FATIGA

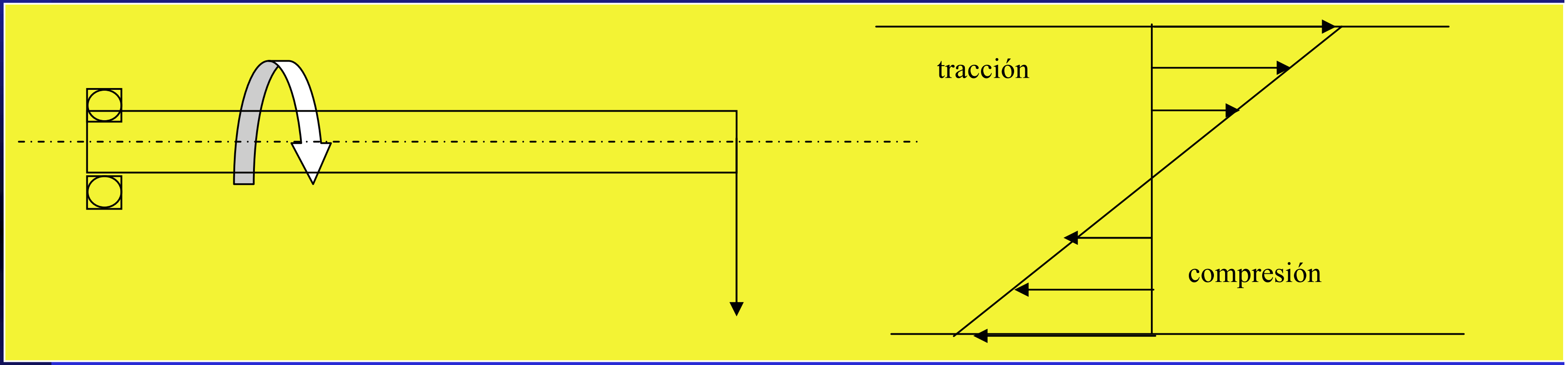
PROF. OSCAR BUSTOS

Clasificación de los procesos de fatiga

FATIGA

- Fatiga de componentes no agrietadas: no existen grietas previas.
  - Fatiga de alto número de ciclos: fatiga a $\sigma<\sigma_{ys}$, $N>10^4$ ciclos
  - Fatiga de bajo número de ciclos: fatiga a $\sigma>\sigma_{ys}$ y $N<10^4$ ciclos
- Fatiga de estructuras agrietadas: la grieta existe previamente.

Fatiga Rotatoria

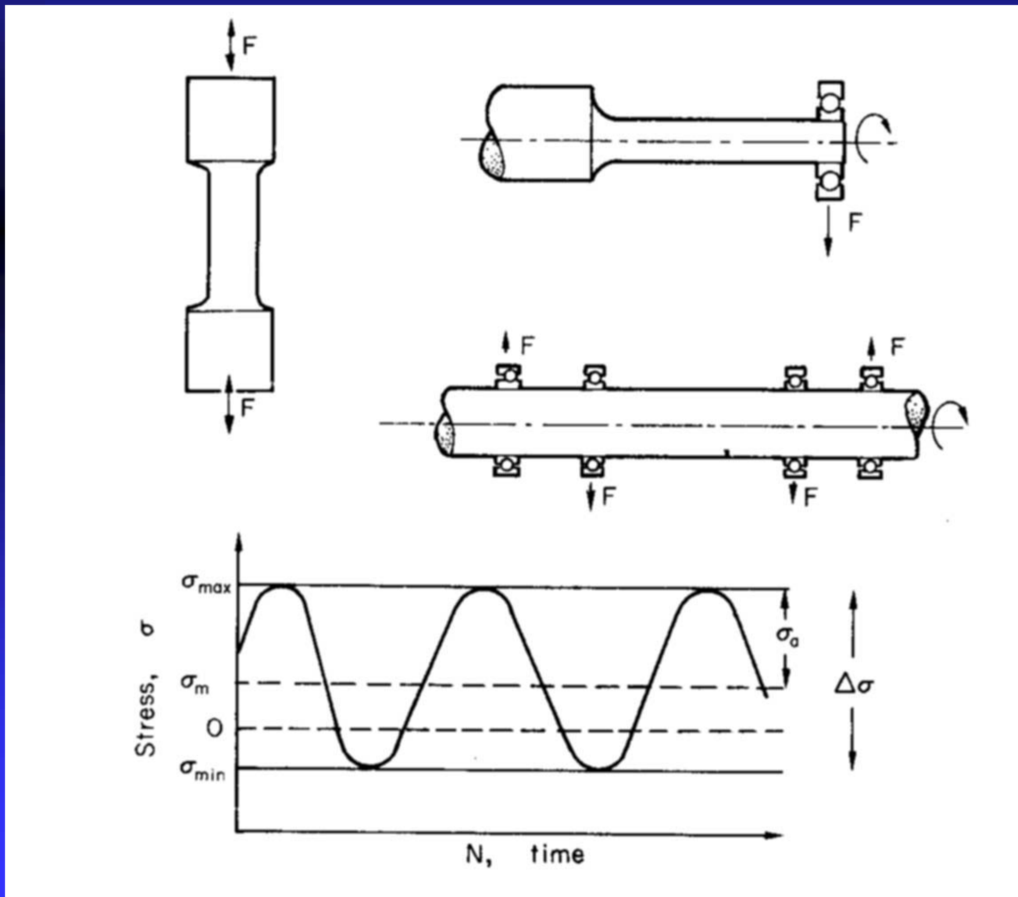


Razón de carga R= -1

$$R = \frac{P_{mín}}{P_{máx}}$$

COMPORTAMIENTO EN FATIGA EN COMPONENTES NO AGRIETADOS

$$\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}; \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}; \quad \sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$



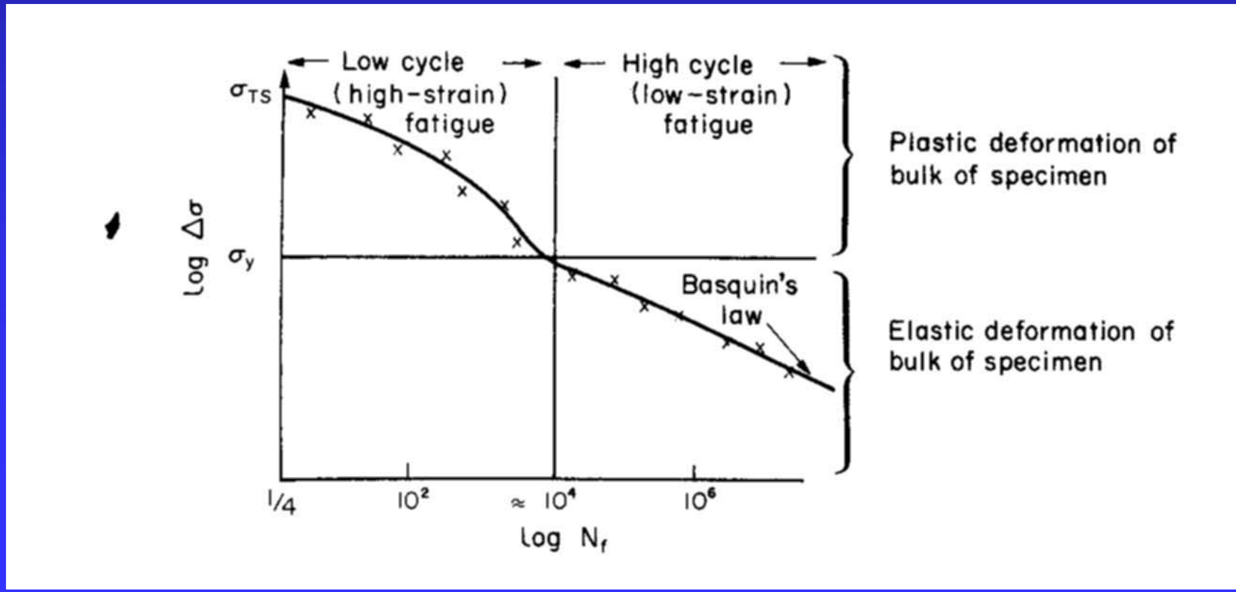
N : Nº ciclos de fatiga

N_f : Nº de ciclos de falla

Para fatiga con alto número de ciclos en componentes no agrietados, en los cuales, tanto el σ_{max} o el $|\sigma_{min}|$ no están sobre el límite de fluencia, se ha encontrado que los datos experimentales pueden ajustarse por medio de la siguiente ecuación

$$\boxed{\Delta\sigma \cdot N_f^{\alpha} = C_1}$$

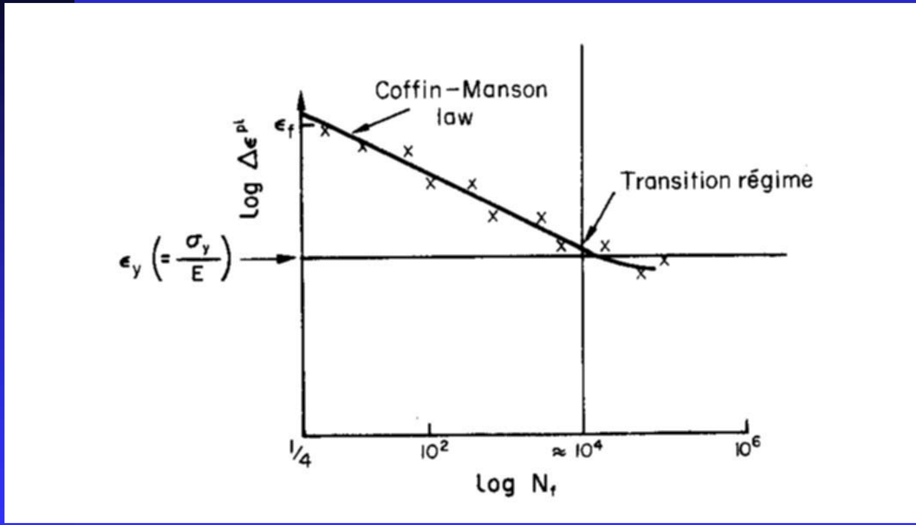
Esta relación se conoce como la ley de Basquin.
a es una constante que variía entre 1/8 y 1/15 y Cl es otra constante

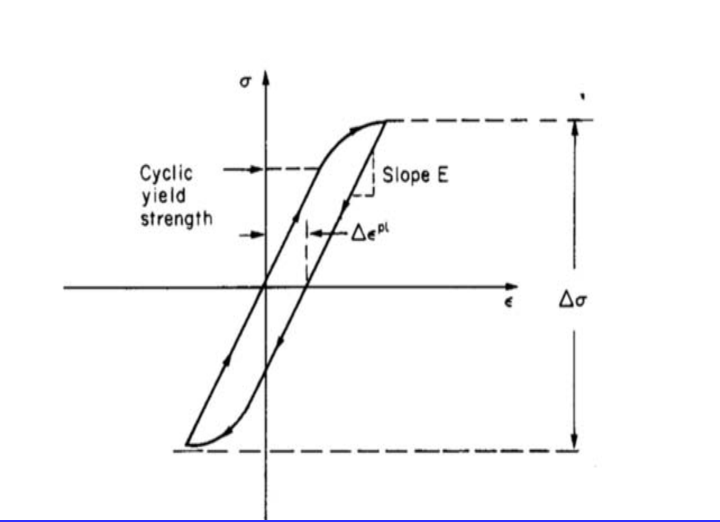


Para fatiga con bajo número de ciclos en componentes no agrietados, donde tanto σ_{max} como $|\sigma_{min}|$ están sobre el límite de fluencia, la ley de Basquins ya no es válida Como se muestra en la figura. Pero se puede obtener un gráfico lineal si se considera El rango de deformación plástica $\Delta\varepsilon^{pl}$. Este resultado es conocido como la ley de Coffin-Manson

$$\boxed{\Delta\varepsilon^{pl} \cdot N_f^{b} = C_2}$$

Donde b (0.5-0.6)
C_2 es constante





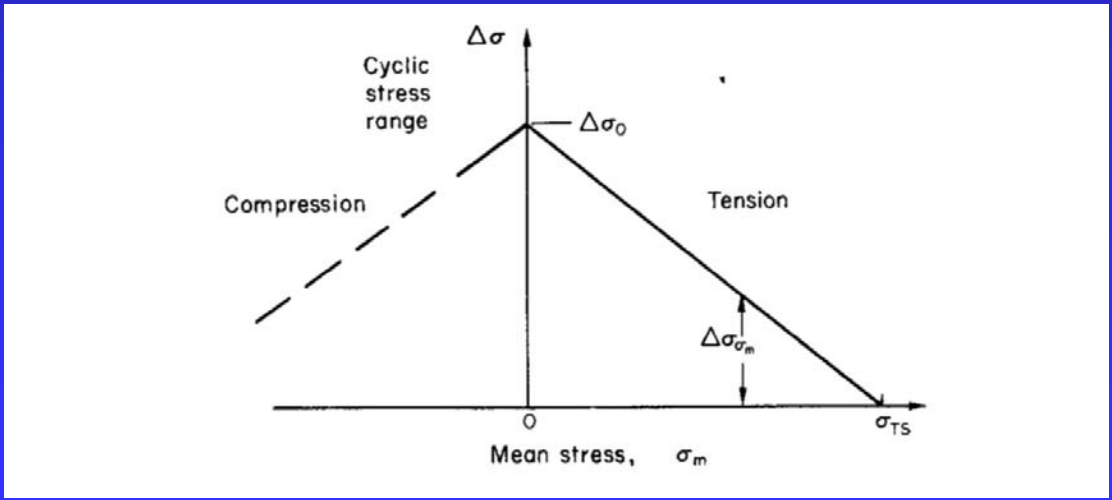
Estas dos leyes describen adecuadamente la falla por fatiga de componentes no agrietados
En ciclos de amplitud constante alrededor de una tensión media igual a cero.

¿Qué se hace cuando $\Delta\sigma$ y σm varían?

Cuando el material se somete a una tensión media ($\sigma m > 0$), el rango de tensiones debe disminuirse
Para conservar el mismo N_f de acuerdo a la regla de Goodman

$$\Delta\sigma_{\sigma m} = \Delta\sigma_0\left(1 - \frac{|\sigma_m|}{\sigma_{TS}}\right).$$

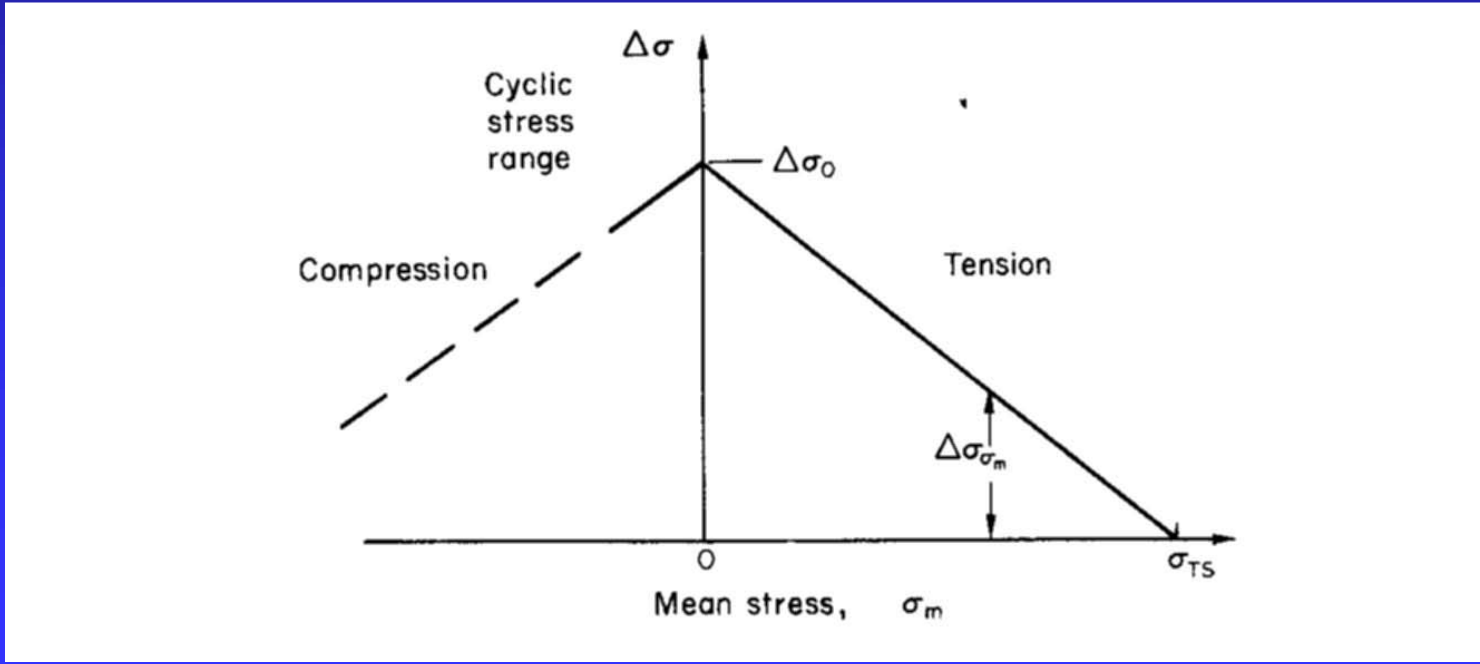
En esta ecuación $\Delta\sigma_0$ es el rango de tensiones para falla en N_f ciclos bajo tensión media igual a cero y $\Delta\sigma_{\sigma m}$ es lo mismo
Pero para una tensión media de σ_m



Cuando Δσ varía durante la vida útil de un componente, se adopta sumar el daño de acuerdo a la regla de Miner o regla del daño acumulado.

$$\sum_i \frac{N_i}{N_{fi}} = 1 \cdot$$

N_{fi} es el número de ciclos para fracturar bajo el ciclo te tensiones en la región i y N_i/N_{fi} es la fracción de vida útil usada luego de Ni ciclos en esa región. La falla ocurre cuando la suma de las fracciones es igual a 1



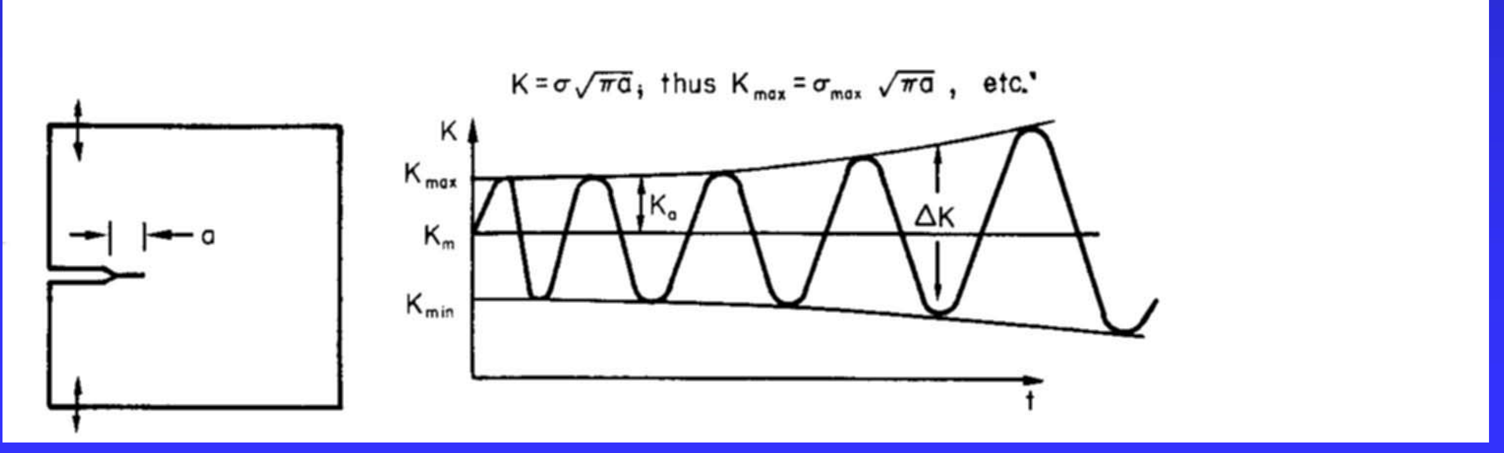
COMPORTAMIENTO EN FATIGA DE COMPONENTES AGRIETADOS

Grandes estructuras como estructuras soldadas, puentes, barcos, oleoductos, recipientes de presión siempre contienen grietas.

Para asegurar una vida útil de la estructura es necesario conocer cuanto tiempo o cuantos ciclos son necesarios para que la grieta se propague y se produzca una falla catastrófica

Se define: $\Delta K = K_{max} - K_{min} = \Delta\sigma\sqrt{\pi a}$

La intensidad de tensiones cíclica ΔK aumenta con el tiempo (a carga constante) debido a Que las grietas crecen en tensión. Se ha encontrado que las grietas crecen por ciclo.
da/dN aumenta con ΔK



COMPORTAMIENTO EN FATIGA DE COMPONENTES AGRIETADOS

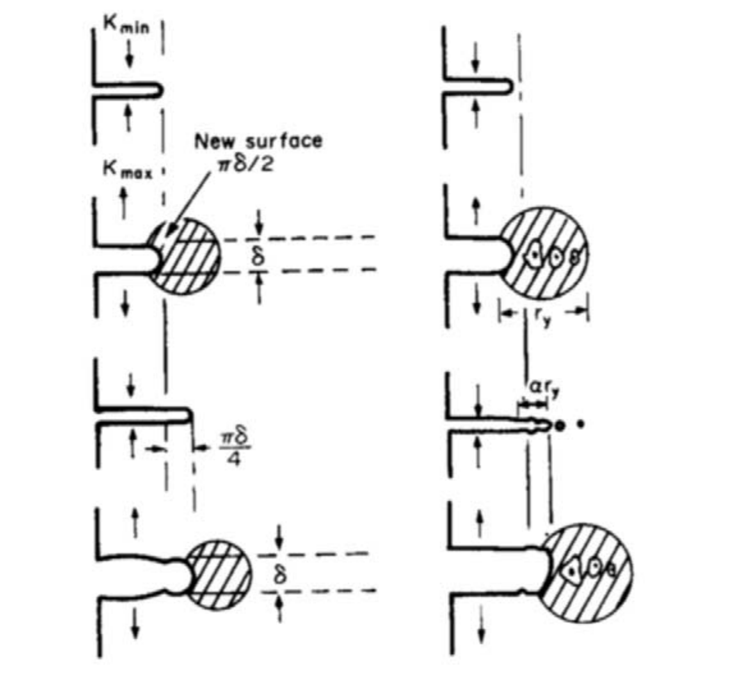
En régimen de estado estacionario las grietas crecen de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\frac{da}{dN} = A \Delta K^{n}$$

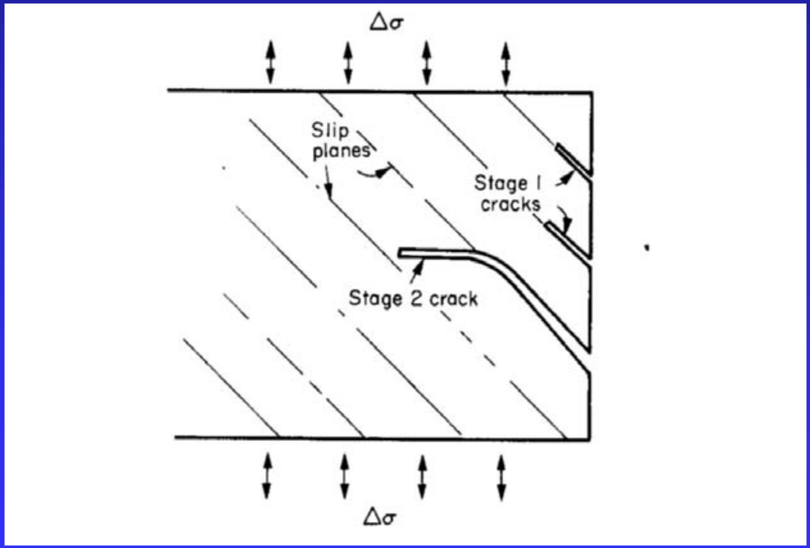
Donde A y m son constantes del material

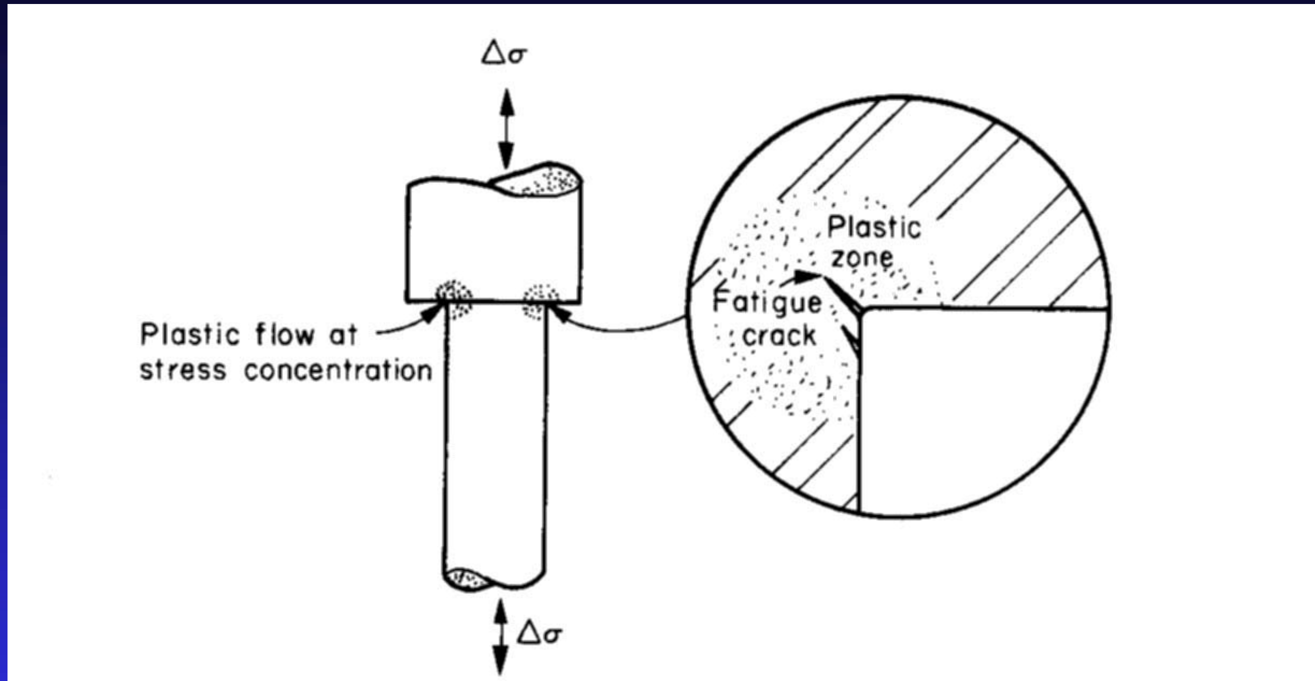
Si a0 (longitud inicial de la grieta) se conoce y también se conoce la longitud de grieta final (af) donde ésta se vuelve inestable, entonces el número seguro de ciclos puede estimarse Integrando la ecuación:

$$N_f = \int_0^{N_f} dN = \int_{a_0}^{a_f} \frac{da}{A(\Delta K)^m},$$



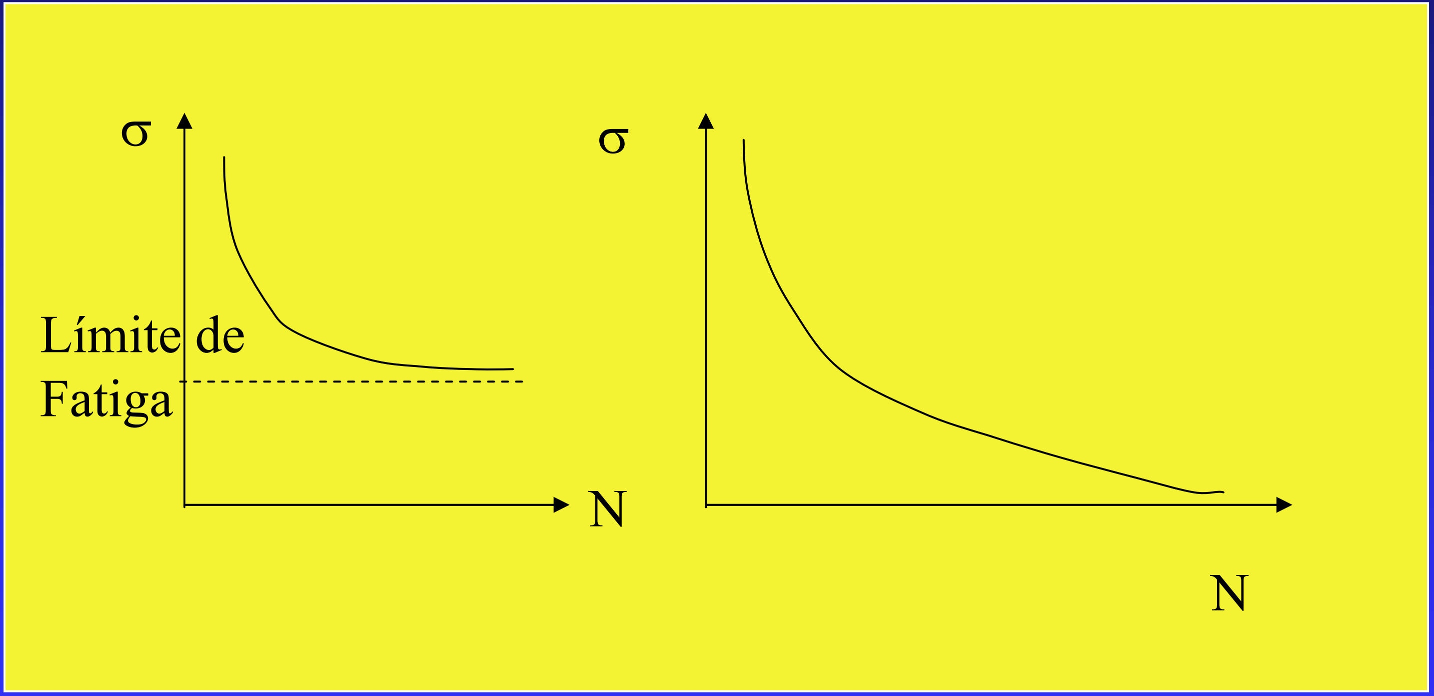
Propagación de grietas por fatiga





Como se forman grietas en fatga de alto número de ciclos

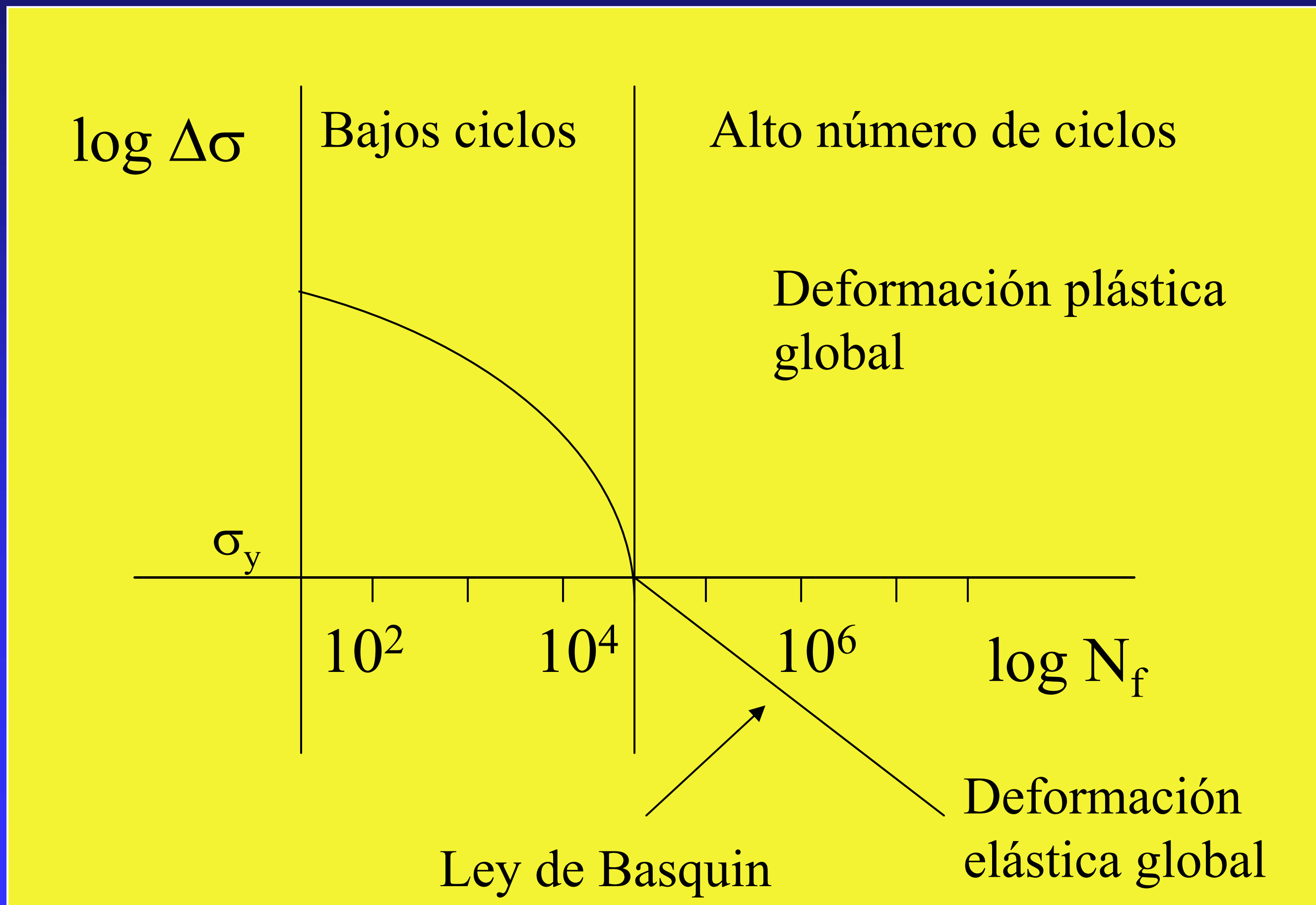
Curvas de Wohler



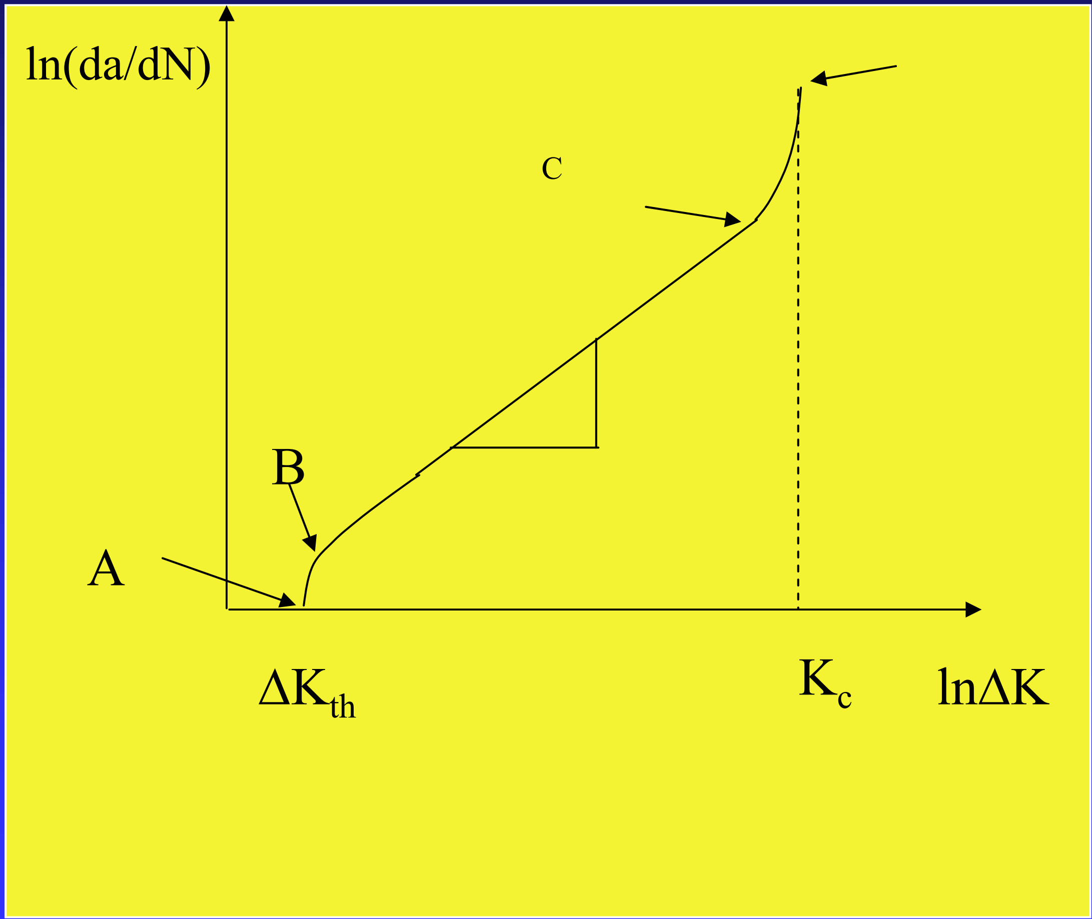
Aleaciones no ferrosas y FCC

Aleaciones Ferrosas y BCC

Fatiga de alto número de ciclos: ley de Basquin

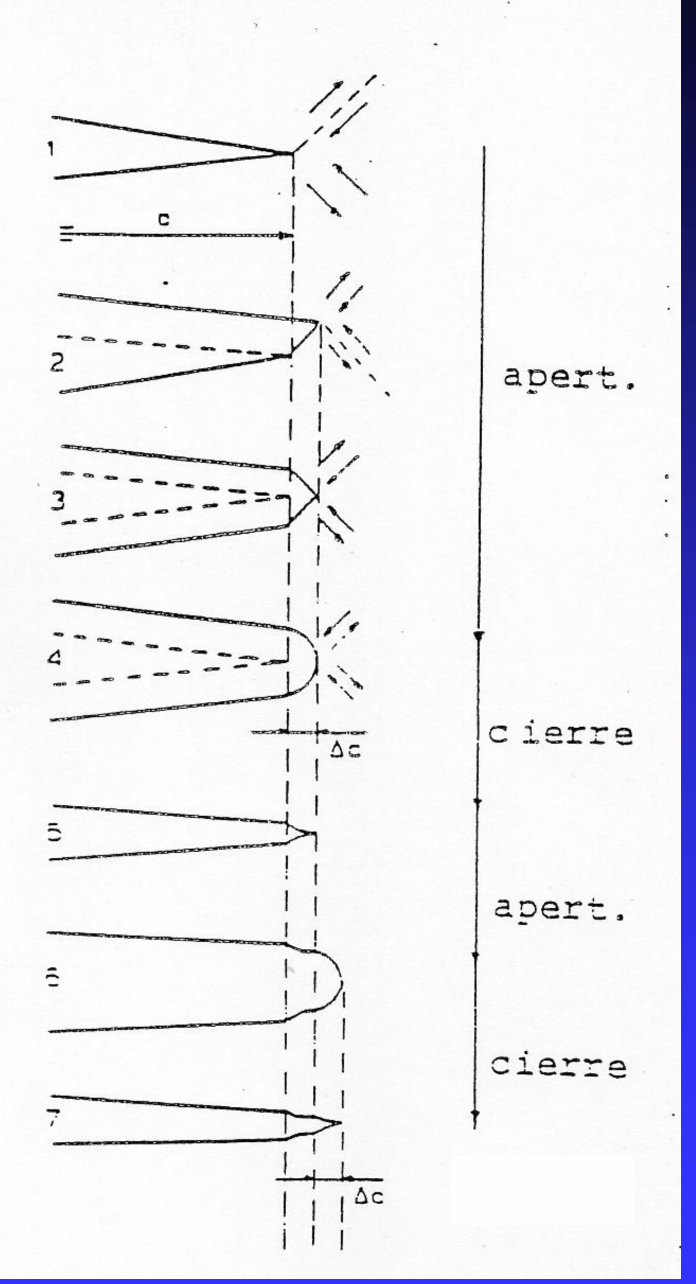


Curva de Paris



$$\frac{da}{dN} = A\Delta K^n$$

$$\int_{a_0}^{a_c} da = \int_0^N A\Delta K^n \, dN$$


1
c
2
3
4
Δc
5
6
7
Δc
apert.
cierre
apert.
cierre