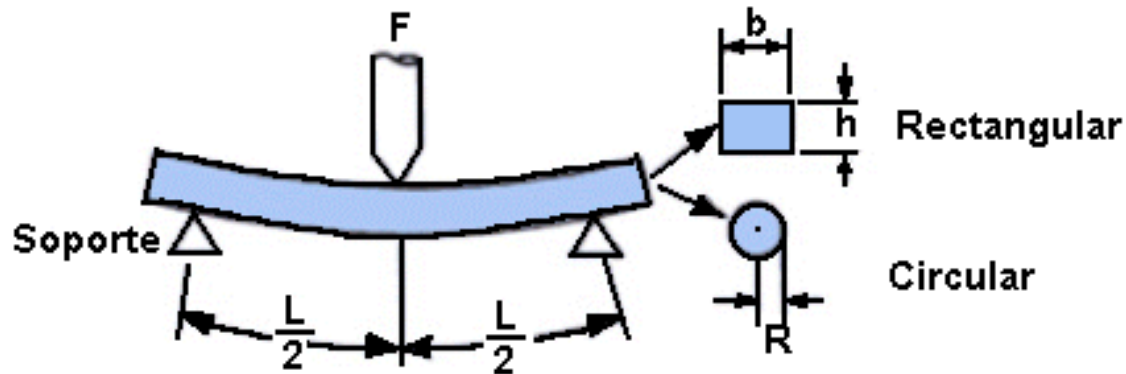


El Ensayo de Flexión (materiales cerámicos)



Esquema del ensayo de flexión en tres puntos para medir el comportamiento esfuerzo-deformación y la resistencia a la flexión de materiales.

Donde: M = máximo momento de flexión

C = Distancia del centroide a la fibra a analizar

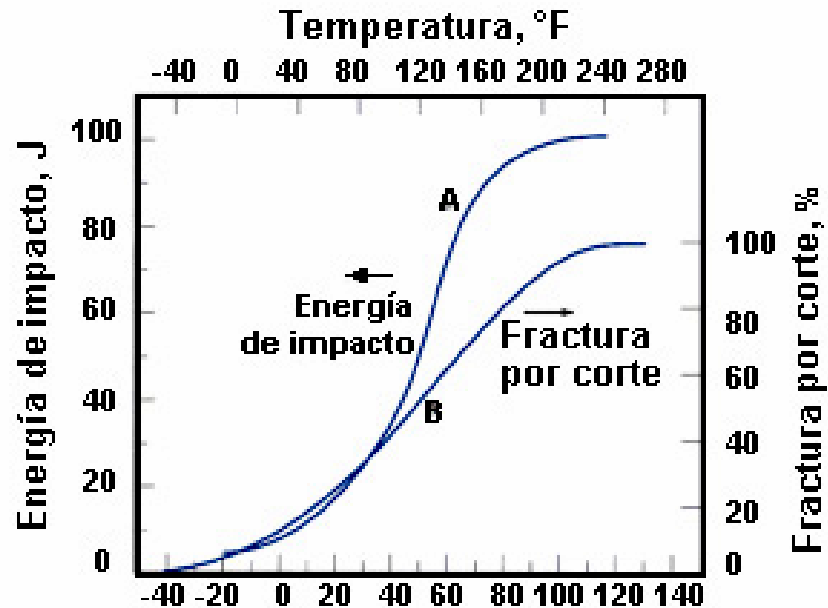
I = momento de inercia

F = carga aplicada

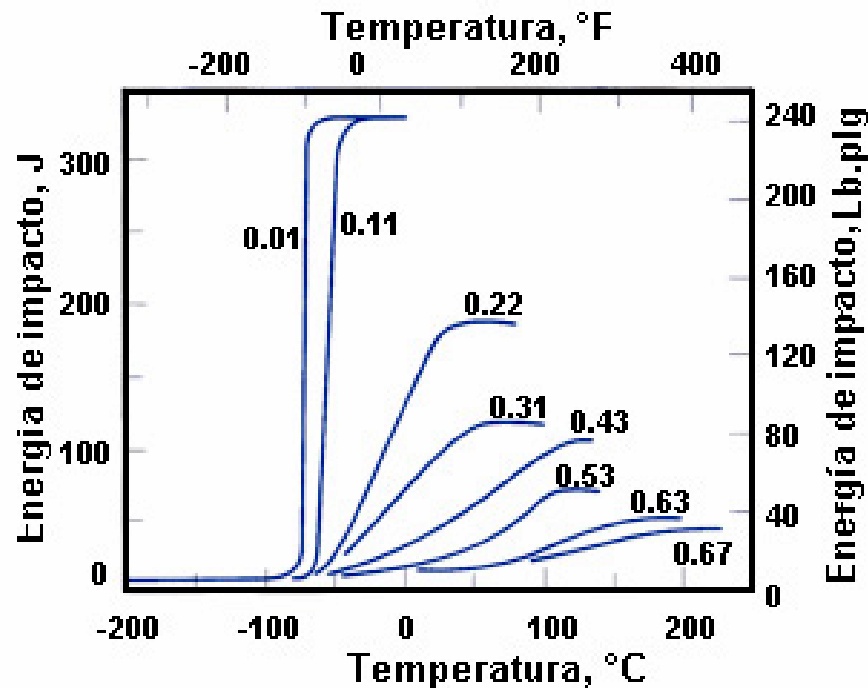
b y h = Ancho y altura de la viga, R = Radio de la viga

Probeta	M	c	I	σ
Rectangular	$\frac{FL}{4}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{3FL}{2bh^2}$
Circular	$\frac{FL}{4}$	R	$\frac{\pi R^4}{4}$	$\frac{FL}{\pi R^3}$

Temperatura de Transición Dúctil- Frágil



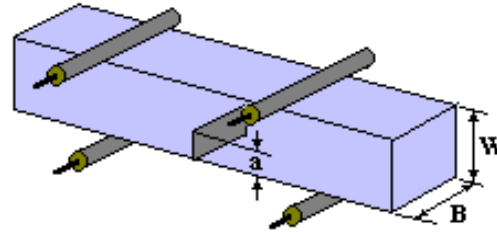
Dependencia de la temperatura sobre la energía de impacto de una probeta entallada (curva A) y Porcentaje de la fractura de corte (curva B) para un acero estructural A283.



Influencia del porcentaje de carbono sobre la energía de impacto en dependencia de la temperatura de ensayo.

TENACIDAD A LA FRACTURA

Prueba de tenacidad a la fractura mediante un ensayo de flexión en cuatro puntos.



La expresión que permite calcular la tenacidad a la fractura K_{ic} es:

$$K_{ic} = Y \sigma_f \sqrt{\pi a}$$

Donde.

K_{ic} : tenacidad a la fractura [MPa].

Y: constante adimensional normalmente igual a 1.

σ_f : esfuerzo de fractura [MPa, Ksi].

a: Longitud de la grieta interna de mayor tamaño que puede soportar un material sin romperse [m, plg].

El ensayo de dureza

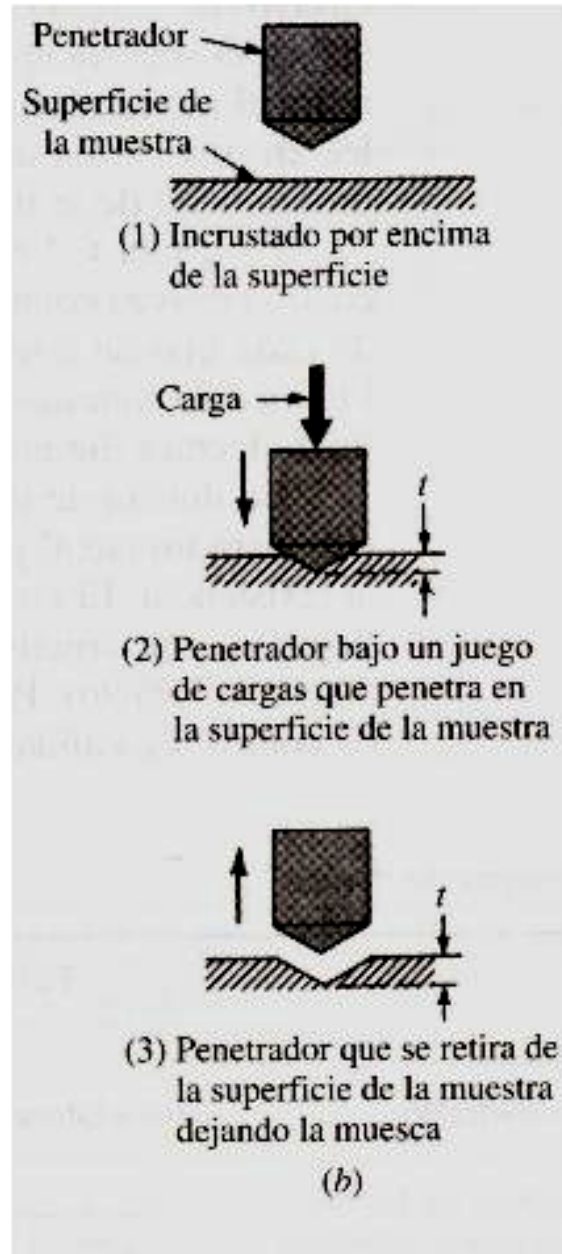
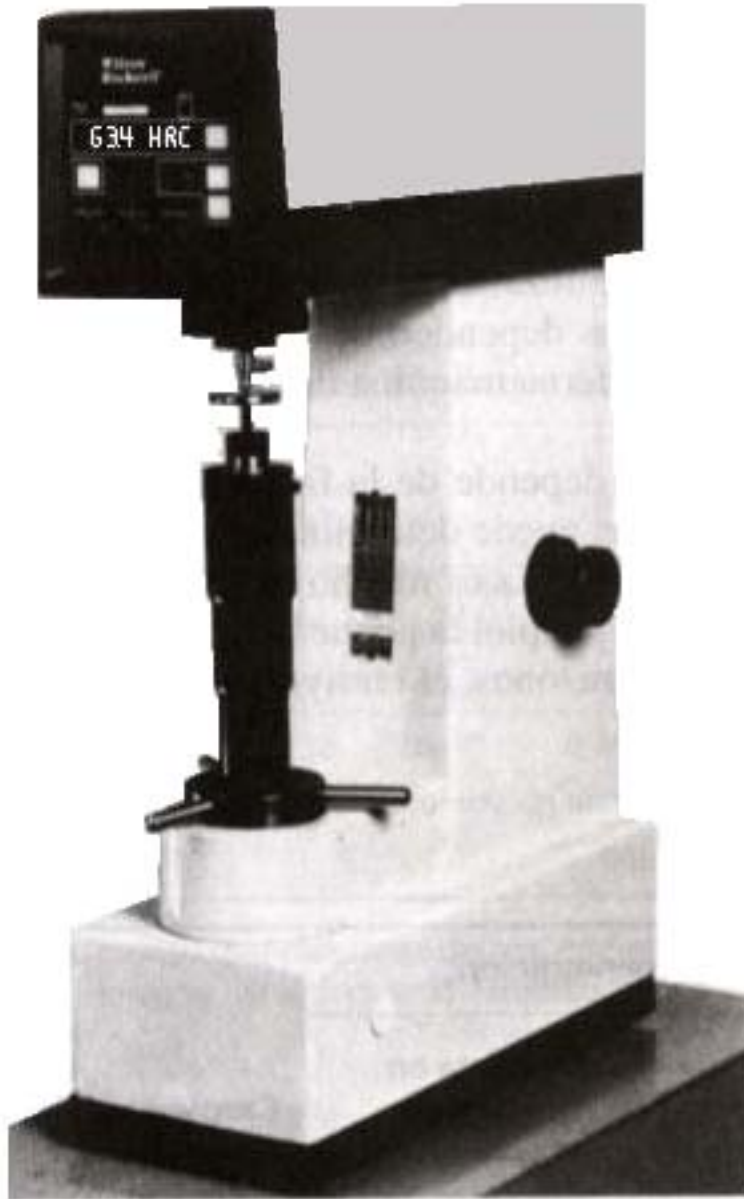
Equipos antiguos

Escala Mohs (1882)

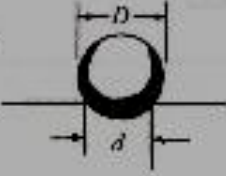

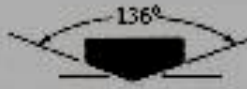

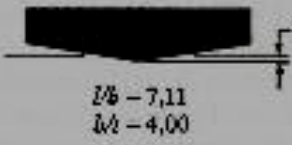







- 1. Talco***
- 2. Gipsita***
- 3. Calcita***
- 4. Fluorita***
- 5. Apatita***
- 6. Feldespato***
- 7. Cuarzo***
- 8. Topacio***
- 9. Safiro***
- 10. Diamante***



Equipo moderno



El ensayo de dureza.

Ensayos de dureza					
Forma de penetración					
Ensayo	Penetrador	Vista lateral	Vista en planta	Carga	Fórmula para el índice de dureza
Brinell	Esfera de 10 mm de acero o carburo de wolframio			P	$BHN = \frac{2P}{\pi(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Vickers	Pirámide de diamante			P	$VHN = \frac{1,72P}{d_1^2}$
Microdureza de Knoop	Pirámide de diamante			P	$KHN = \frac{14,2P}{l^2}$
Rockwell					
A C D	Cono de diamante			$60 \text{ kg } R_A =$ $150 \text{ kg } R_C =$ $100 \text{ kg } R_D =$	100-500t
B F G	Esfera de acero de $\frac{1}{16}$ pul de diámetro			$100 \text{ kg } R_B =$ $60 \text{ kg } R_F =$ $150 \text{ kg } R_G =$	130-500t
E	Esfera de acero de $\frac{1}{8}$ pul de diámetro			$100 \text{ kg } R_E =$	

Fuente: Según H. W. Haydn, W. G. Moffat y J. Wulf, «The Structure and Properties of Materials» vol. III, Wiley, 1965, pág. 12.

TABLA DE DUREZAS

Brinell HB	Vickers HV	Rockwell				Shore HS
		HRA	HR B	HR C	HR D	
-	940	85,6	-	68	76,9	97
-	900	85,0	-	67	76,1	95
-	865	84,5	-	66	75,4	92
739	832	83,9	-	65	74,5	91
722	800	83,4	-	64	73,8	88
705	772	82,8	-	63	73,0	87
688	746	82,3	-	62	72,2	85
670	720	81,8	-	61	71,5	83
654	697	81,2	-	60	70,7	81
634	674	80,7	-	59	69,9	80
615	653	80,1	-	58	69,2	78
595	633	79,6	-	57	68,5	76
577	613	79,0	-	56	67,7	75
560	595	78,5	-	55	66,9	74
543	577	78,0	-	54	66,1	72
525	560	77,4	-	53	65,4	71
512	544	76,8	-	52	64,6	69
496	528	76,3	-	51	63,8	68
481	513	75,9	-	50	63,1	67
469	498	75,2	-	49	62,1	66
455	484	74,7	-	48	61,4	64
443	471	74,1	-	47	60,8	63
432	458	73,6	-	46	60,0	62
421	446	73,1	-	45	59,2	60
409	434	72,5	-	44	58,5	58
400	423	72,0	-	43	57,7	57
390	412	71,5	-	42	56,9	56
381	402	70,9	-	41	56,2	55
371	392	70,4	-	40	55,4	54
362	382	69,9	-	39	54,6	52
353	372	69,4	-	38	53,8	51
344	363	68,9	-	37	53,1	50

Dureza en cauchos

Shore A



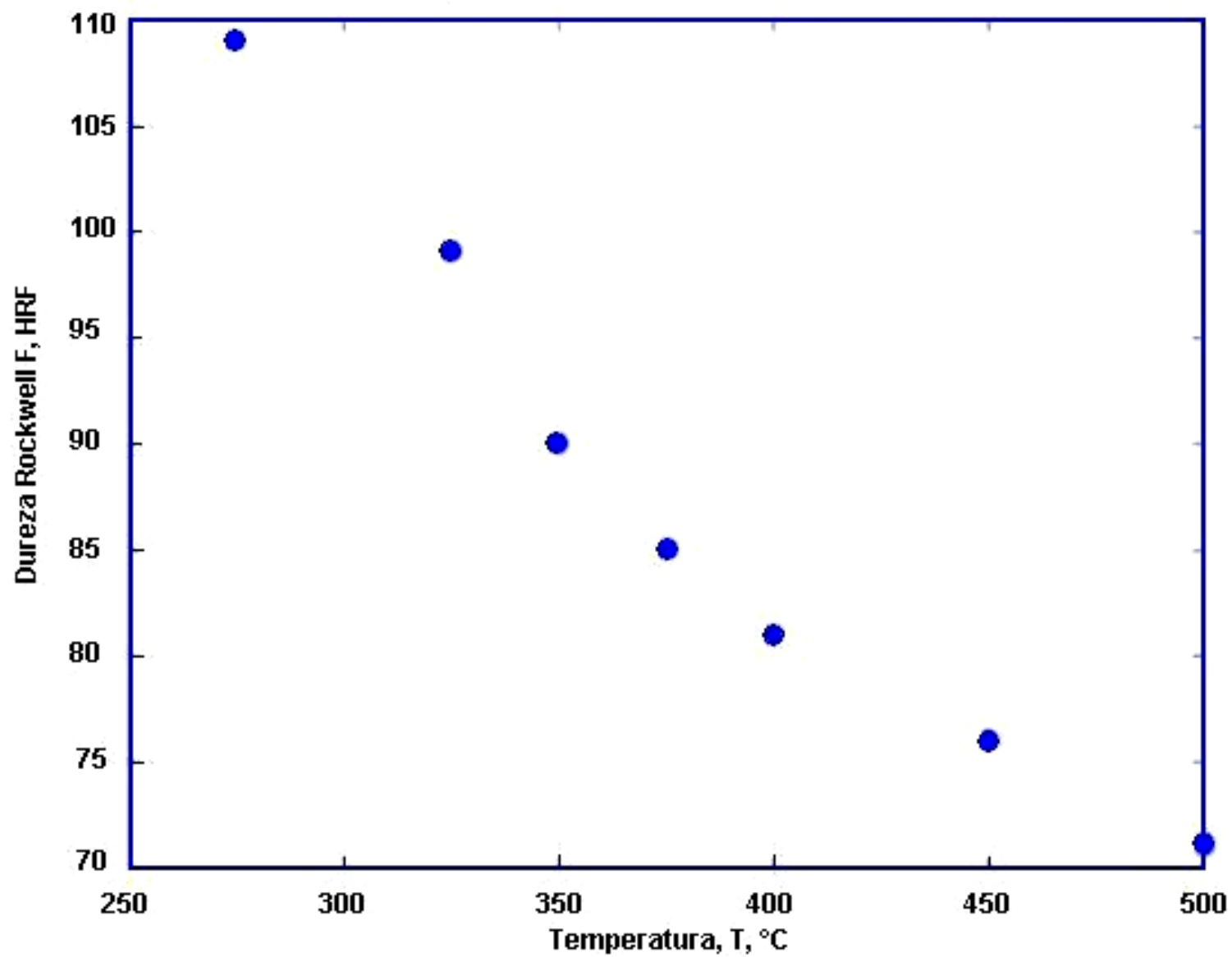
Shore D



Microdureza y nano dureza



Efecto de la temperatura de recocido sobre la dureza de un latón



El Ensayo de fatiga

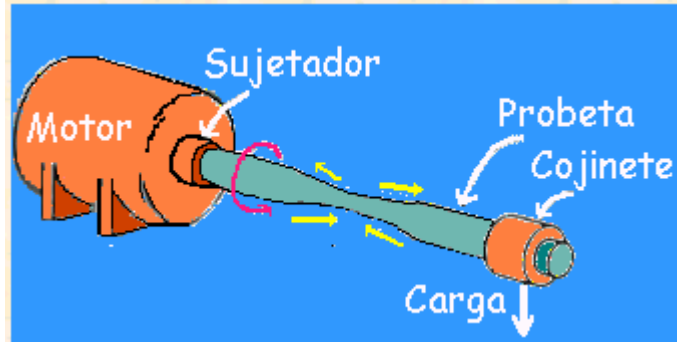
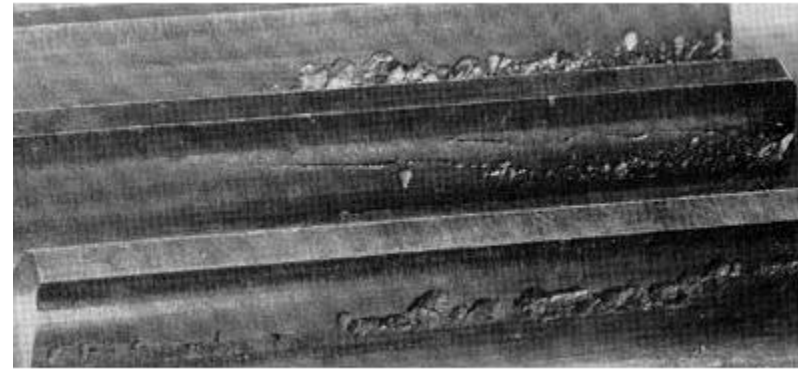


Diagrama esquemático de una máquina de fatiga para realizar ensayos de flexión rotatorios

Falla ocasionada por fatiga



Un material sometido a esfuerzos cíclicos. puede fallar después de numerosas aplicaciones. Este tipo de falla se conoce como "fatiga".

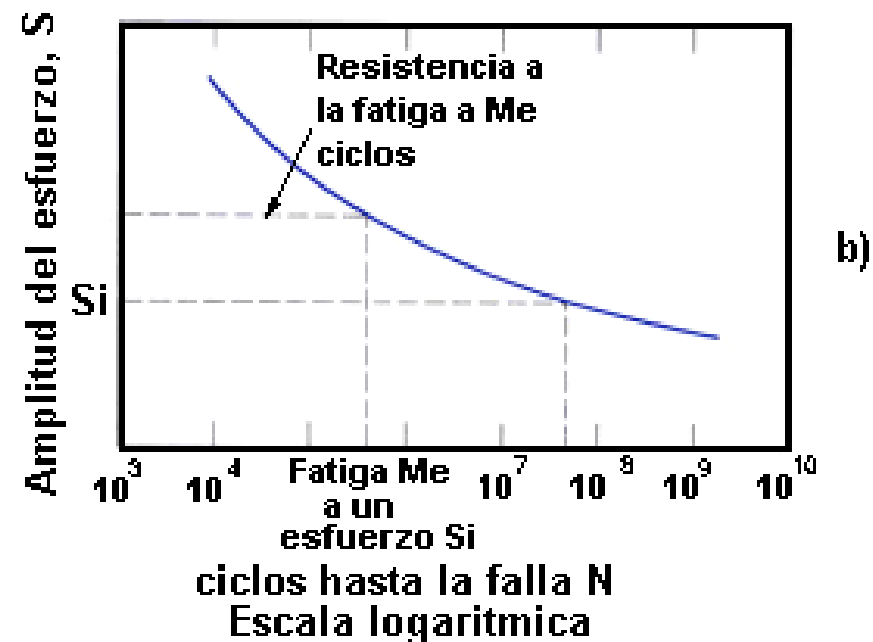
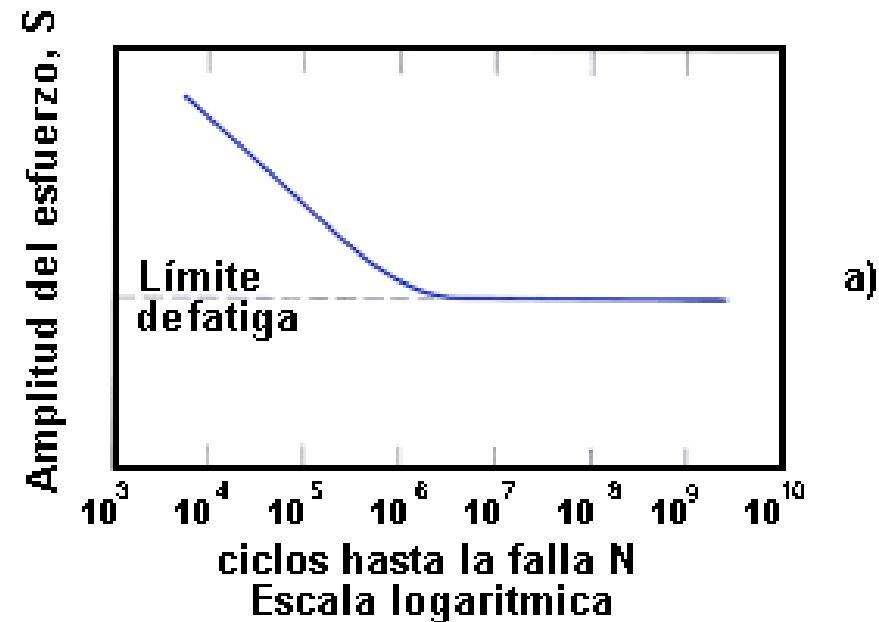
Las fallas se inician con una grieta minúscula sobre la superficie, esta se propaga gradualmente, conforme la carga sigue su aplicación cíclica. Finalmente el material no soporta las cargas y ocurre la fractura súbita.

$$\text{Relación de fatiga} = \frac{\text{Esfuerzo límite para la fatiga}}{\text{Resistencia a la tensión}} \approx 0,5$$

El Ensayo y las Curvas de fatiga

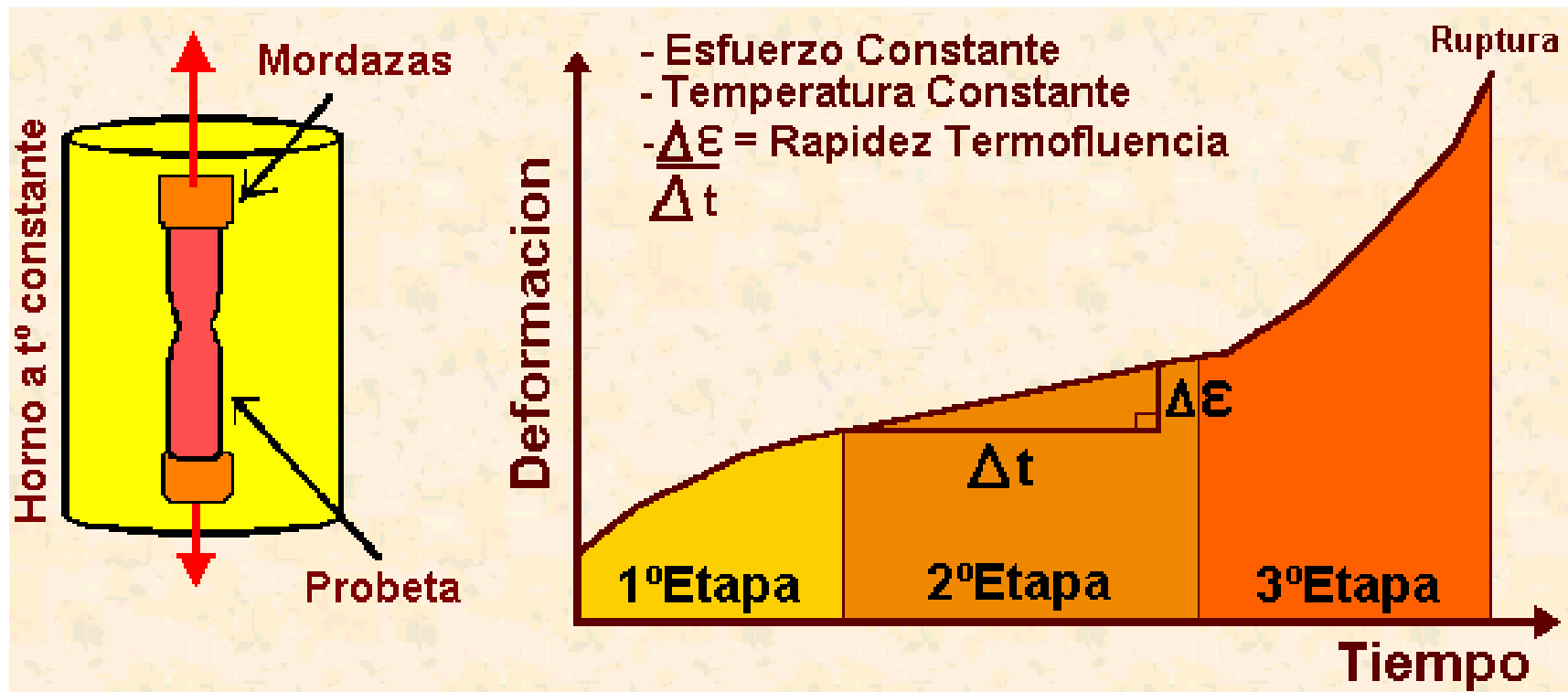
Amplitud del esfuerzo (S) contra el logaritmo del número de ciclos hasta la falla por fatiga (N) para:

- a) Un material que presenta una fatiga límite y*
- b) Un material sin limite de fatiga*



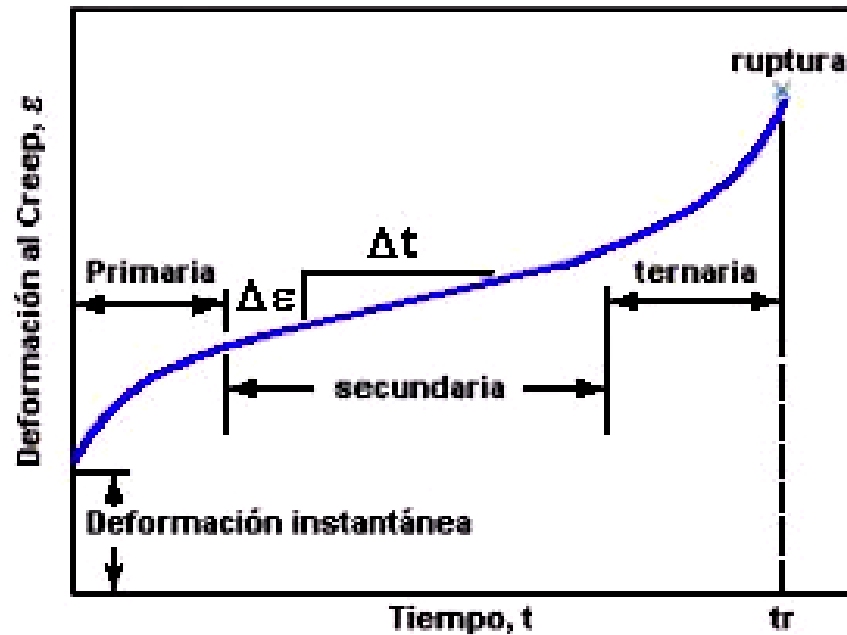
El ensayo de Termofluencia y Curva característica

Creep. Deformación permanente de un material con el tiempo
Que ocurre bajo esfuerzo. Para muchos materiales, el creep es importante solo a altas temperaturas



Termofluencia y Curvas de fluencia

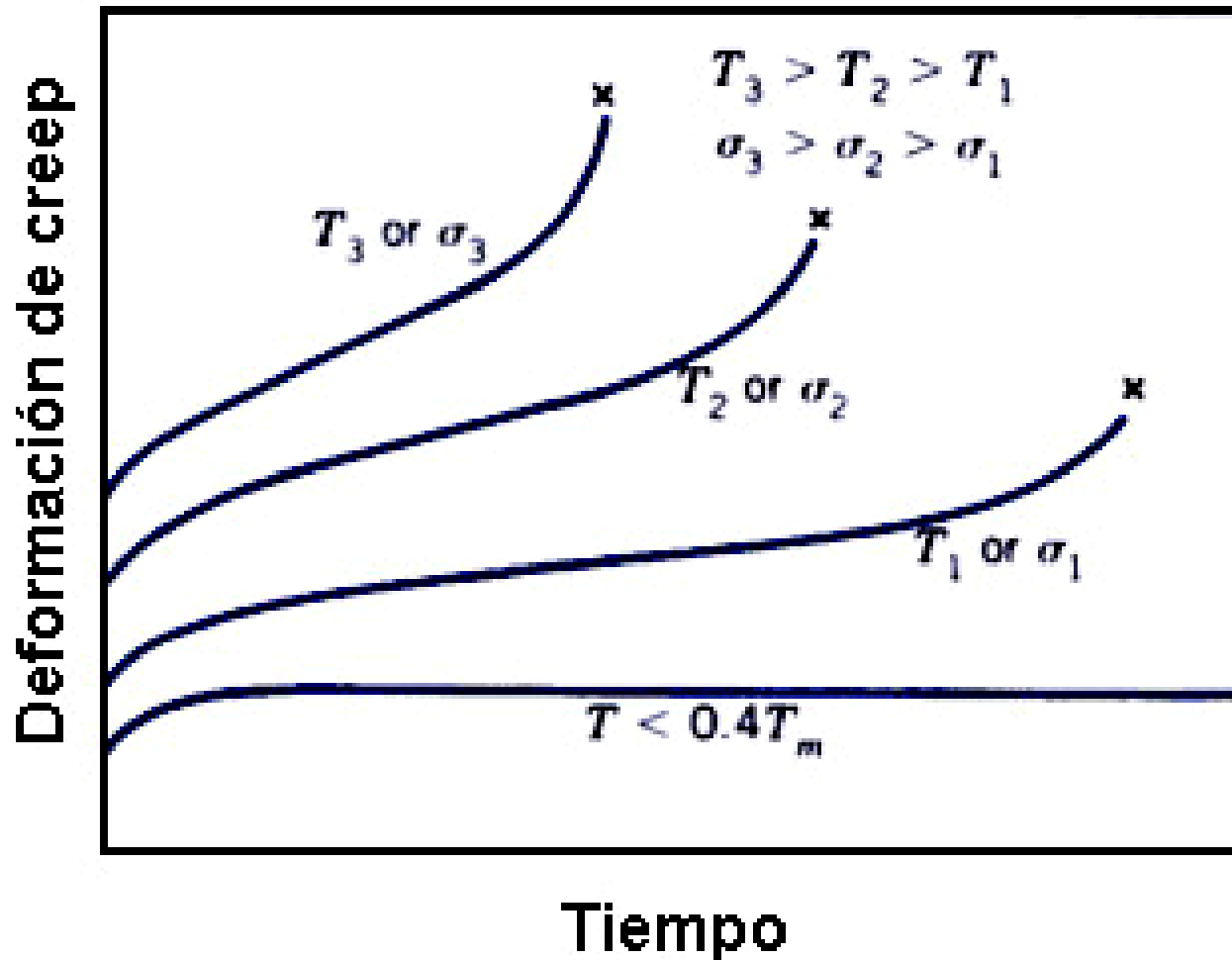
Ensayo de Termofluencia : Comportamiento de un material cuando se aplica un esfuerzo constante a una probeta calentada a una alta temperatura.



Curva típica de Creep de deformación vs tiempo a esfuerzo cte y temperatura elevada cte. La mínima tasa de creep $\Delta\epsilon/\Delta t$ es la pendiente es la pendiente del segmento de recta en la región secundaria. El tiempo de vida hasta la ruptura t_r es el tiempo total hasta que la probeta rompe

$$\text{Rapidez de termofluencia} = \frac{\text{Cambio deformación}}{\text{Cambio en el tiempo}}$$

Fluencia y Curvas de fluencia



Influencia del esfuerzo σ y la temperatura T sobre el comportamiento al creep.