pero como la relación entre ambas es lineal, se considera una medida *indicativa* de la resiliencia.

$$\delta = \frac{E_a}{A} = \frac{F \cdot L \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

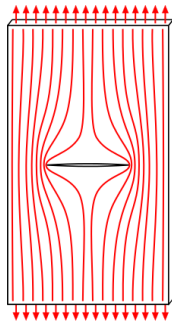
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

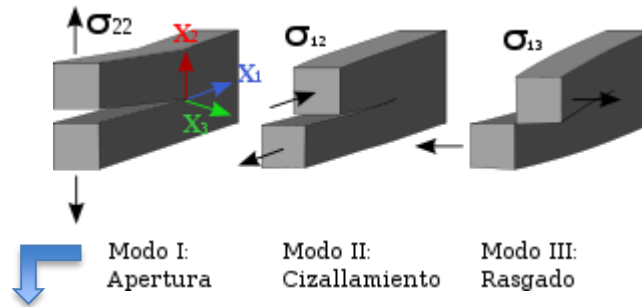
Tenacidad

Mecánica de fractura

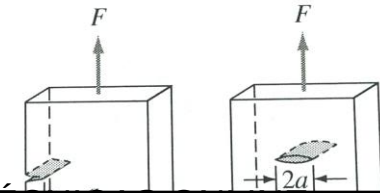


Concentración de tensiones en grietas

Tenacidad a la fractura



$$K_{Ic} = Y \sigma \sqrt{\pi a}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Dureza

Resistencia de un material a sufrir alteraciones físicas provocadas por otro (penetración, abrasión y rayado)

Orden	Mineral	Se puede rayar con
1	Talco	la uña fácilmente
2	Yeso	la uña con más dificultad
3	Calcita	moneda de cobre
4	Fluorita	cuchillo
5	Apatita	cuchillo difícilmente
6	Feldespato	cuchilla de acero
7	Cuarzo	raya el acero
8	Topacio	esmeralda
9	Corindón	solo raya el diamante
10	Diamante	mineral natural más duro

Talco



(Fuente: talco.cl)

Fluorita



(Fuente: laqueya.com)

Cuarzo



(Fuente: forum.hr)

Diamante



(Fuente: elamante.com.br)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

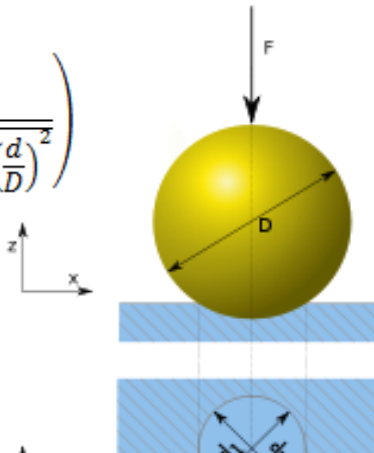
Dureza

Metales

Brinell

$$HB = \frac{2F}{\pi D^2} \left(\frac{1}{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \right)$$

$$F = K \cdot D^2$$



Durómetro



Dureza Brinell:

HB < 600

250 HB 10 500 30

Tipo de ensayo;

Diámetro bola;

Fuerza aplicada;

Tiempo ensayo

Valores típicos:

Acero (blando): 120 HB

Acero de herramientas: 650 HB

Acero inoxidable: 250 HB

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

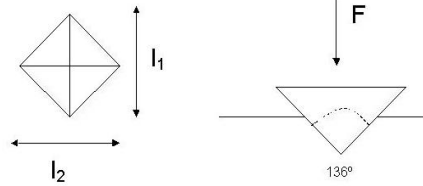
Dureza

Metales

Vickers

$$HV = \frac{1,8544 F}{l^2}$$

F= 5; 10; 15... kp



Pirámide de diamante



Valores típicos:

316L Acero inoxidable (USA) 140HV30

347L Acero inoxidable (USA) 180HV30

Acero al carbono 55-130HV5

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Dureza

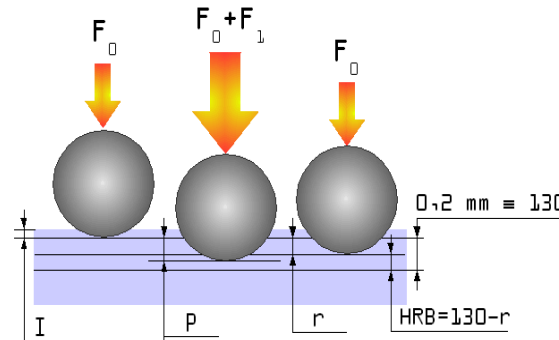
Metales

Rockwell

$$F_0 = 10 \text{ kp} \rightarrow I$$

$$F_0 + F_1 \rightarrow P$$

$$F_0 \rightarrow r$$



$$F_1 = 90 \text{ kp (bola)}$$

$$140 \text{ kp (cono)}$$

$$HRC = 100 - r$$

$$HRB = 130 - r$$

60 HRB

*I : penetración inicial antes de la carga adicional

*P : penetración con carga adicional

*r : penetración remanente sin la carga adicional

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

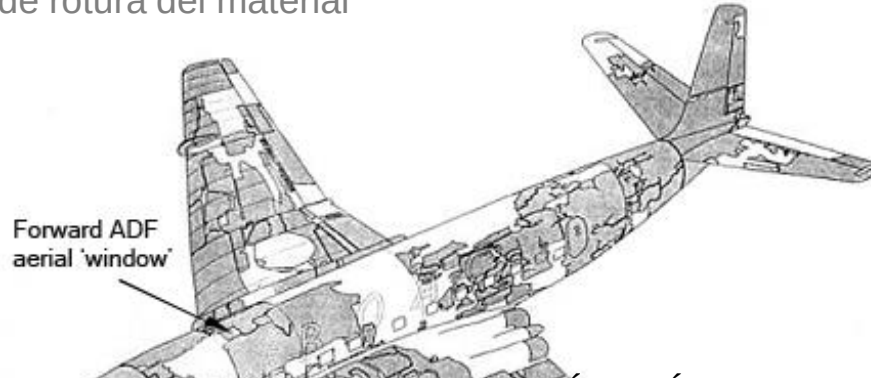
Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fatiga

Características

- Estructuras sometidas a cargas variables
- Rotura repentina (sin deformación aparente)
- Cargas inferiores a la de rotura del material



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

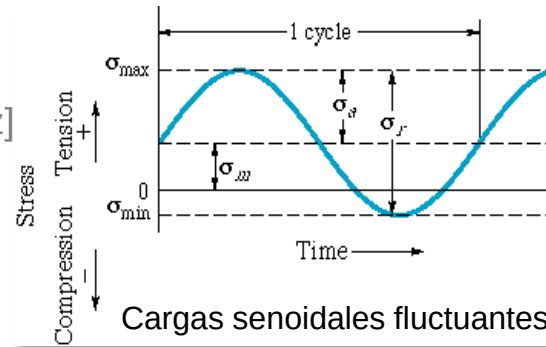
Fatiga

Conceptos generales

- Período: T [s]
- Frecuencia: $f = 1/T$ [1/s]
- Frecuencia angular: $\omega = 2\pi f$ [Hz]
- Amplitud: σ [Mpa].

Predicción de fallo

- Enfoque analítico:
 - Correlación entre tensión, deformación y ciclos hasta rotura.
 - Difícil de determinar y aplicar.
- Enfoque experimental



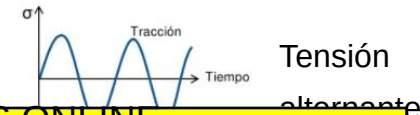
Amplitud

$$\sigma_a = \frac{\sigma_r}{2} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

Tensión media

$$\sigma_{med} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

Fluctuante: $\sigma_a \neq 0$
 $\sigma_m \neq 0$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

y Tecnología

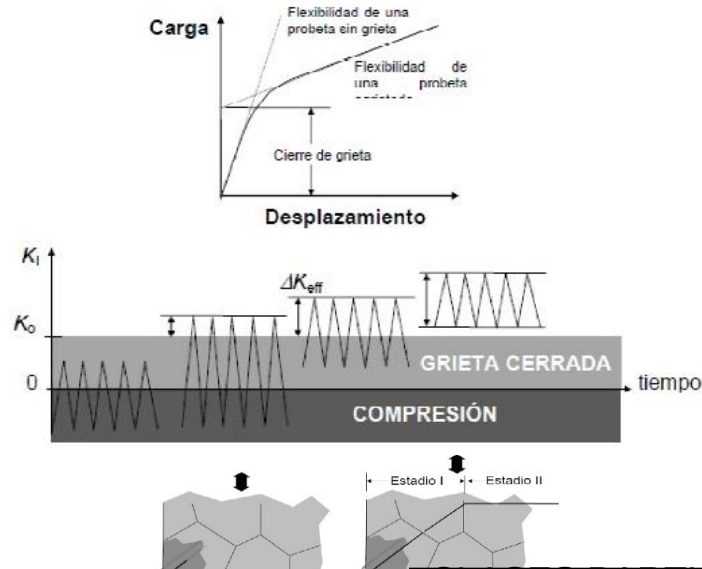
Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

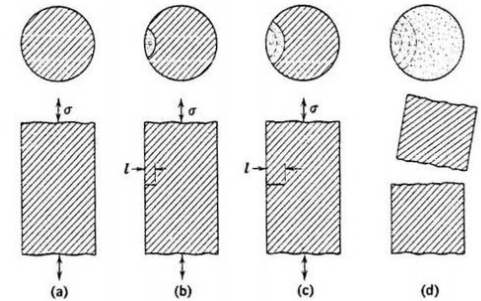
Ensayos destructivos

Fatiga



Fases

- Inicio
- Propagación
- Rotura



Aspecto de la rotura

Zona Lisa. Propagación grieta:

Marcas de Playa

Líneas Radiales

Zona Rugosa. Zona remanente que termina con rotura frágil.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

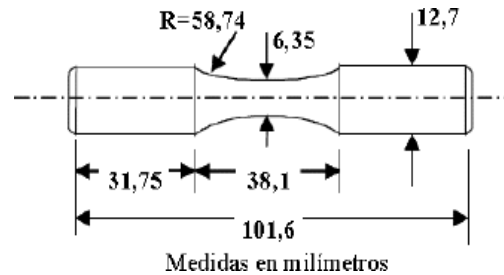
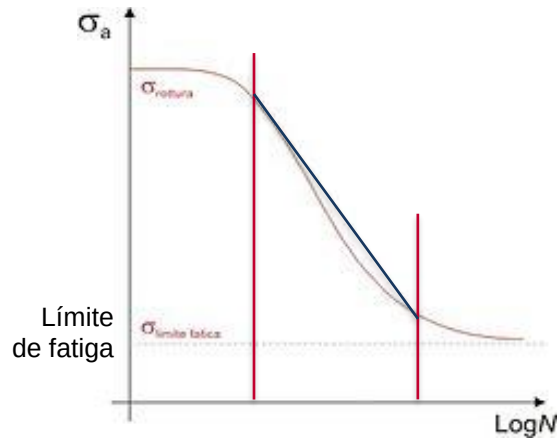
Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

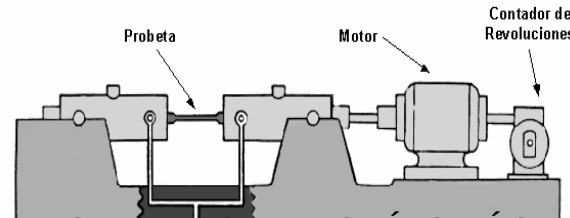
Fatiga

Ensayo de Wohler



Condiciones estándar

Flexión rotativa
Temperatura 20 °C
Probeta pulida
Confianza 50 %



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

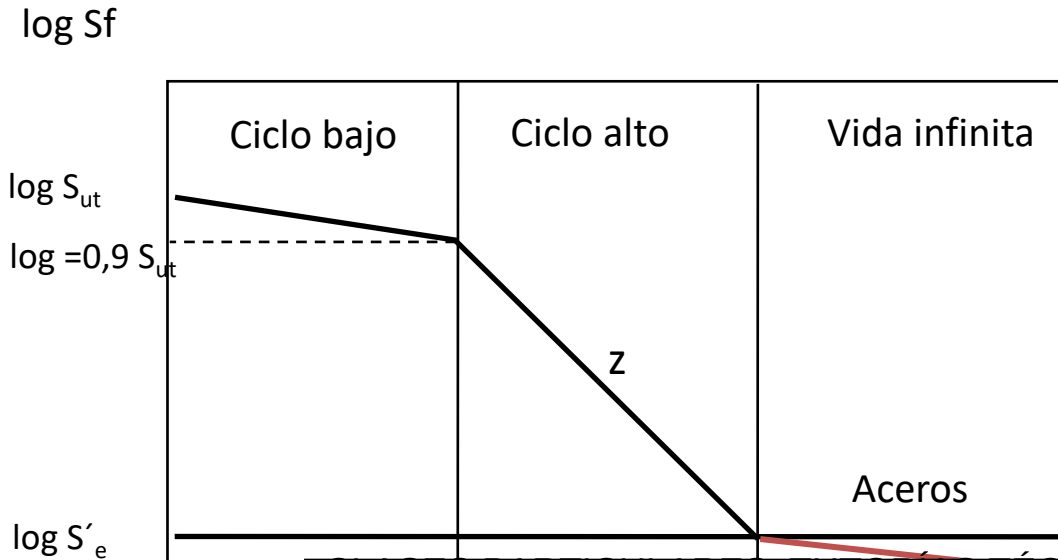
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fatiga



Cartagena99

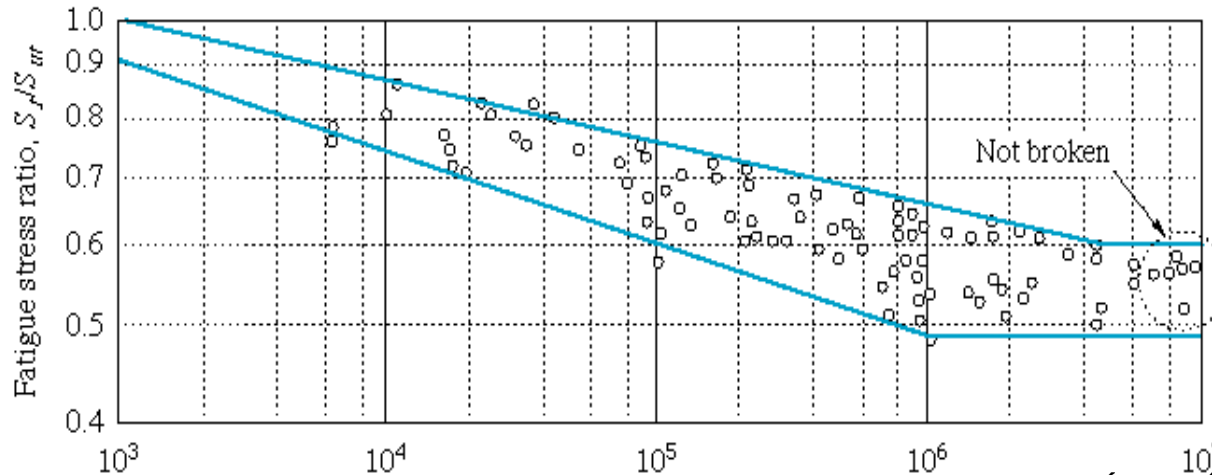
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fatiga



Aleaciones férreas, con límite de fatiga

Aceros: cálculo práctico
Se' = el menor valor de:

- $0,5 S_u$ (Flexión)
- $0,45 S_u$ (Carga axial)
- $0,29 S_u$ (Torsión)
- 700 MPa

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

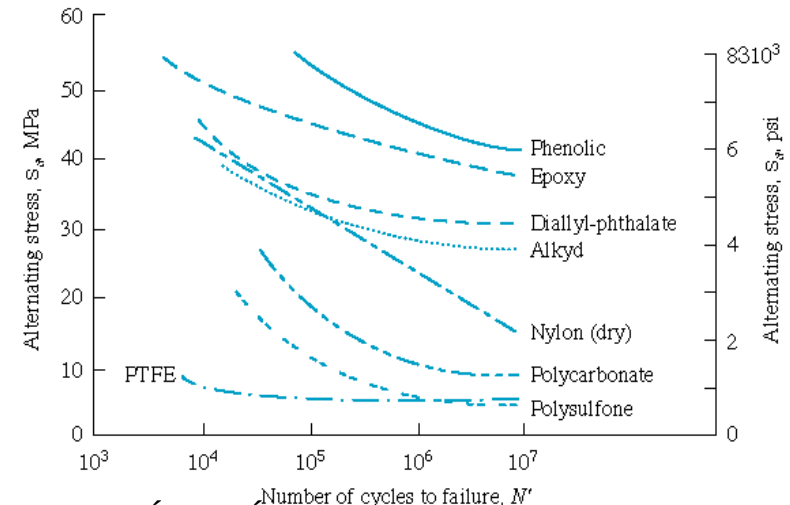
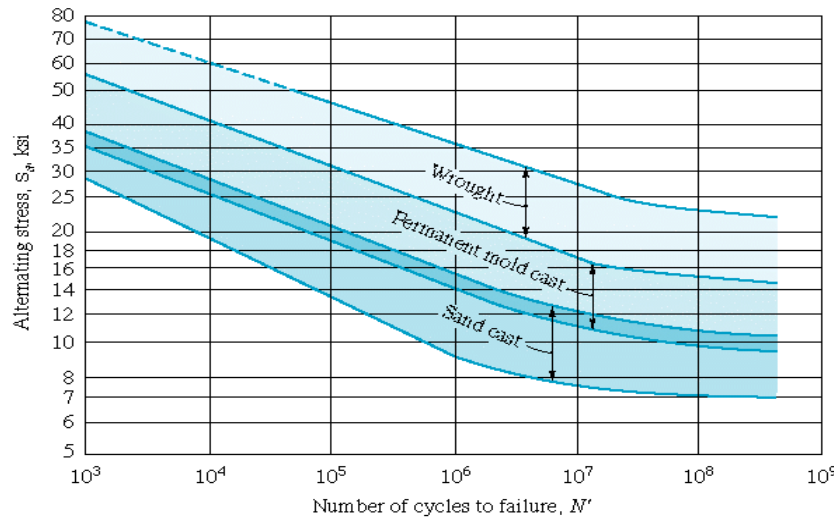
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fatiga



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fatiga

Factores de corrección

En condiciones de trabajo normal, se aplican factores de corrección:

S_e = límite de fatiga real (MPa)

S'_e = límite de fatiga teórico (ensayo)

k_a = coeficiente por acabado superficial

k_b = coeficiente por tamaño

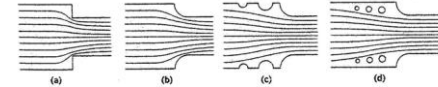
k_c = coeficiente de confianza

k_t = coeficiente de temperatura

k_e = coeficiente de sensibilidad a la entalla

Factores diversos

•Diseño



•Proceso de fabricación Esfuerzos residuales



•Recubrimientos

Cementación

Nitruración



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Fluencia bajo tensión

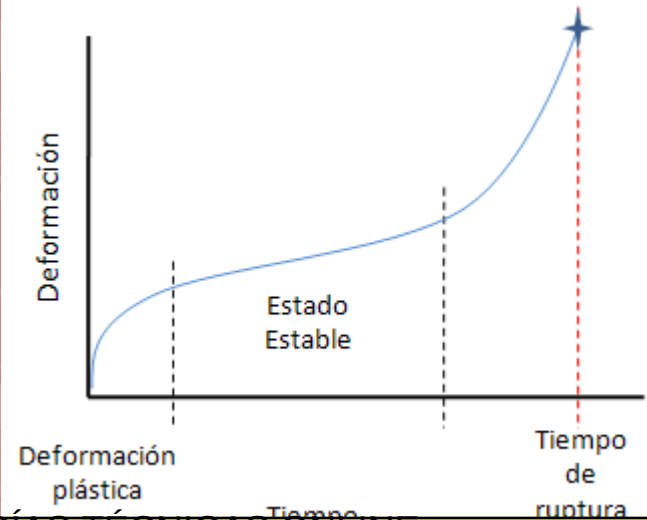
Deformaciones producidas en piezas sometidas a estados de esfuerzo, sobre todo en altas temperaturas (termofluencia). Puede ir acompañada por corrosión bajo tensión

Etapas:

Deformación primaria o transitoria, debida al efecto de la temperatura en la estructura interna del material.

Deformación secundaria o estacionaria. La deformación se incrementa proporcionalmente al tiempo. La pendiente de la recta se define como velocidad de termofluencia.

Deformación terciaria o de ruptura. La deformación se



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

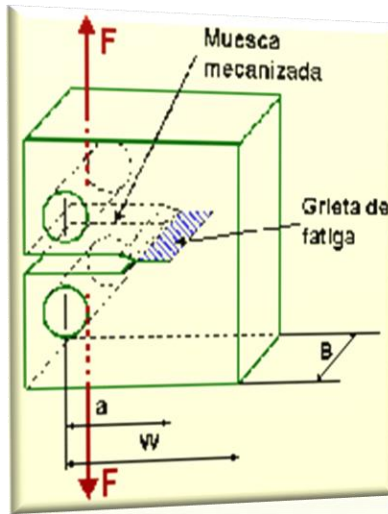
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Ensayos de fractura



Ensayo de doblado



(Fuente: ecured.cu)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

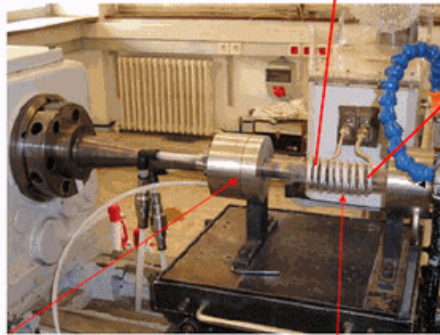
Ensayos destructivos

Torsión en caliente

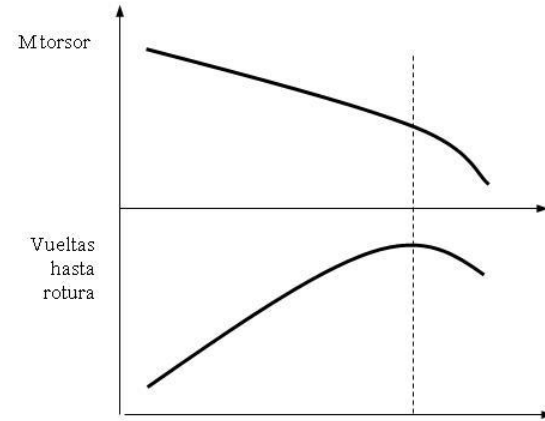
Montaje experimental

Muestra

Banco de torsión



Extremo que gira



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

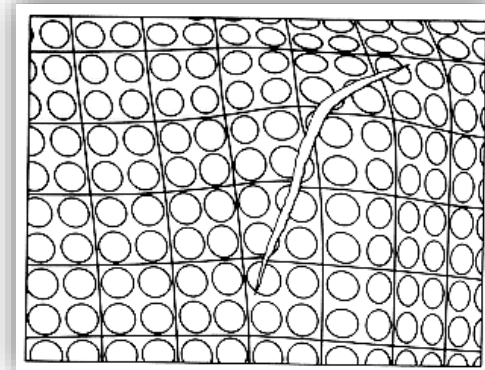
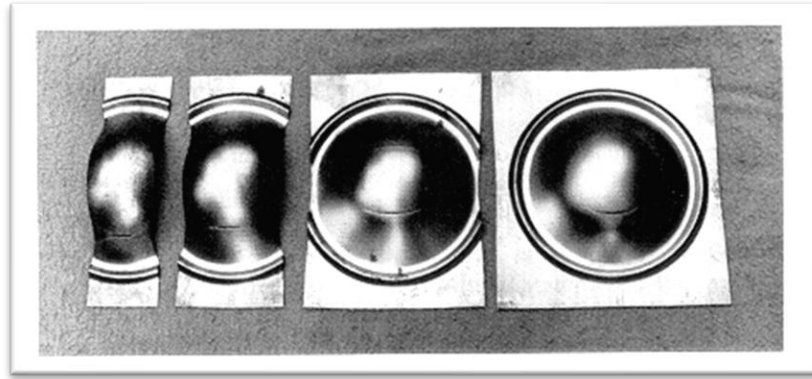
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

Ensayos destructivos

Ensayo de embutición



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Propiedades mecánicas

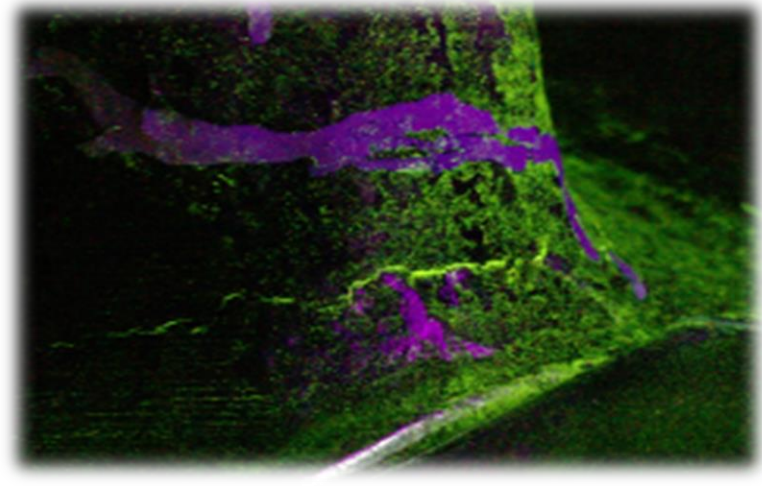
Ensayos no destructivos

Líquidos penetrantes



(Fuente: cylex.com.mx)

Partículas magnéticas



(Fuente: saiscolombia.com)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

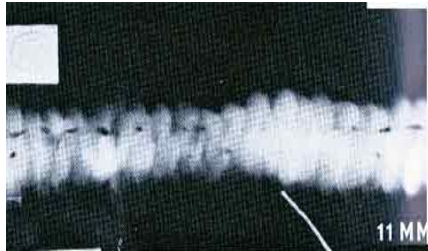
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

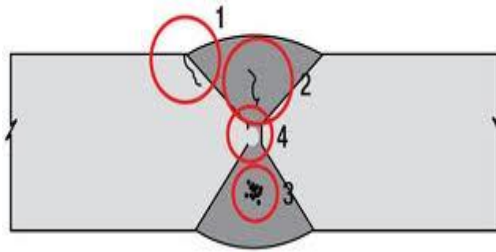
Propiedades mecánicas

Ensayos no destructivos

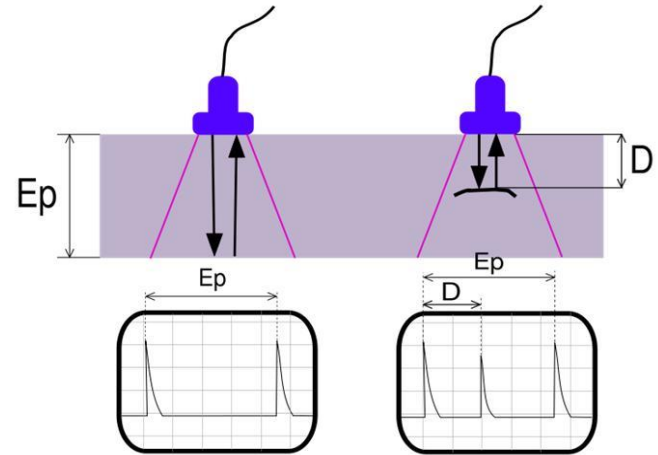
Análisis radiológico



(Fuente: atmosferis.com)



Ultrasonidos



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

FIN

Muchas gracias

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70