

# TEMA 8 – Introducción al análisis a fatiga

Mikel Abasolo Bilbao  
Ibai Coria Martínez  
Iker Heras Miguel



- Cuando una pieza está sometida a cargas variables en el tiempo, su deformada también varía en el tiempo (vibraciones)

$$[K]\{\delta(t)\} + [C]\{\dot{\delta}(t)\} + [M]\{\ddot{\delta}(t)\} = \{F(t)\}$$

- La deformación variable en el tiempo genera tensiones también variables en el tiempo en la pieza puesto que:

$$\{\sigma(\{x\})\} = [D]\{\varepsilon(\{x\})\} = [D][\partial][N(\{x\})]\{\delta\} = [D][B(\{x\})]\{\delta\}$$

- Las tensiones variables en el tiempo pueden causar el fallo por fatiga de la pieza

- Por tanto las tensiones para el análisis a fatiga se obtienen de un análisis estructural dinámico

$$[K]\{\delta(t)\} + [C]\{\dot{\delta}(t)\} + [M]\{\ddot{\delta}(t)\} = \{F(t)\}$$

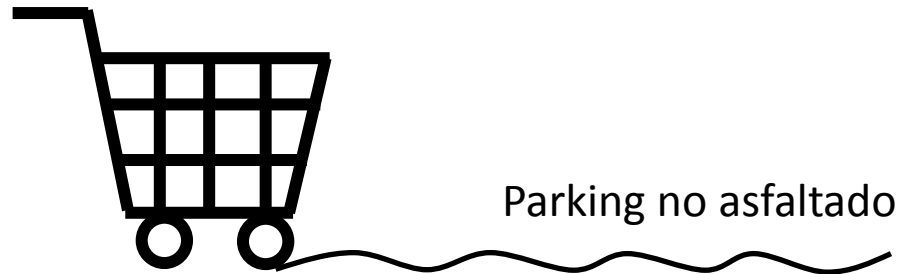
- En caso de que la pieza esté trabajando en régimen cuasiestático, la ecuación a resolver es

$$[K]\{\delta(t)\} = \{F(t)\}$$

- Una vez obtenidas las tensiones variables, se realizan los cálculos a fatiga (según norma, procedimiento interno de la empresa, método general...)

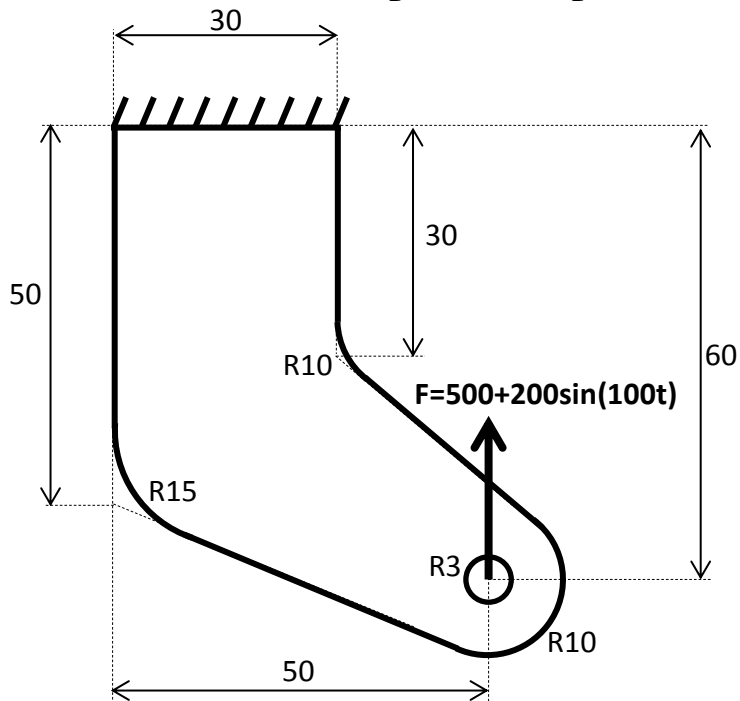
- Algunos programas de EF tienen módulo de fatiga en el posprocesador, que a partir de los resultados de tensiones del análisis estructural previo hacen los cálculos a fatiga según el procedimiento que tengan programado
- Se recalca que los módulos a fatiga de los programas de EF se encuentran siempre en el posprocesador de un análisis estructural dinámico o (cuasi)estático, en ningún caso el programa hace un análisis propiamente dicho (en el procesador) a fatiga
- Para ilustrar esta idea, se va a realizar un análisis a fatiga tal y como lo haría un programa de EF

- Se quiere analizar a fatiga la estructura de soporte de la rueda de un carro de supermercado (material acero) para comprobar si el diseño garantiza vida infinita. Para ello, se va a estudiar el caso de carga más perjudicial a fatiga, que es cuando se empuja el carro totalmente cargado a través de un parking no asfaltado para llevarlo del supermercado al coche.

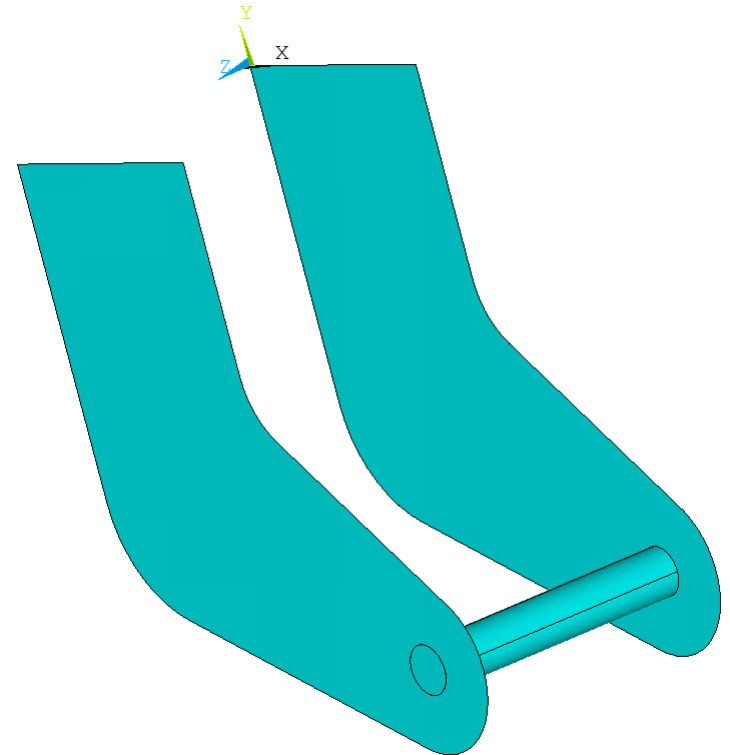


INTRODUCCIÓN  
EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- En un carro instrumentado se ha medido que en esas condiciones las cargas (en N) en cada una de las dos chapas del soporte es la mostrada en la figura (dimensiones en mm)



ESPESOR CHAPA=1 mm  
DISTANCIA ENTRE LAS DOS CHAPAS=35 mm



- El primer paso consiste en realizar un análisis modal para determinar si para obtener las tensiones será necesario realizar un análisis dinámico o será suficiente un análisis cuasiestático
- Para ello se hace un análisis modal del modelo de EF. Se observa que el primer modo a flexión vertical es el modo 8 (los primeros 7 modos son a flexión lateral) a una frecuencia de 93 Herzios.
- La fuerza vertical aplicada no excita los modos de flexión lateral, y como la frecuencia de la fuerza es de  $100/(2\pi)=15.9$  Herzios, la pieza trabaja en régimen cuasiestático, y por tanto las tensiones se obtendrán de un análisis cuasiestático

$$[K]\{\delta(t)\} = \{F(t)\}$$



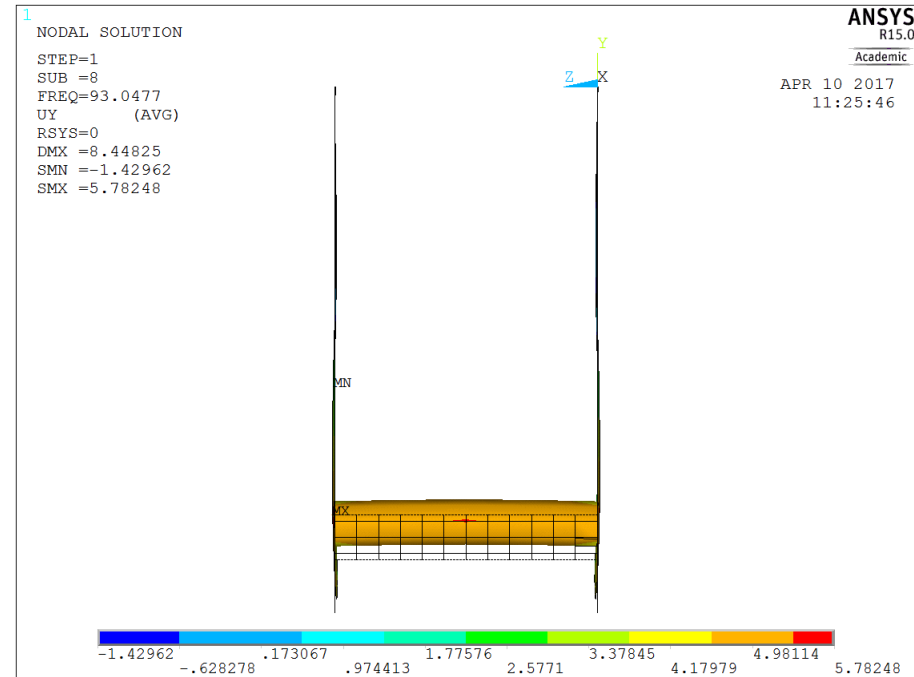
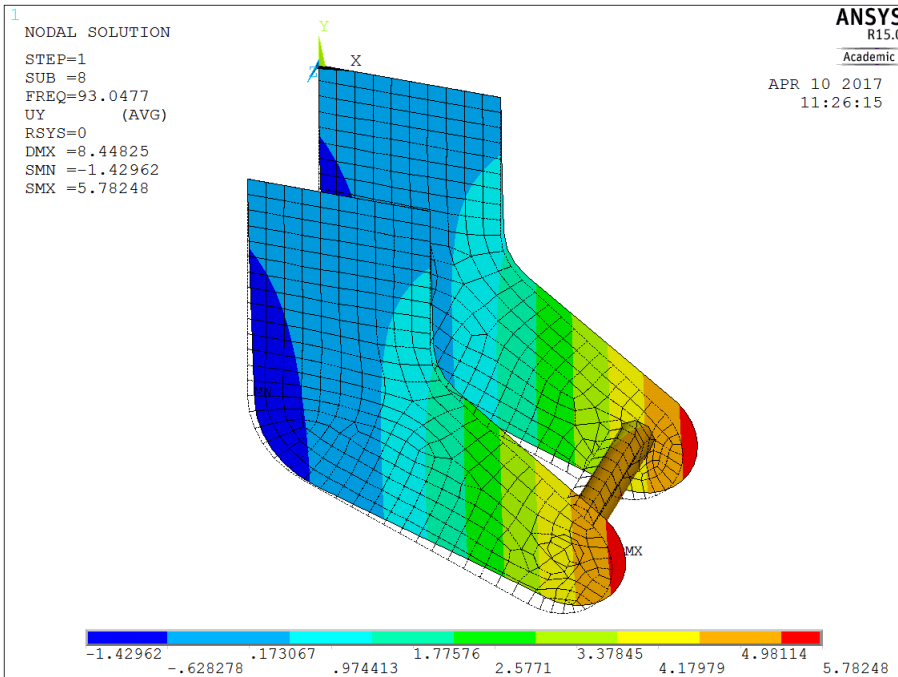
# INTRODUCCIÓN

## EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

Modo 8 (primer modo a flexión vertical); frecuencia 93 Hz.

Elementos cáscara en las chapas, sólidos de segundo orden en el cilindro.

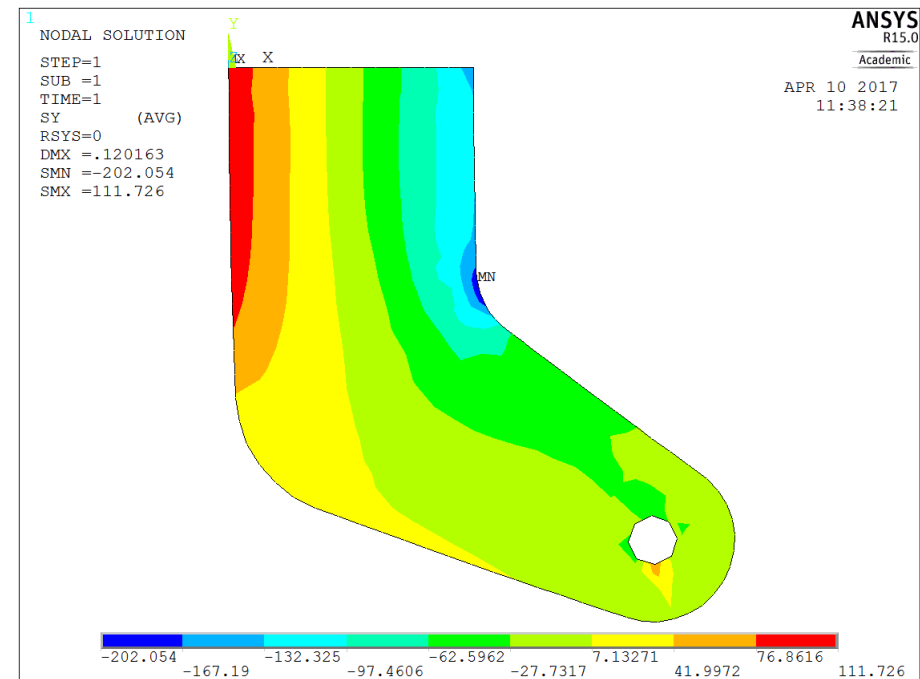
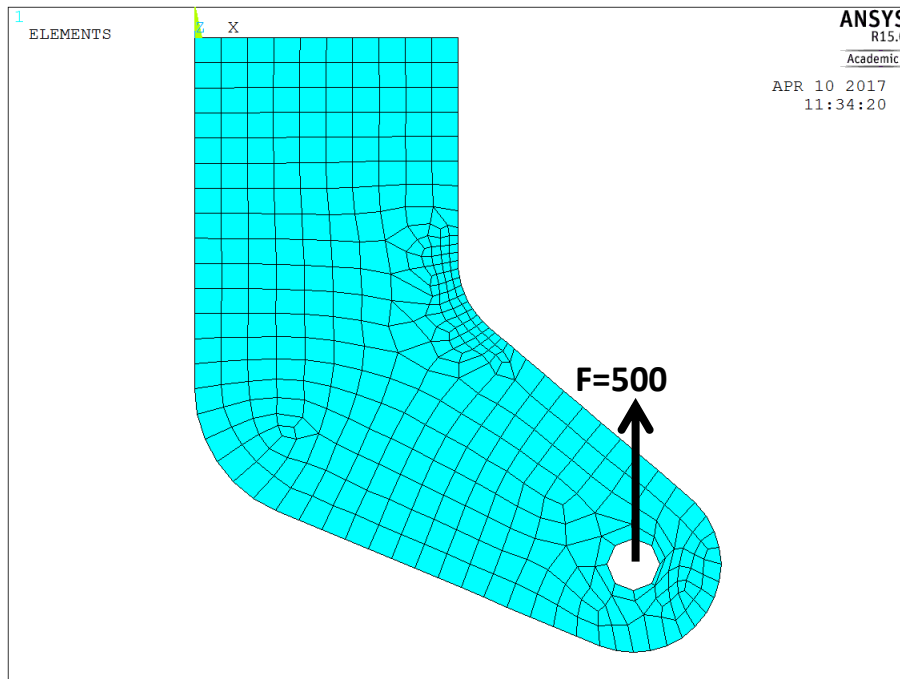
Empotramiento en el extremo de las chapas. Material acero.





INTRODUCCIÓN  
EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- Las tensiones  $\sigma_{yy}$  (tensión normal en dirección vertical) se obtienen de un análisis estático (aplicando 500 N por ejemplo, la magnitud es irrelevante si el comportamiento es lineal)



Análisis de tensión plana.  
Refinado en zona de concentración de tensiones

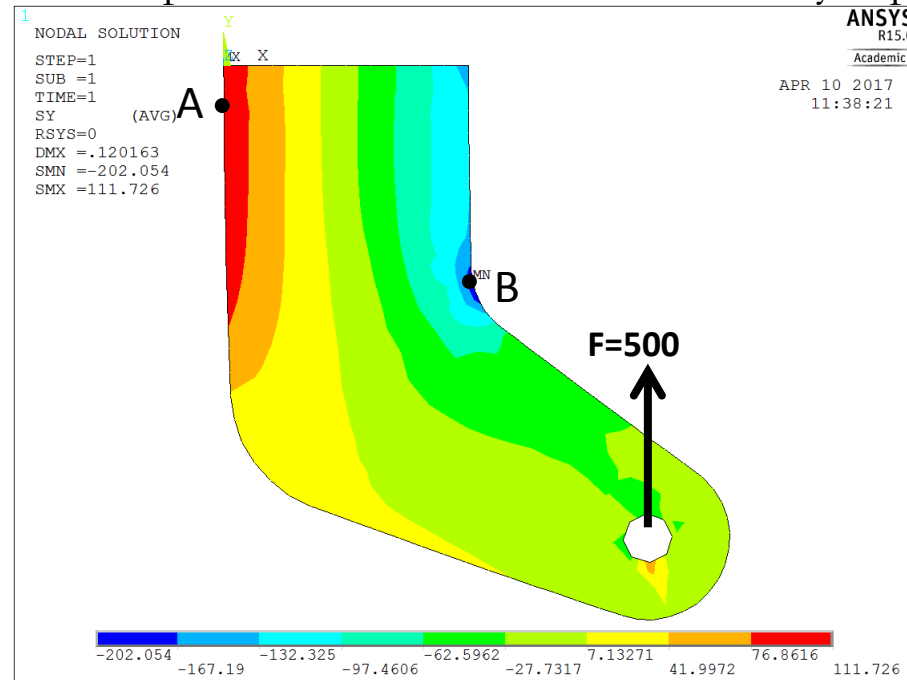


# INTRODUCCIÓN

## EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- Existen dos puntos críticos. El punto A con 111.7 MPa a tracción y el punto B con 202.1 MPa

a tracción



- Teniendo en cuenta que  $F=500+200\sin(100t)$ , el estado tensional en el punto A (un poco más abajo del empotramiento para obviar la concentración de tensiones en el apoyo, que no es realista) es  $(\sigma_{mA}=100, \sigma_{rA}=40)$  y en el punto B  $(\sigma_{mB}=-202.1, \sigma_{rB}=80.8)$



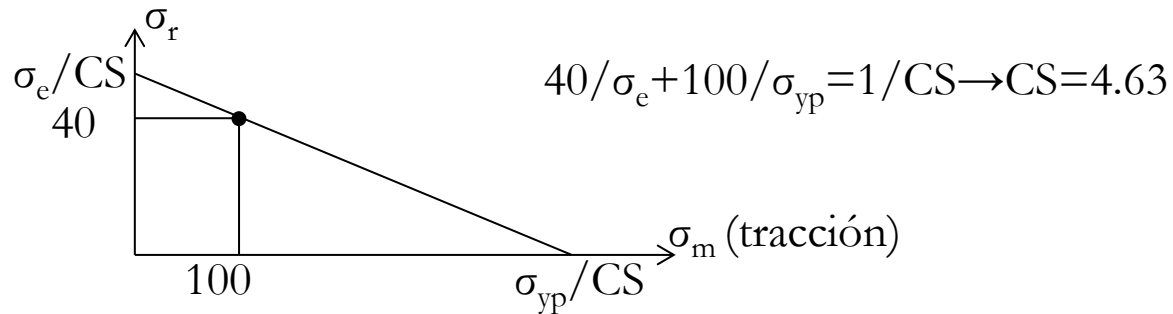
INTRODUCCIÓN  
EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- En cuanto a la chapa, se sabe que está hecho de un acero dúctil con  $\sigma_u=1200$  MPa y  $\sigma_{yp}=1000$  MPa. La pieza ha sido mecanizada y se desea una fiabilidad del 95%.
- El límite de fatiga de la probeta es  $0.5 \cdot \sigma_u=600$  MPa. Los coeficientes modificativos son:
  - $c_t=1$  (flexión, ya que la tensión es debida sobre todo a flexión frente a axial)
  - $c_s=0.66$  (mecanizado)
  - $c_f=0,87$  (fiabilidad 95%).
- Así, el límite de fatiga de la pieza es  $\sigma_e=344.5$  MPa.

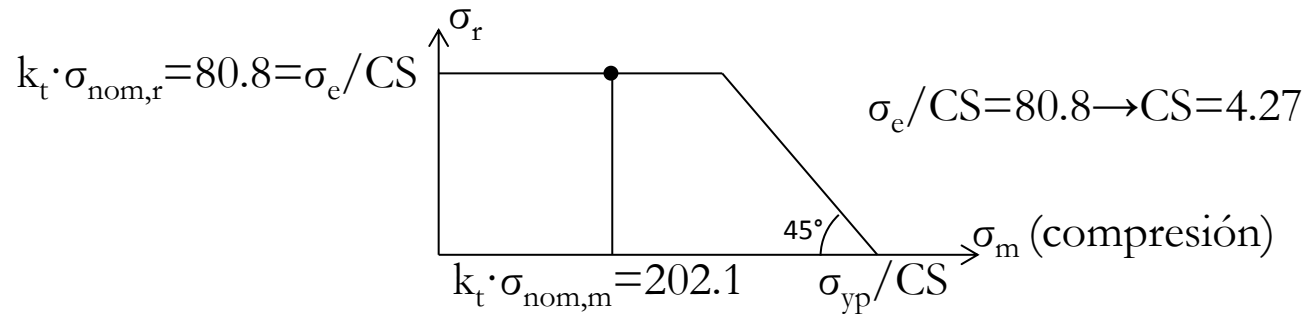


INTRODUCCIÓN  
EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- Al ser material dúctil, se opta por usar la curva de Soderberg para tensiones medias
- En el punto A



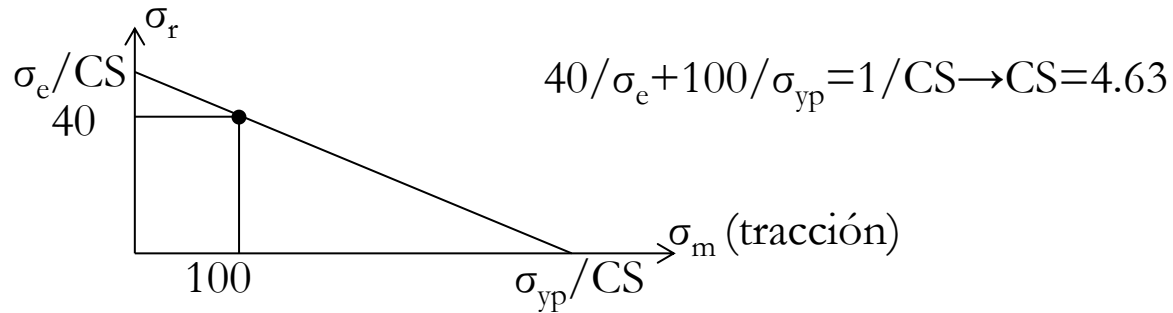
- En el punto B (usando las tensiones pico para tensiones medias y alternas)



INTRODUCCIÓN  
EJEMPLO DE ANÁLISIS A FATIGA

- Al ser material dúctil, se opta por usar la curva de Soderberg para tensiones medias

- En el punto A



- En el punto B (usando  $k_f$  para tensiones alternas y tensión nominal para tensiones medias)

