



Redigere una breve relazione tecnica e raccogliere in allegato i fogli

### ES. 1 - Diagramma di Wöhler - Dipendenza della vita a fatica dalla tensione alternata.

**1ª parte.** Costruite una curva di Wöhler ( $\sigma_m = 0$ ), in scala bi-logaritmica, sapendo che nella zona di vita a termine vale il modello  $\sigma_a^k \cdot N = C$ , che il limite di fatica alternata è  $\sigma_{D-1} = 250$  MPa ( $N \geq 10^6$ ) e che il carico unitario di rottura è  $R_m = 600$  MPa. Calcolate la costante  $C$  e l'esponente  $k$ .

**2ª parte.** Usando la curva di Wöhler ricavata nella 1ª parte dell'esercizio, calcolate la durata della vita a fatica  $N$  di 2 provini di sezione circolare con diametro  $D = 7$  mm, sollecitati con trazione alternata di ampiezza rispettivamente  $P_{a1} = 10$  kN e  $P_{a2} = 15$  kN.

$$[C = 2.18495 \times 10^{20}; k = 5.98; N_1 = 7.94 \cdot 10^5; N_2 = 7.03 \cdot 10^4]$$

### ES. 2 - Diagramma di Haigh - Dipendenza della vita a fatica dalla tensione media.

**1ª parte.**

Costruite il diagramma di Haigh per un materiale con le seguenti proprietà meccaniche:  $R_m = 1180$  MPa,  $R_{p0.2} = 880$  MPa,  $\sigma_{D-1} = 480$  MPa (vita illimitata).

**2ª parte.**

Una barra a sezione circolare è sollecitata da carico di trazione variabile, con un andamento sinusoidale (è necessaria questa ipotesi?), tra  $P_{max} = 5 \cdot 10^5$  N e  $P_{min} = 1 \cdot 10^5$  N. Visualizzando il procedimento sul diagramma di Haigh, costruito nella 1ª parte dell'esercizio, determinate il diametro della barra necessario per garantire un coefficiente di sicurezza  $S = 1.5$  rispetto al limite di proporzionalità e  $S = 3$  a fatica per vita infinita.

Usando lo stesso diagramma calcolate il coefficiente di sicurezza a fatica nel caso di sollecitazione  $\sigma_m = -200$  MPa e  $\sigma_a = 200$  MPa.

$$[D \cong 44 \text{ mm}; S = 2.4]$$

### ES. 3 - Parametri che influenzano la vita a fatica di un componente: effetto scala, finitura superficiale.

Un albero, in acciaio 50CrMo4 (EN 10083 -  $R_{m,N} = 1100$  MPa,  $R_{e,N} = 900$  MPa,  $K_A = 1$ ) - diametro  $d = 30$  mm - rugosità  $R_a = 3.2$   $\mu\text{m}$ , è sollecitato da un momento flettente con componente media  $M_{fm} = 600$  Nm e componente alternata  $M_{fa} = 200$  Nm. Disegnate il diagramma di Haigh per il componente e calcolate il coefficiente di sicurezza a fatica (si assuma la retta di lavoro  $\sigma_m = \text{cost}$ ).

$$[S = 4.5 \text{ con retta di lavoro } \sigma_m = \text{cost}]$$

### ES. 4 - Effetto di intaglio

Un albero è sollecitato da torsione alternata,  $M_t = 500$  Nm, e flessione alternata,  $M_f = 350$  Nm. Sull'albero è lavorato uno spallamento,  $D = 40$  mm -  $d = 36$  mm - raggio di raccordo dell'intaglio  $r = 2$  mm. L'albero è rettificato (fine) e costruito in acciaio bonificato 50CrMo4 (EN 10083 -  $R_{m,N} = 1100$  MPa,  $R_{e,N} = 900$  MPa,  $K_A = 1$ ).

Si valuti l'effetto di intaglio.

Si disegni il diagramma di Haigh e si trovi il coefficiente di sicurezza a fatica per vita infinita.

$$[S = 2.5]$$

### ES. 5 - Effetto combinato di flessione e torsione in alberi rotanti - Dipendenza del coefficiente di sicurezza dalle condizioni di carico.

Un albero,  $R_m = 900$  MPa,  $R_{p0.2} = 750$  MPa,  $\sigma_{D-1} = 400$  MPa, è sollecitato simultaneamente da flessione e di torsione, ambedue con una componente media e una alternata. Nel punto più sollecitato le tensioni effettive sono:  $\sigma_m = 150$  MPa,  $\sigma_a = 80$  MPa,  $\tau_m = 100$  MPa,  $\tau_a = 30$  MPa.

Calcolate il coefficiente di sicurezza a fatica nei due casi

- componente alternata proporzionale alla componente media,
- componente media costante.

$$[S(\sigma_m/\sigma_{a,eq}=\text{cost}) = 2.5; S(\sigma_m = \text{cost}) = 3.5]$$

### ES. 6 - Accumulo di danno

Data la sequenza di tensioni (alternate)  $\sigma_{a,1} = 450$  MPa per  $N_1/N = 0.08$ ,  $\sigma_{a,2} = 380$  MPa per  $N_2/N = 0.24$ ,  $\sigma_{a,3} = 310$  MPa per  $N_3/N = 0.40$ ,  $\sigma_{a,4} = 290$  MPa per  $N_4/N = 0.08$  e  $\sigma_{a,5} = 200$  MPa per  $N_5/N = 0.2$  calcolate il numero di cicli totali prima della rottura  $N_{tot}$ , utilizzando il modello di Miner. Utilizzate il materiale e relativa curva di Wöhler tracciata nell'Es. 1.1.

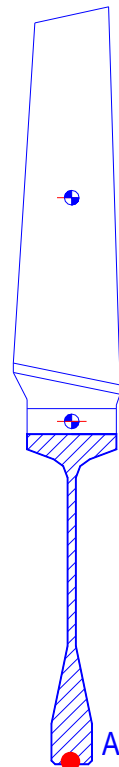
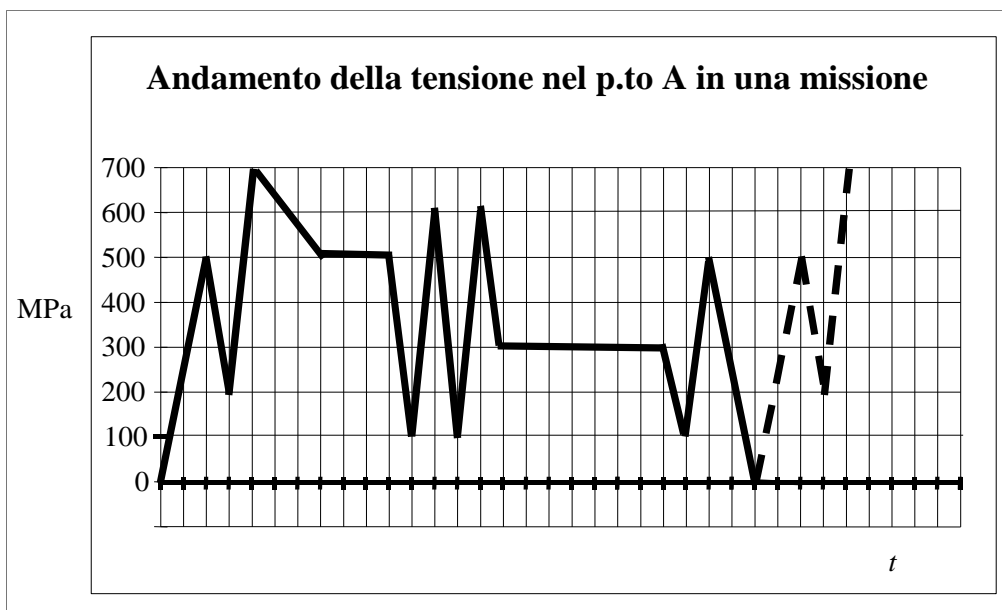
$$[N_{tot} = 1.37 \cdot 10^5]$$

### ES. 7 - Effetto di carichi ad ampiezza diversa e con diverso valore medio. (Fatigue – Chapter 4)

Durante una missione tipo un disco di turbina è sollecitato da carichi variabili nel tempo. L'andamento della tensione normale circonferenziale nel punto A (critico per il cedimento a fatica) che ne consegue è diagrammato nella figura sottostante.

Calcolate il numero di missioni che il disco può sopportare prima della sua sostituzione.

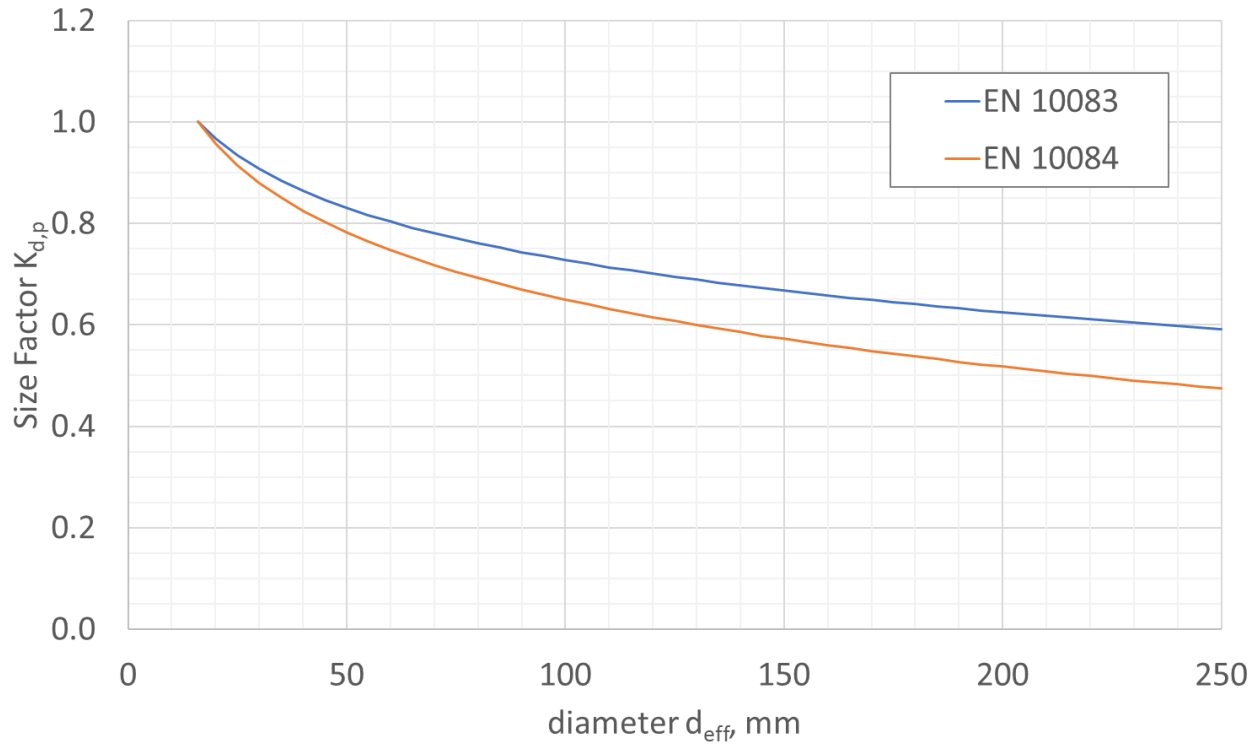
Materiale:  $R_m = 900$  MPa,  $R_{p0.2} = 750$  MPa,  $\sigma_{D-1} = 400$  MPa.



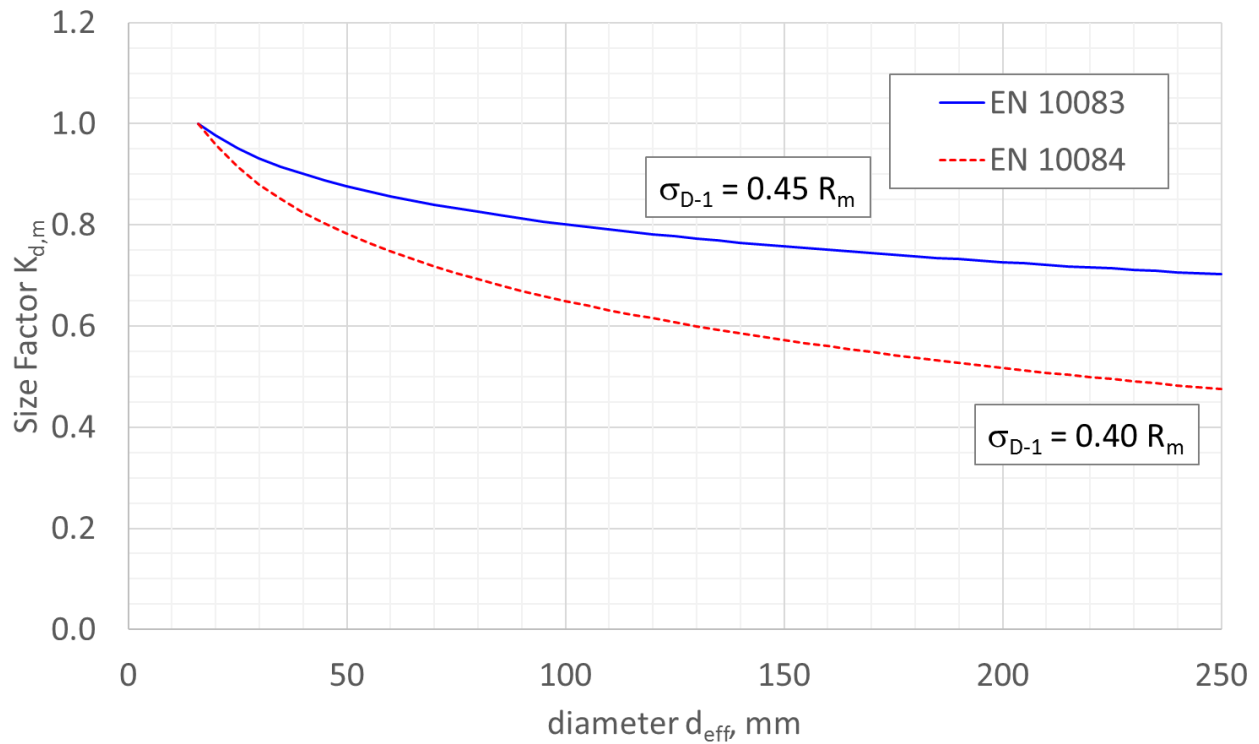
$$[N_M = 7.84 \cdot 10^4]$$



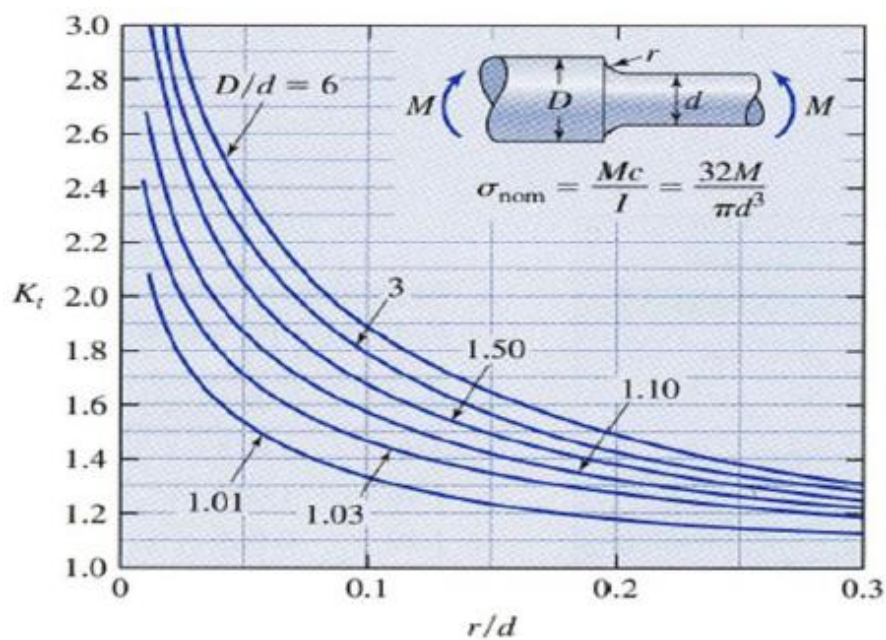
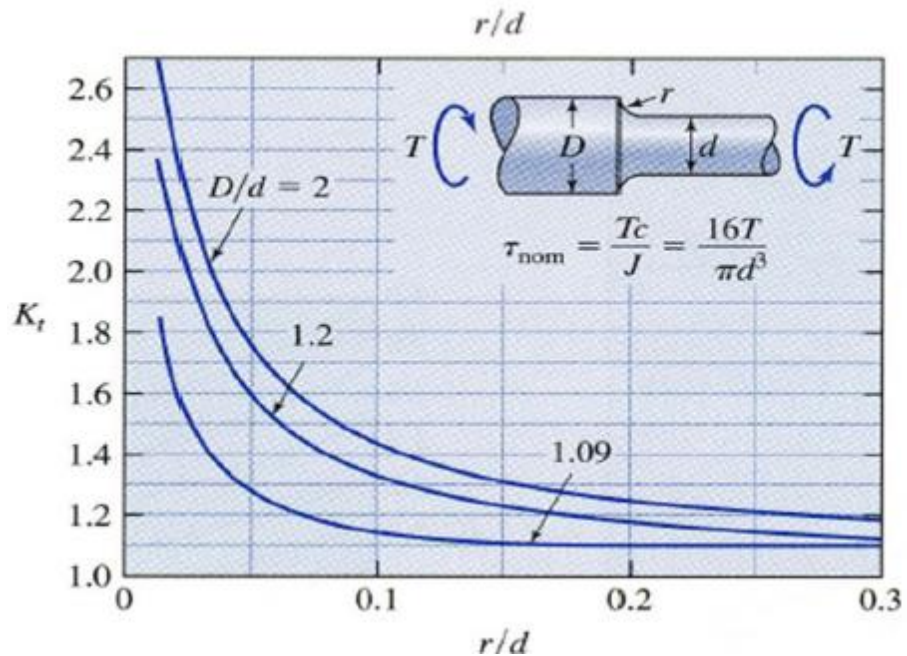
Size factor  $K_{d,p}$  (per la tensione limite di snervamento)



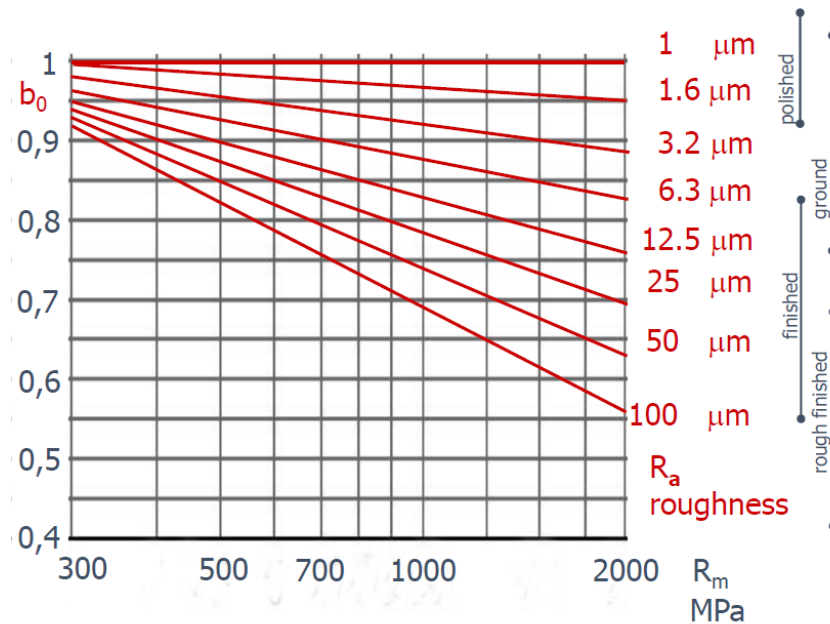
Size factor  $K_{d,m}$  (per la tensione limite di rottura)



## Coefficienti di intaglio per albero con spallamento



## Effetto della finitura superficiale



## Effetto del materiale

