

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale

***ANALISI NUMERICHE STRUTTURALI PER IL CALCOLO DELLE
CONCENTRAZIONI DI TENSIONE E DELLA DEFORMATA DI
COMPONENTI MECCANICI: CONFRONTO TRA CODICI TRADIZIONALI E
MESHLESS***

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Laureando: *Alessandro Baldan*

Padova, 14/07/2022

L'OBIETTIVO È CONFRONTARE L'ACCURATEZZA DEI PROGRAMMI:

SOLIDWORKS



ANSYS WORKBENCH



ANSYS DISCOVERY (MESH-LESS)



NEL RILEVARE

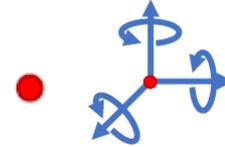
CONCENTRAZIONI DI TENSIONE

SPOSTAMENTI

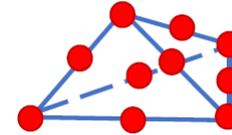
ROTAZIONI

ANALISI FEM (FINITE ELEMENT METHOD)

NODO



ELEMENTO



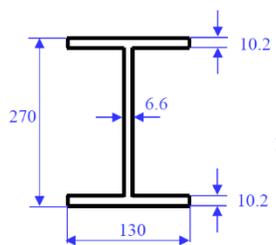
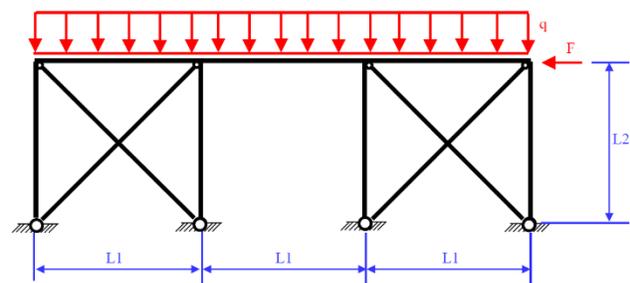
IPOTESI DELL'ANALISI STATICA LINEARE

CARICHI COSTANTI NEL TEMPO

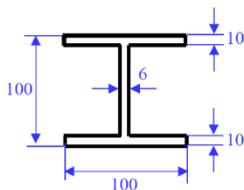
RISPOSTA LINEARE DEL MATERIALE

PICCOLI SPOSTAMENTI

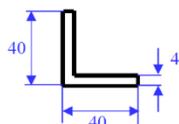
TELAIO PIANO



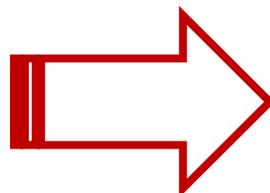
Corrente superiore: IPE 270



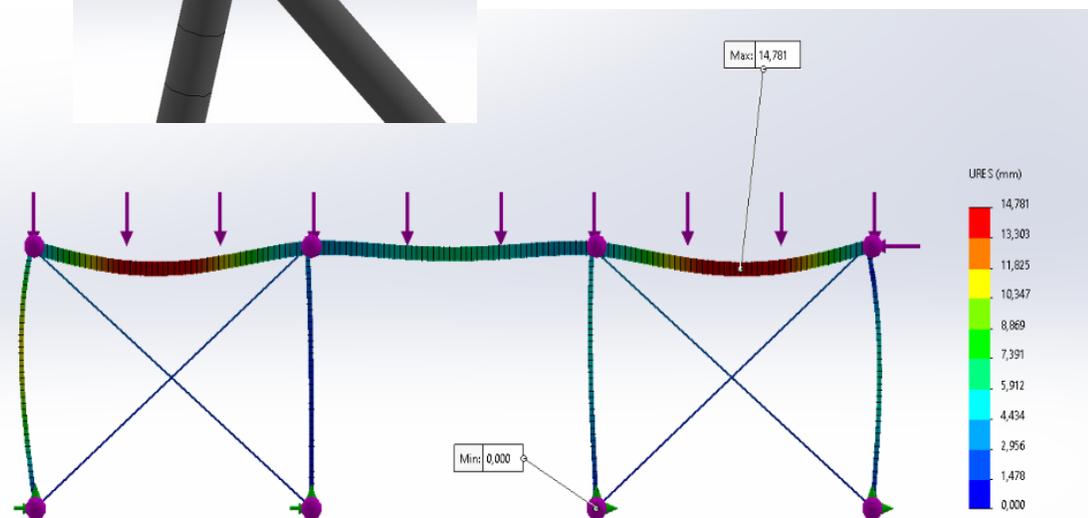
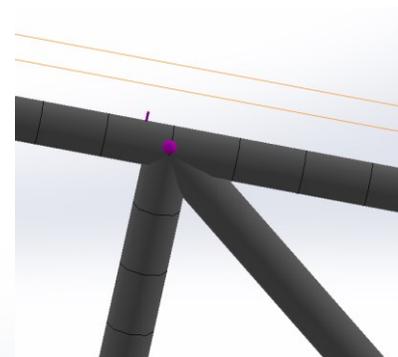
Colonne: HE 100 B



Controventi: L 40x4

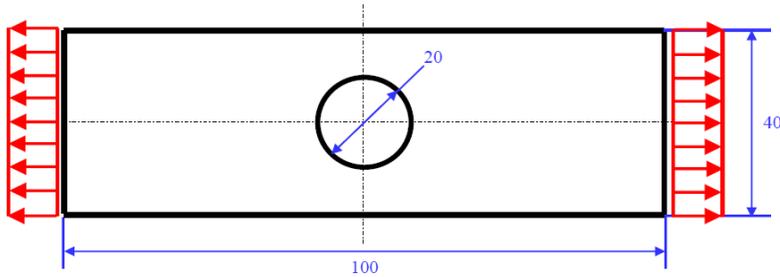


ANALISI MONODIMENSIONALE CON ELEMENTI TRAVE



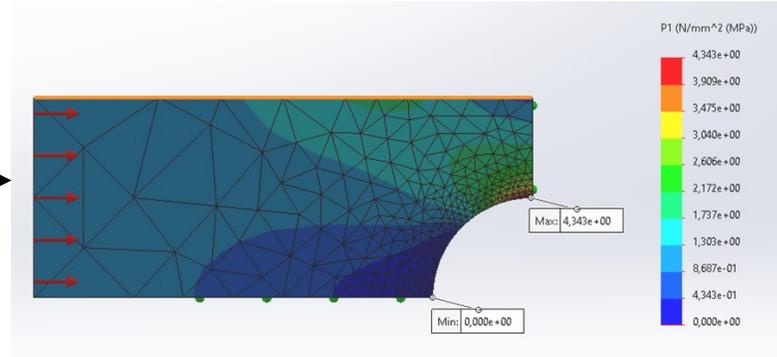
PIASTRA FORATA

Analisi bidimensionale con elementi piani



DAL PETERSON

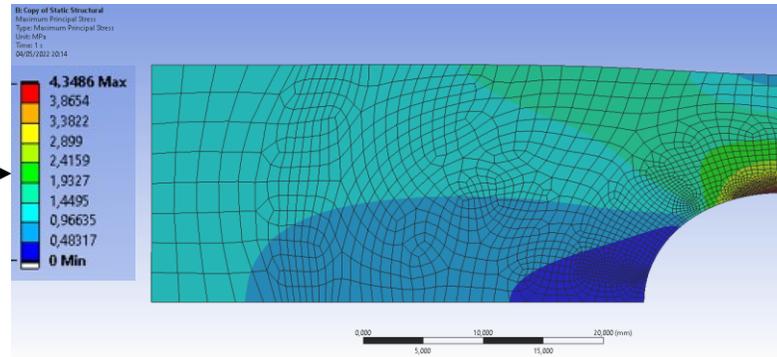
$$K_{tg} = 0,284 + \frac{2}{1 - \frac{d}{H}} - 0,6 \left(1 - \frac{d}{H}\right) + 1,32 \left(1 - \frac{d}{H}\right)^2 = 4,31$$



SOLIDWORKS

$$K_{tg} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_g} = \frac{4,34}{1} = 4,34$$

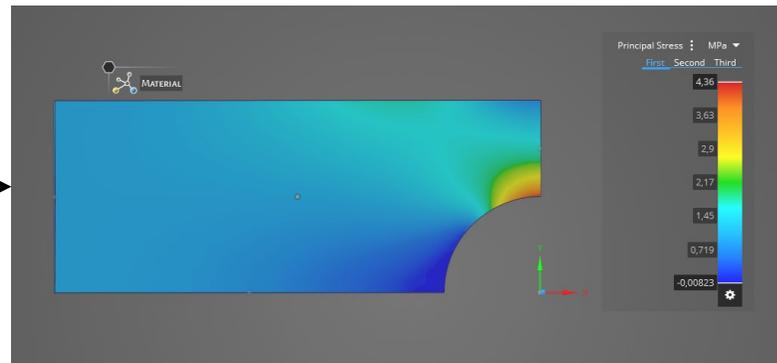
- Analisi di convergenza del risultato
- Ottimizzazione della mesh (il numero di elementi si riduce del 95%)



ANSYS WORKBECH

$$K_{tg} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_g} = \frac{4,35}{1} = 4,35$$

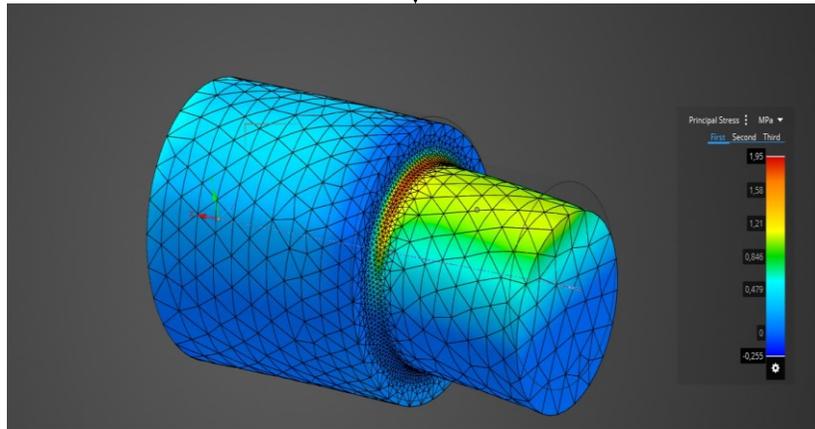
- Elementi quadrati
- Discretizzazione iterativa automatica



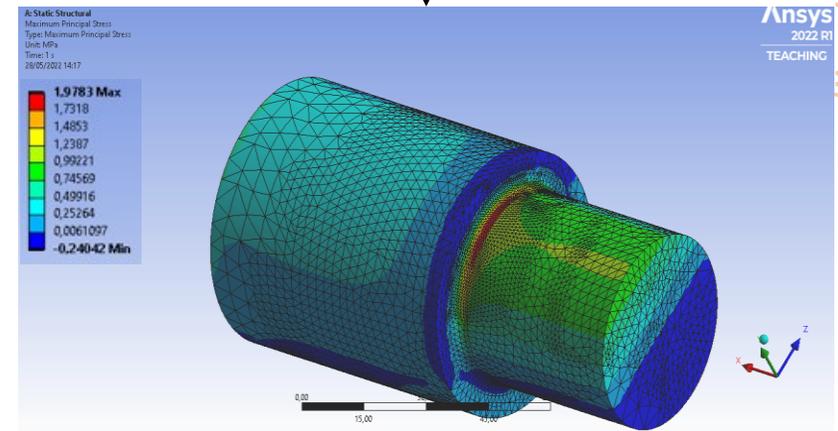
ANSYS DISCOVERY

$$K_{tg} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_g} = \frac{4,36}{1} = 4,36$$

- Analisi 3D
- Soluzione mesh-less



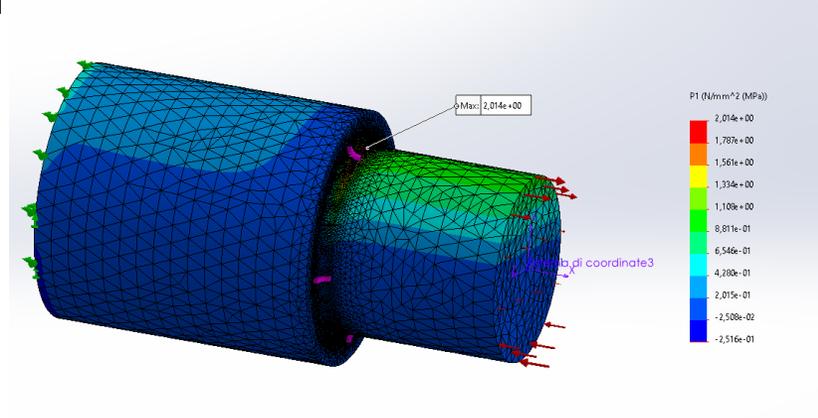
SPALLAMENTO DI UN ALBERO
 sollecitato da momento flettente puro
 $D = 60 \text{ mm}$
 $d = 44 \text{ mm}$
 $R = 3 \text{ mm}$
 Dal Peterson $\longrightarrow K_{tn} = 1,91$



ANSYS DISCOVERY

$$K_{tn} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_f} = \frac{1,95}{1} = 1,95$$

- Difficoltà nella gestione delle sollecitazioni
- Manipolazione della discretizzazione interna



SOLIDWORKS

$$K_{tn} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_f} = \frac{2,01}{1} = 2,01$$

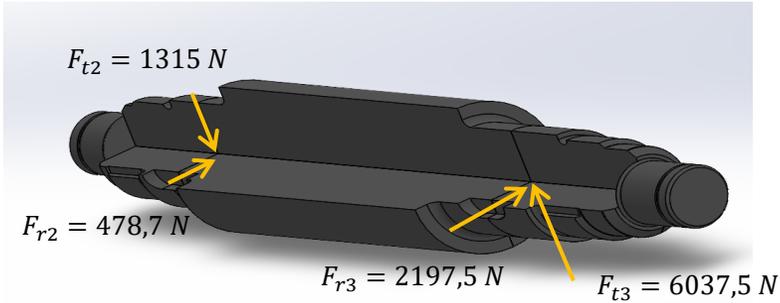
- Possibilità di applicare una pressione non uniforme

ANSYS WORKBENCH

$$K_{tn} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_f} = \frac{1,98}{1} = 1,98$$

- Limitazione nel numero di elementi della discretizzazione

ALBERO INTERMEDIO DI UN RIDUTTORE



RISULTATI DALLE FORMULE ANALITICHE DELL'INTEGRAZIONE DELLA LINEA ELASTICA

$$\varphi_{S,TOT} = \sqrt{\varphi_{S,XY}^2 + \varphi_{S,XZ}^2} = 0,000397 \text{ rad}$$

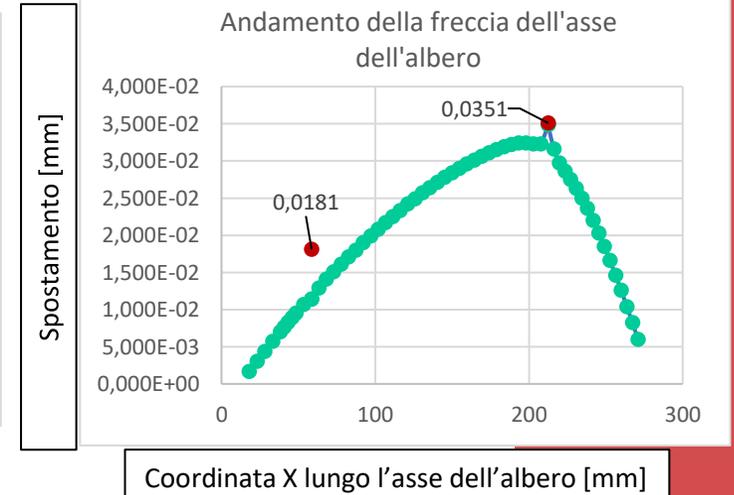
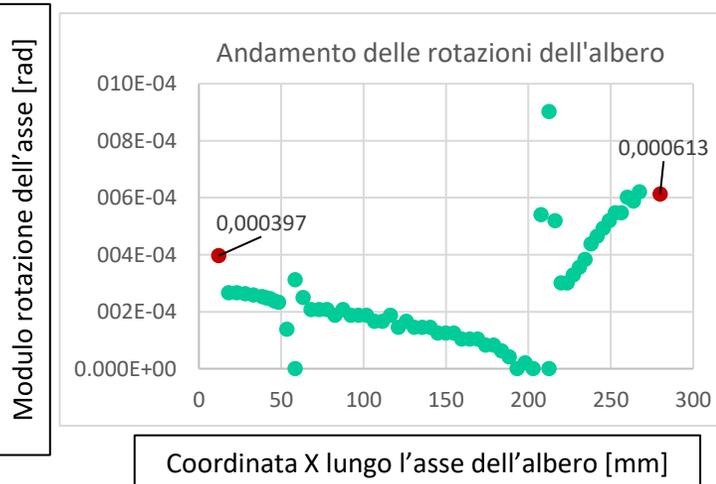
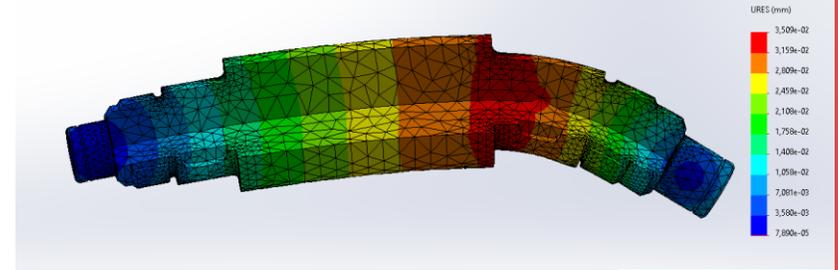
$$f_{2,TOT} = \sqrt{f_{2,XY}^2 + f_{2,XZ}^2} = 0,0181 \text{ mm}$$

$$f_{3,TOT} = \sqrt{f_{3,XY}^2 + f_{3,XZ}^2} = 0,0351 \text{ mm}$$

$$\varphi_{D,TOT} = \sqrt{\varphi_{D,XY}^2 + \varphi_{D,XZ}^2} = 0,000613 \text{ rad}$$

SOLIDWORKS

- Divisione in sezioni
- Limite dell'analisi numerica
- Vincolo *cuscinetto*



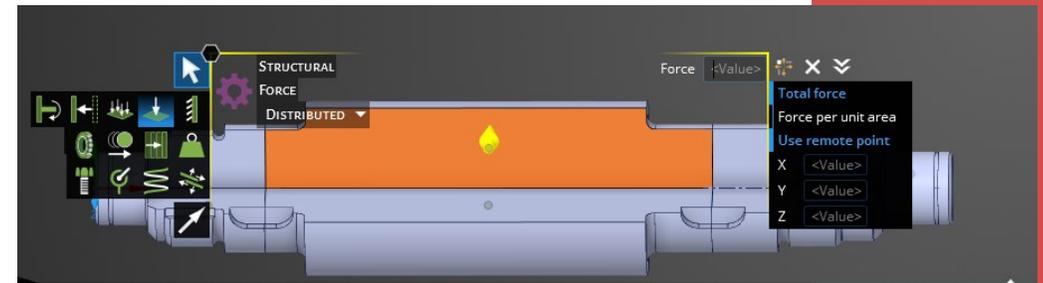
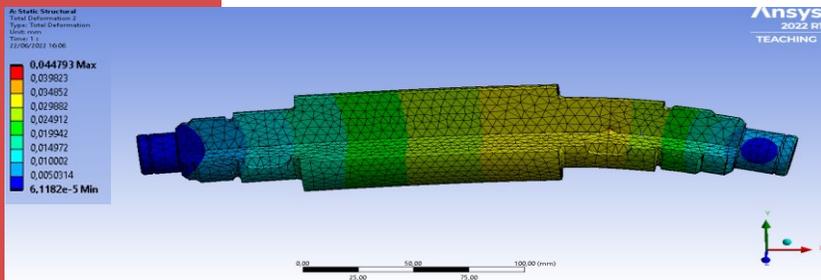
ANSYS WORKBENCH

- Modello con estensione *Parasolid*
- Vincolo *Remote Displacement*
- *Path* per analizzare gli spostamenti lungo l'asse



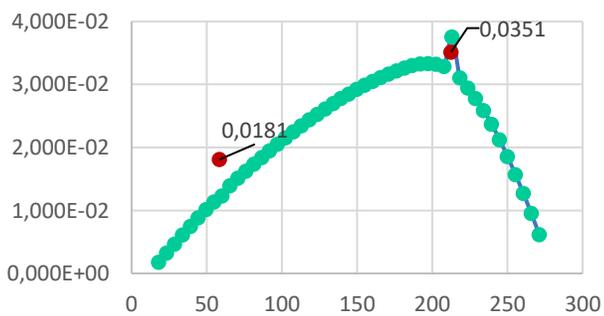
ANSYS DISCOVERY

- l'impossibilità di analizzare componenti 3D con carichi concentrati



Spostamento [mm]

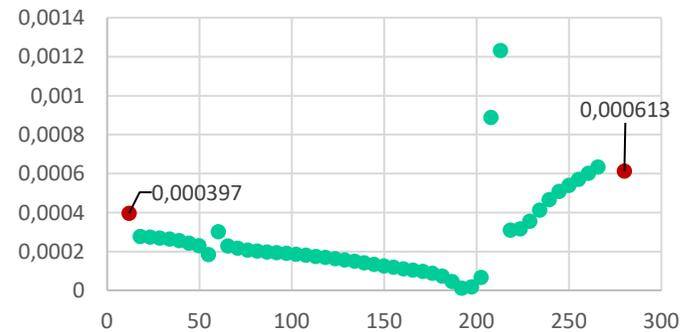
Andamento della freccia dell'albero



Coordinata X lungo l'asse dell'albero [mm]

Modulo rotazione dell'asse [rad]

Andamento delle rotazioni dell'albero



Coordinata X lungo l'asse dell'albero [mm]

LO SCARTO TRA I RISULTATI TEORICI E E DI SMULAZIONE NUMERICA È INFERIORE AL 10 %

I RISULTATI TEORICI DI SPOSTAMENTI E ROTAZIONI RISULTANO A FAVORE DI SICUREZZA

ANSYS DISCOVERY

- CRITICO IN TERMINI DI CONSUMO DI RISORSE
- METODO MESH-LESS
- APPROSSIMATIVO NELLA DEFINIZIONE DEL MODELLO

ANSYS WORKBENCH

- ALTO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO NELLA MODELLAZIONE
- LA LICENZA PER STUDENTI LIMITA IL NUMERO DI ELEMENTI

SOLIDWORKS

- USER FRIENDLY