

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale

VERIFICA STRUTTURALE DI SUPPORTI PER ALBERI ESPANSIBILI PER LA PRODUZIONE DELLA CARTA

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

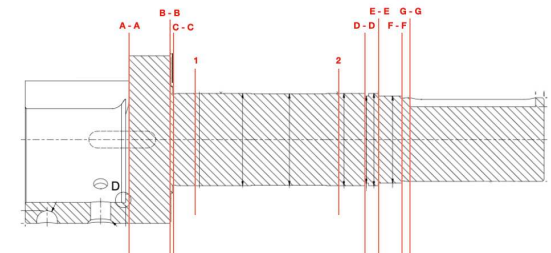
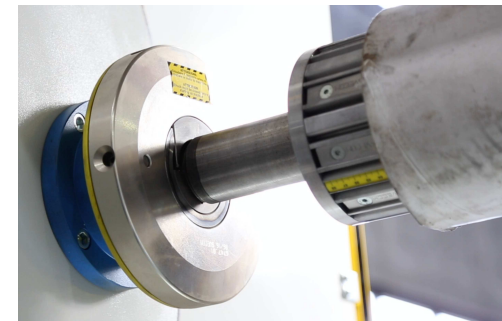
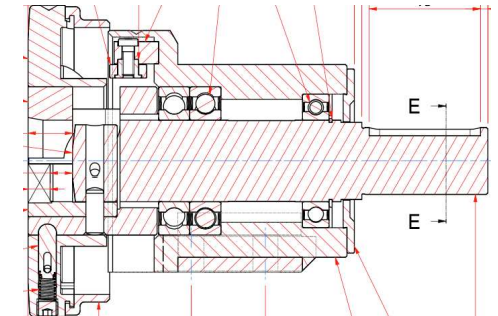
Laureando: *Leonardo Marin*

Padova, 22/09/2023

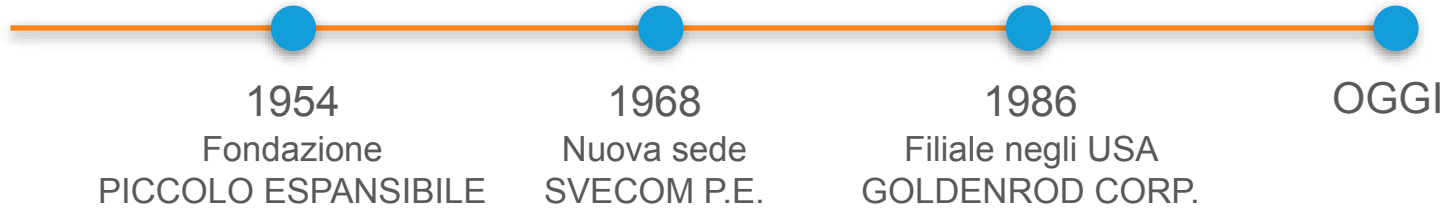
Un componente specifico di un settore particolare

Obiettivo: Verifica strutturale di supporti rotanti per alberi espansibili per la produzione della carta.

- Storia dei produttori
- Interazione Alberi- Supporti
- Analisi preliminare
- Verifiche



L'azienda SVECOM P.E.



Business unit:

- *Svecom dispositivi espansibili*
- *Svecom power energy*
- *Svecom ski*
- *Svecom coating and lamination*
- *Svecom elevator*
- *Avogadro energy*



Mission: Creare sistemi per l'avvolgimento e svolgimento personalizzati, semplici e innovativi.



• ALBERO ESPANSIBILE

Mandrino con un sistema di espansione del diametro per la movimentazione di bobine



SCOPO:

Avvolgere e svolgere tutto ciò che si può immagazzinare su bobina



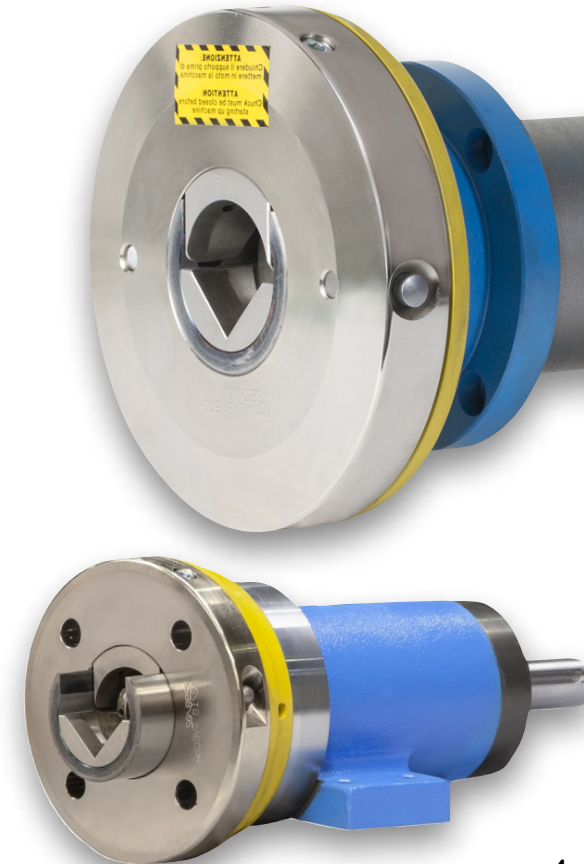
• SUPPORTO ROTANTE

Supporto per il montaggio di alberi espansibili su linee di produzione

Brevettato da SVECOM P.E.

SCOPO:

Rendere più veloci e sicure le operazioni di carico e scarico





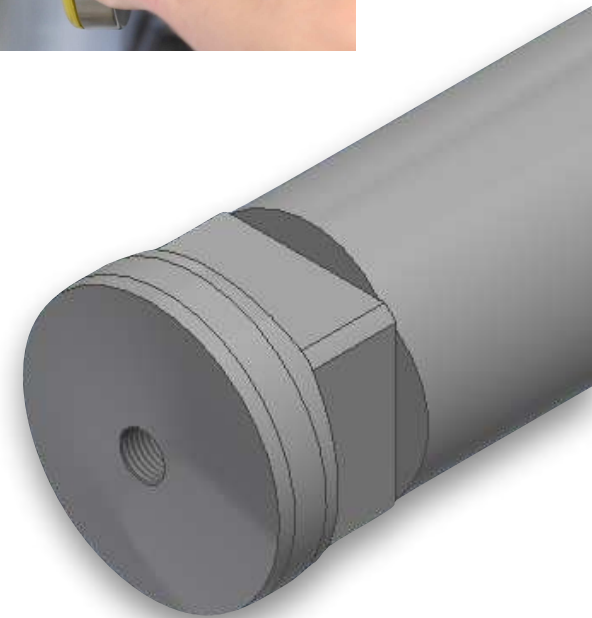
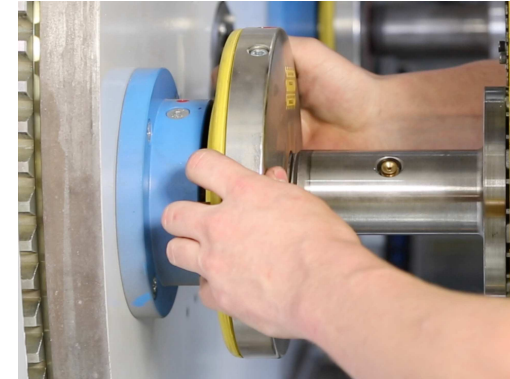
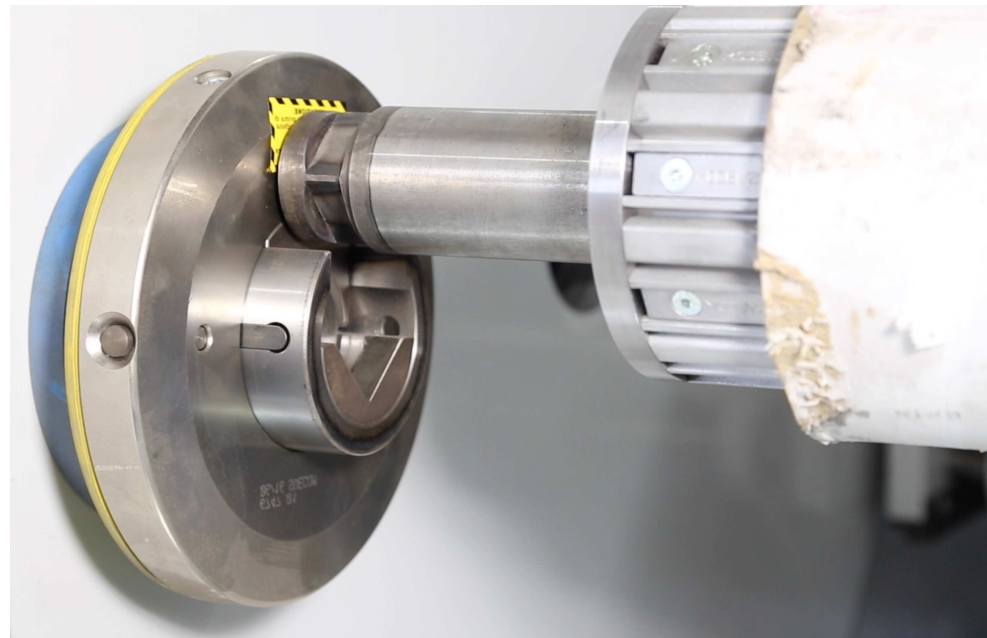
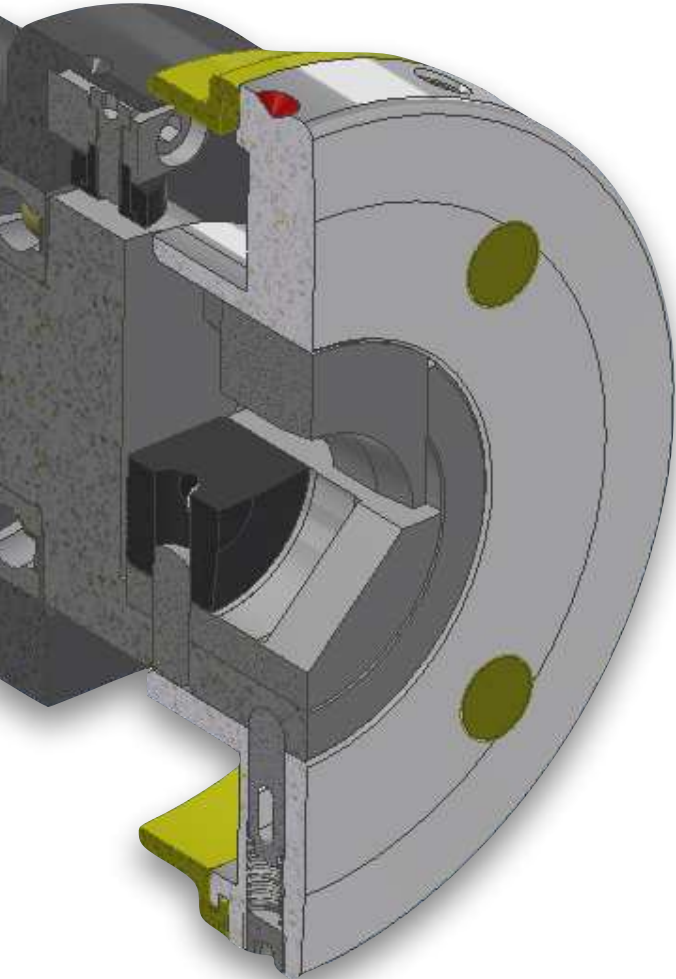
SVECOM-P.E.
EXPANDING DEVICES

➔ Interazione Albero - Supporto

Con un accoppiamento Quadro - Tondo
si assicura:

- Trasmissione della coppia
- Centraggio dell'albero

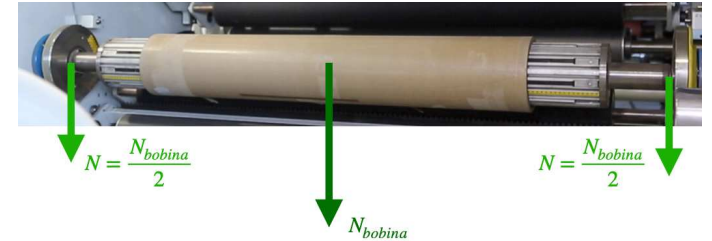
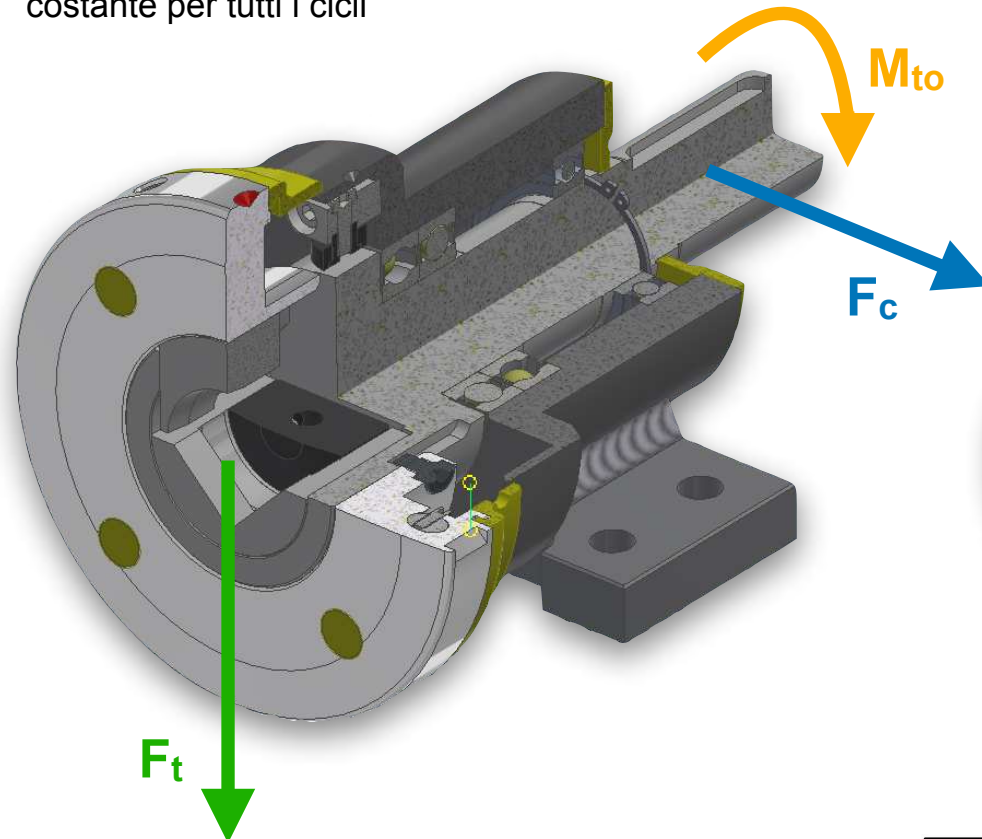
*Il sistema richiede l'interazione con un operatore per
la chiusura e l'apertura.*



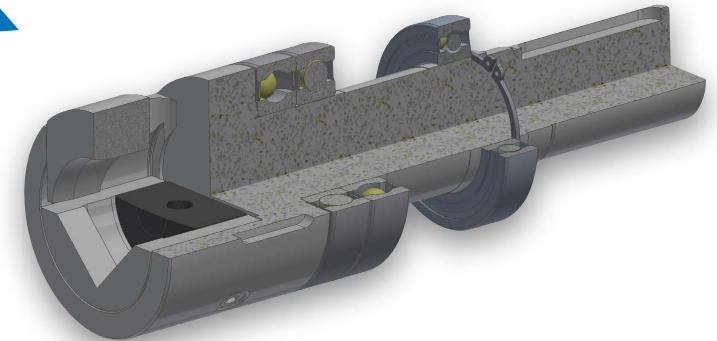
Analisi preliminare supporto 926KLPP1

Portata massima (coppia) [N]	30.000
Tiro cinghia [N]	1.000
Torsione massima [Nm]	1.300
Velocità massima [rpm]	1.500
Diametro albero [mm]	50

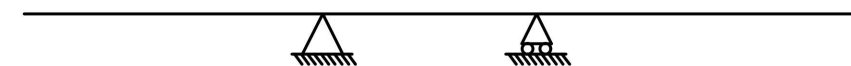
→ HP: agisce il carico massimo ad ampiezza costante per tutti i cicli



La resistenza dell'albero è essenziale per l'integrità del supporto in esercizio



→ Si studia l'albero con uno schema di trave in appoggio



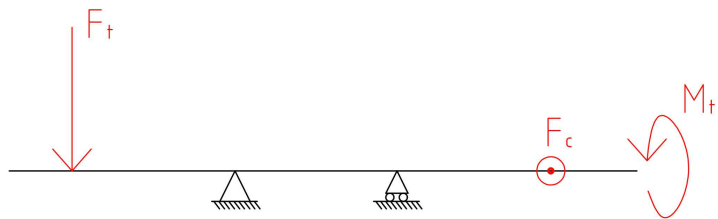
Sollecitazioni:

- *Peso Bobina*
- *Momento torcente*
- *Tiro cinghia di trasmissione*

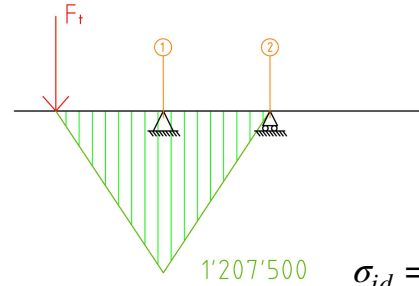
Organi sensibili:

- *Albero*
- *Cuscinetti*
- *Linguetta*
- *Giunzione bullonata*

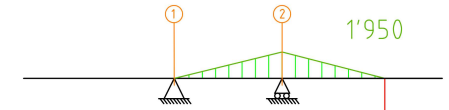
Verifiche Statiche dell'albero



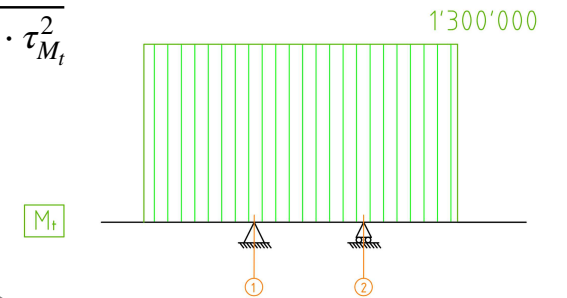
M_f X - Y



M_f X - Z



$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3 \cdot \tau_{M_t}^2}$$



Caratteristiche Acciaio C43

σ_R [MPa]	570
σ_s [MPa]	360
$\sigma_{\infty,-1}$ [MPa]	295

M_f M_t

STATO DI SOLLECITAZIONE

Si ricava momento flettente e torcente per le sezioni più caricate.

σ_f τ_{M_t}

STATO DI TENSIONE

Si ricavano le tensioni definendo la tensione monoassiale equivalente.

σ_s

MATERIALE
Ricerca delle caratteristiche del materiale da normativa.

Processo operativo

SICUREZZA

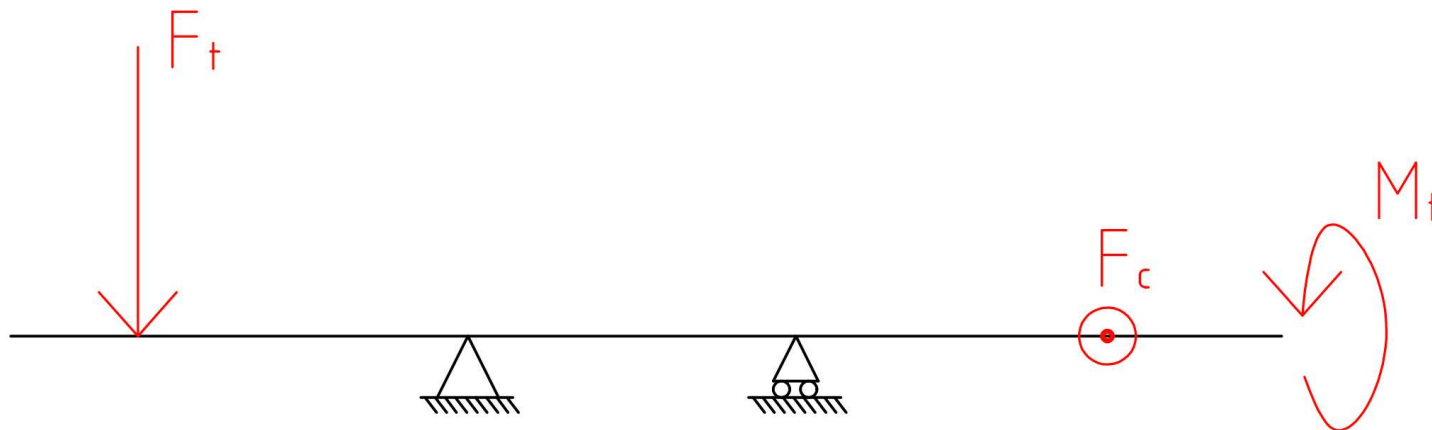
Dalla tensione monoassiale equivalente si ricava il coefficiente di sicurezza.

$$\nu_s > 2$$

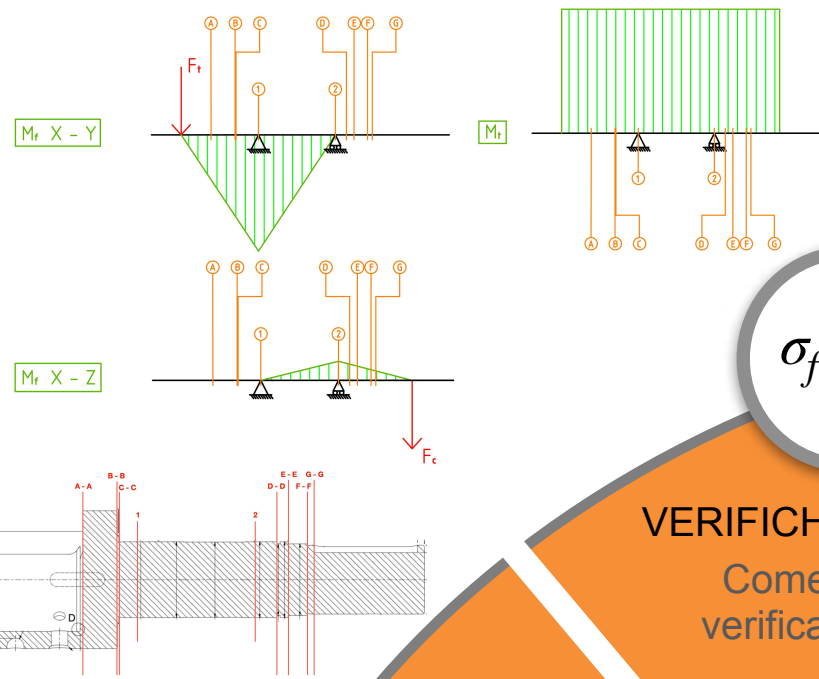
$$\nu_s = \frac{\sigma_s}{\sigma_{id}}$$

Parametri Principali

MATERIALE: C43		STATO DI SOLLECITAZIONE		STATO DI TENSIONE	
σ_R [MPa]	τ_R [MPa]	TORSIONE:	M_{t0} [Nmm]	d_i [mm]	
σ_s [MPa]	τ_s [MPa]	TAGLIO:	F_t [N]	W_f [mm ³]	σ_f [MPa]
$\sigma_{\infty,-1}$ [MPa]	$\tau_{\infty,-1}$ [MPa]		F_c [N]	W_t [mm ³]	τ_{Mt} [MPa]
		FLESSIONE:	M_{fS} [Nmm]	σ_{id} [MPa]	
			M_{fD} [Nmm]	v_s [']	



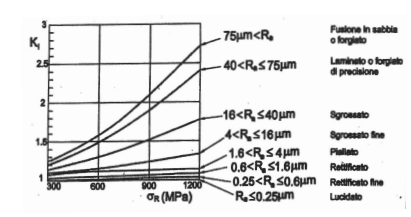
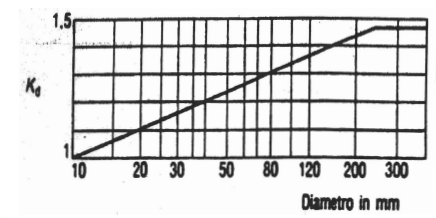
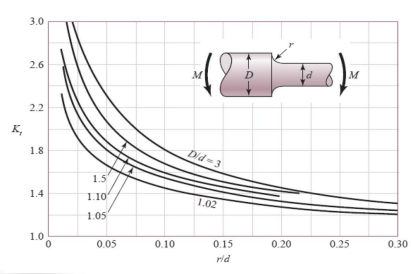
Verifiche a Fatica dell'albero



$$H^2 = \left(\frac{\sigma_{a\infty, -1}^*}{\tau_s} \right)^2$$

$$\sigma_{a eq} = \sqrt{\sigma_a^2 + H^2 \cdot \tau_m^2}$$

$$\sigma_{a\infty, -1}^* = \frac{\sigma_{a\infty, -1}}{k_f \cdot k_d \cdot k_l}$$



VERIFICHE STATICHE LOCALI
Come in precedenza si verificano staticamente le sezioni.

VERIFICHE A FATICA LOCALI
Dai disegni costruttivi si ricavano i valori per la ricerca dei fattori.

x

SEZIONI CRITICHE
Vengono selezionate le sezioni più critiche dell'albero.

K_f
 K_d K_l

$$\nu_f = \frac{\sigma_{a\infty, -1}^*}{\sigma_{a eq}}$$

SICUREZZA
Dalla tensione limite corretta si ricava il coefficiente di sicurezza in tensione.

$\nu_f > 2$



Processo operativo

Parametri Principali

R [mm]

d [mm]

D [mm]

D/d [/]

R/d [/]

a [mm]

q [/]

k_{tn} [/]

k_f [/]

k_d [/]

k_l [/]

$\sigma^*_{a\infty,-1}$ [MPa]

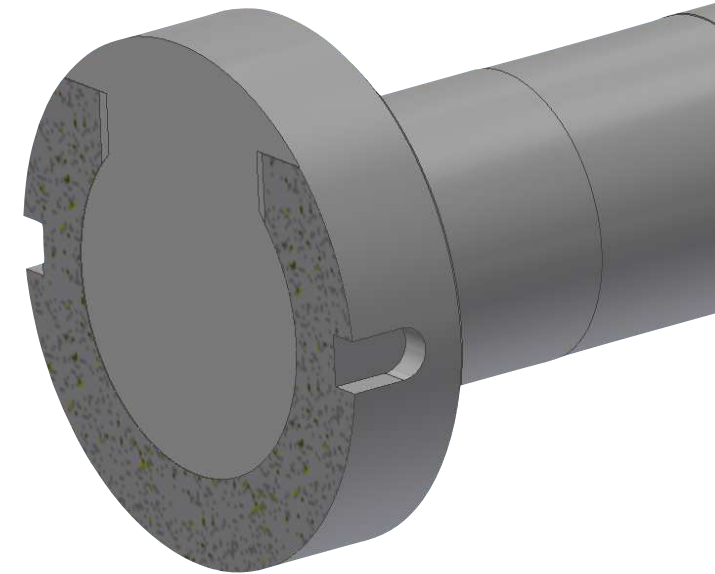
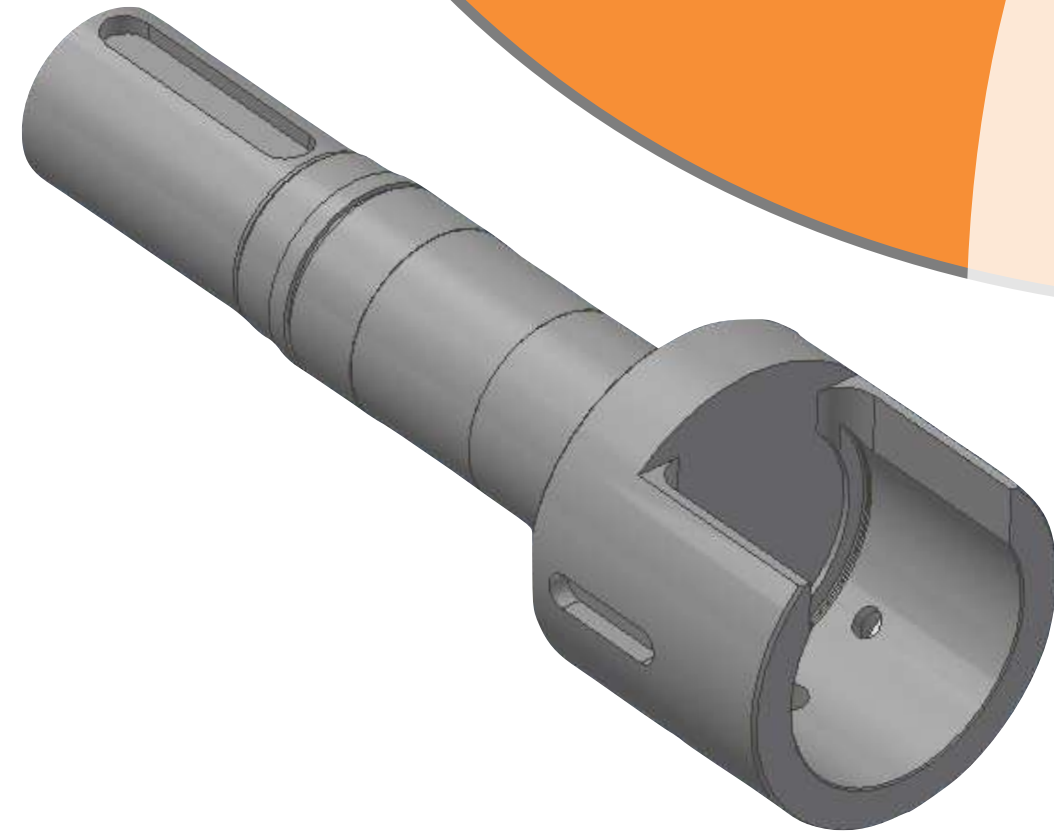
σ_a [MPa]

τ_m [MPa]

H^2 [/]

$\sigma_{a\ eq}$ [MPa]

ν_f [/]

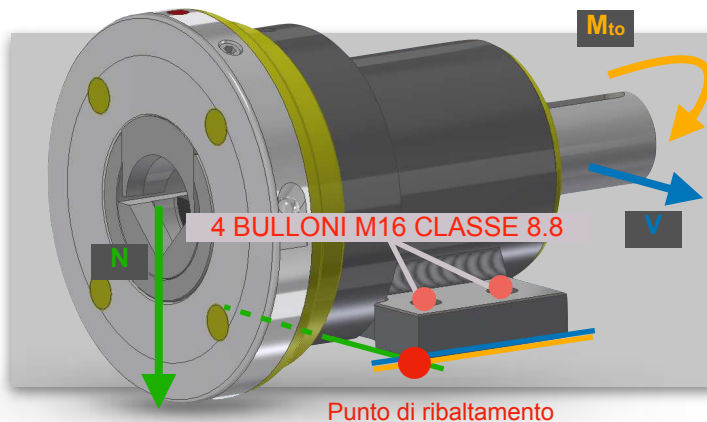


• Cuscinetti



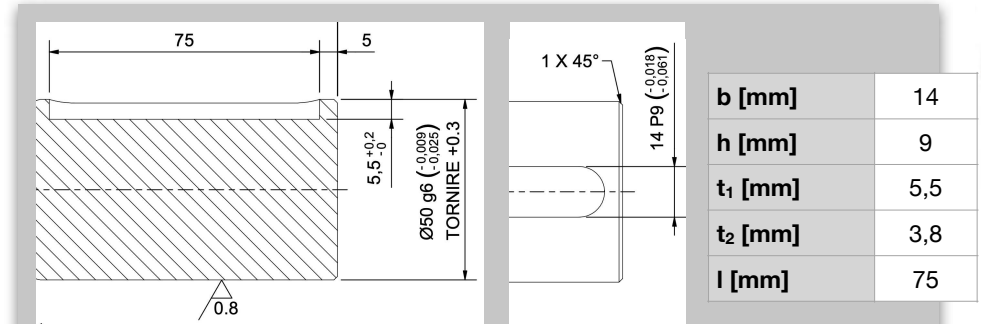
- *Tipologia cuscinetti* SKF 62112Z / 60112Z
- *Verifica statica* $C_0 = s_0 \cdot P_0 < C_{0 \text{ cuscinetto}}$
- *Verifica dinamica* $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$
- ➔ Durata Cuscinetti $L_{10h} = \frac{L_{10} \cdot 10^6}{60 \cdot n}$

• Giunzione bullonata

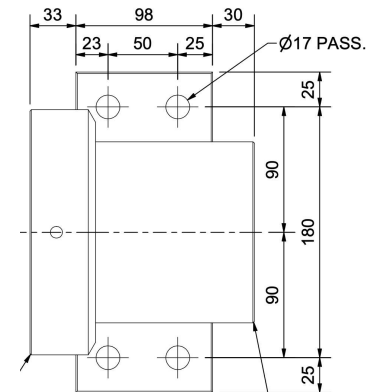


- *Momento ribaltante* $N_i = \frac{M_R}{n_f \cdot \sum y_i^2} \cdot y_i$
- *Verifica ad attrito* $\begin{cases} V_f \leq V_{f,N} \\ N \leq 0,8 \cdot N_s \end{cases}$
- *Verifica a taglio* $\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_{b \text{ adm}}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_b}{\tau_{b \text{ adm}}}\right)^2 \leq 1$
- ➔ Solidità della Giunzione

• Linguetta



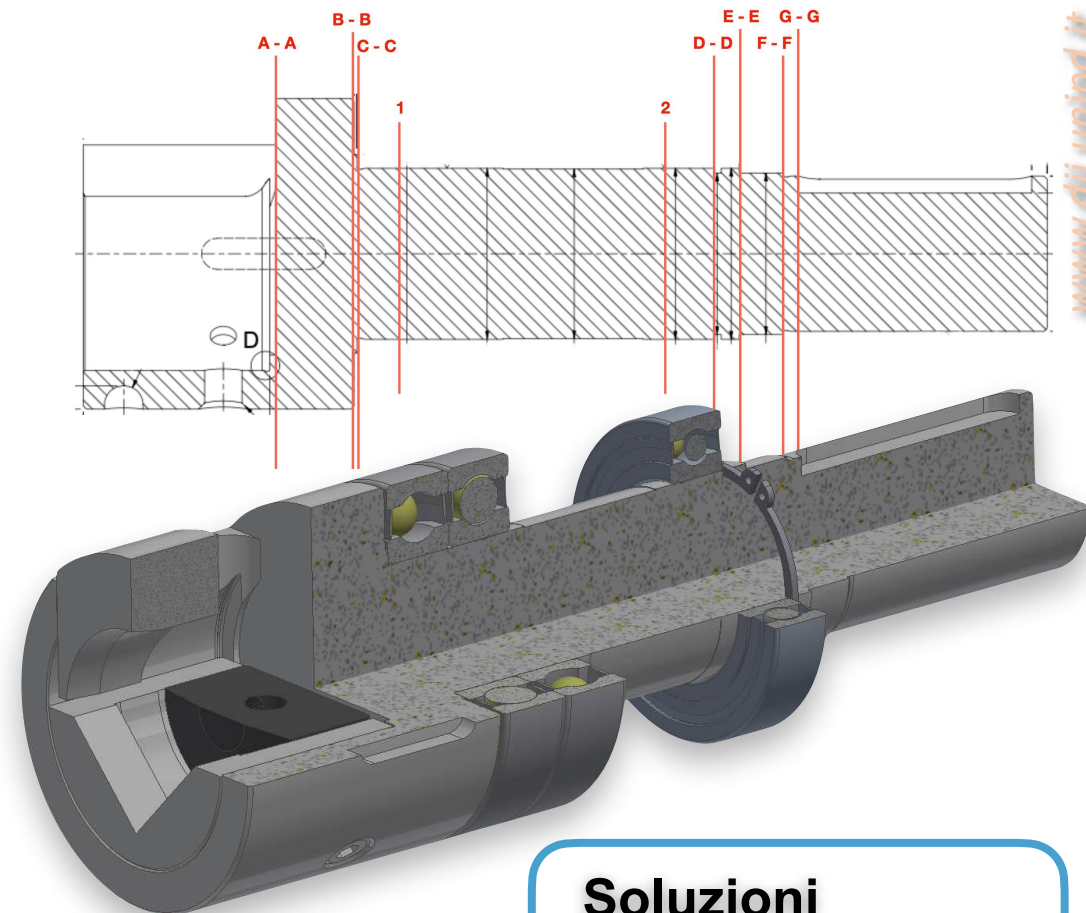
- *Verifica a pressione* $p = \frac{M_{t0}}{\frac{d_0}{2} \cdot t_1 \cdot l} \leq p_{adm}$
- *Verifica a taglio* $\tau = \frac{2 \cdot M_{t0}}{d_0 \cdot b \cdot l} \leq \tau_{amm}$
- ➔ Resistenza Linguetta



Conclusioni

$v_i > 2 \longrightarrow$ Componenti a contatto con operatori

	SEZIONE A - A	SEZIONE B - B	SEZIONE C - C	SEZIONE 1	SEZIONE 2	SEZIONE D - D	SEZIONE E - E	SEZIONE F - F	SEZIONE G - G
v_s [l]	11,9	6,6	4,2	3,6	5,2	4,4	4,4	3,9	2,8
	>	>	>	>	>	>	>	>	>
	2	2	2	2	2	2	2	2	2
v_r [l]	5,4	1,8	1,5	\	\	4,1	4,2	3,8	2,7
	>	>	>	\	\	>	>	>	>
	2	2	2	\	\	2	2	2	2
C_0 [N]	VERIFICA CUSCINETTI				VERIFICA LINGUETTA				
	SX	DX			p [MPa]	115	<	110	
	30.109	18.263			τ [MPa]	45	<	203	
	<	<			VERIFICA GIUNZIONE BULLONATA				
L_{10h} [h]	29.000	21.200			Taglio	0,263	<	1	
	<	<			V_r [N]	127	<	14.536	
	321	82			N [N]	9.435	<	56.000	



Andando ad analizzare i risultati analitici forniti dalle verifiche si può dire che:

L'utilizzo prolungato alle massime condizioni di carico porterebbe ad un'usura precoce dei cuscinetti e ad una probabilità più alta di cedimento per fatica delle sezioni più critiche.

➔ Alle condizioni normali di carico il supporto si può considerare verificato.

Soluzioni

- Raggi di curvatura ↗
- Cuscinetti a rulli ↗
- Linguetta superiore ↗

Relazione per la prova finale
VERIFICA STRUTTURALE DI SUPPORTI PER ALBERI
ESPANSIBILI PER LA PRODUZIONE DELLA CARTA

Grazie per l'ascolto

Tutor universitario:
Prof. Alberto Campagnolo

Laureando:
Leonardo Marin

Padova, 22/09/2023