www.dii.unipd.it

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale

ANALISI FEM STRUTTURALI PER IL CALCOLO DELLO STATO TENSIONALE E DI DEFORMAZIONE DI COMPONENTI MECCANICI: CONFRONTO TRA CODICI TRADIZIONALI E MESHLESS

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Laureando*: Nespolo Filippo*

Padova, 16/09/2022

OBIETTIVI

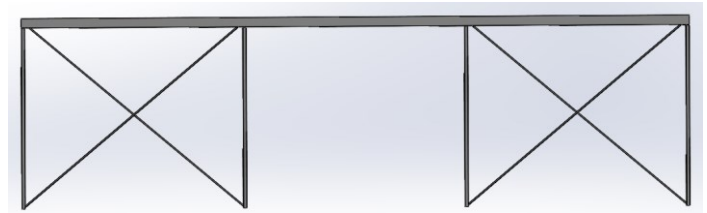
www.dii.unipd.it

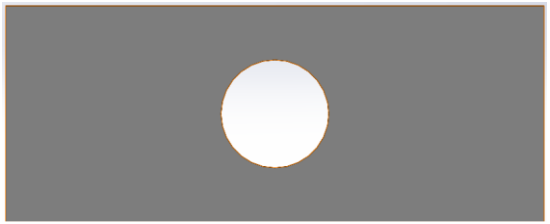
L'obiettivo della relazione finale consiste nell'effettuare analisi FEM strutturali di componenti meccanici, in particolare al fine di caratterizzare staticamente un telaio piano ed effettuare un confronto in termini di:

- concentrazione delle tensioni
- deformata (spostamenti e rotazioni)
- tempo di risoluzione

Componenti meccanici in analisi

- Telaio piano
- Piastra forata
- Albero intermedio di un riduttore ad ingranaggi





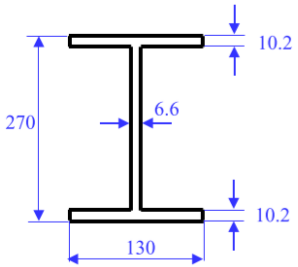
Solidworks

Ansys Workbench-Mechanical

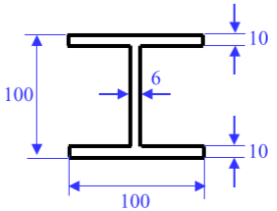
Ansys Discovery

L' analisi FEM si sviluppa nei seguenti termini:

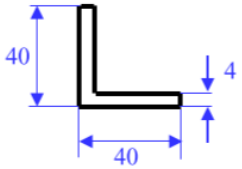
1. Creazione del **modello geometrico**;
2. **Predisposizione** del modello all'analisi (es. carichi, vincoli, modello trave);
3. Analisi dei **risultati** (deformata, reazioni vincolari, grafici di sollecitazione, verifica statica).



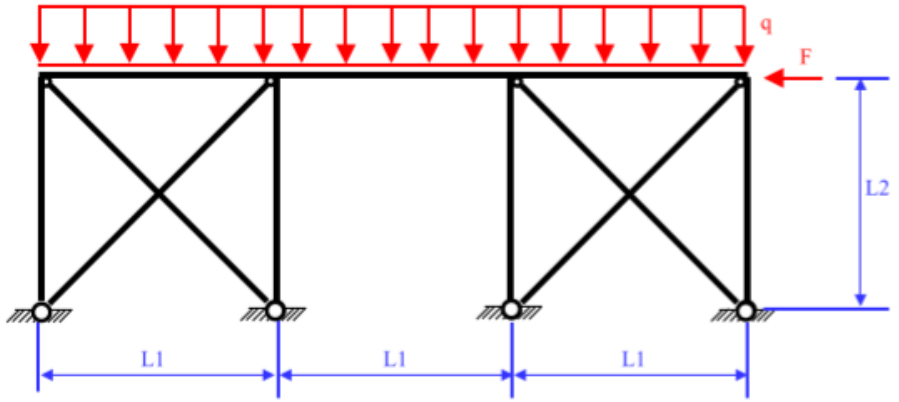
Corrente superiore (IPE270)



Colonne (HE100B)



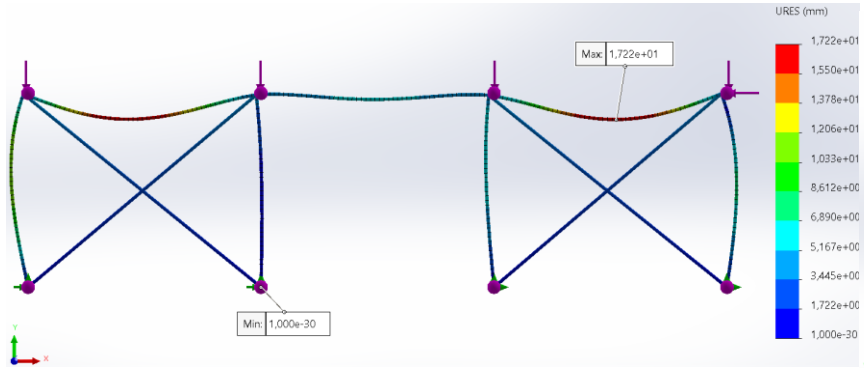
Controventi (L40x4)



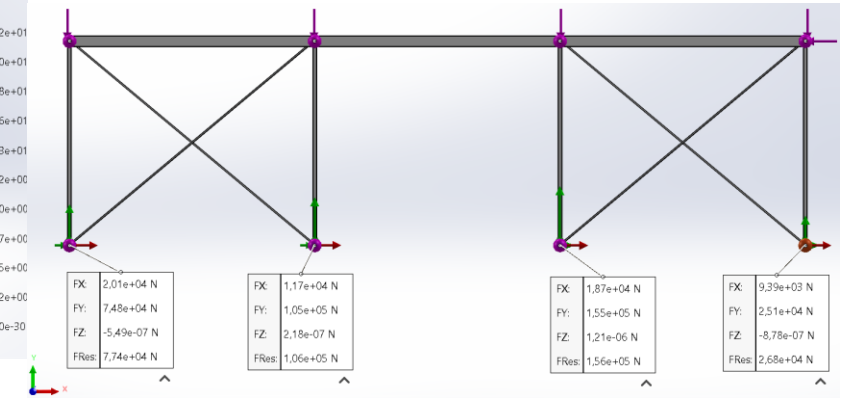
DATI
F = 60 KN
q = 20 kN/m
L1 = 6000 mm
L2 = 5000 mm

MATERIALE
Acciaio Fe 430
σ_{adm}=190 MPa
E=206000 MPa
ν=0.3

PROFILI ADOTTATI
Corrente superiore: IPE 270
Colonne: HE 100 B
Controventi: L 40x4



Deformata in termini di spostamento dei nodi
(Scala di ingrandimento: 40)



Reazioni vincolari delle cerniere

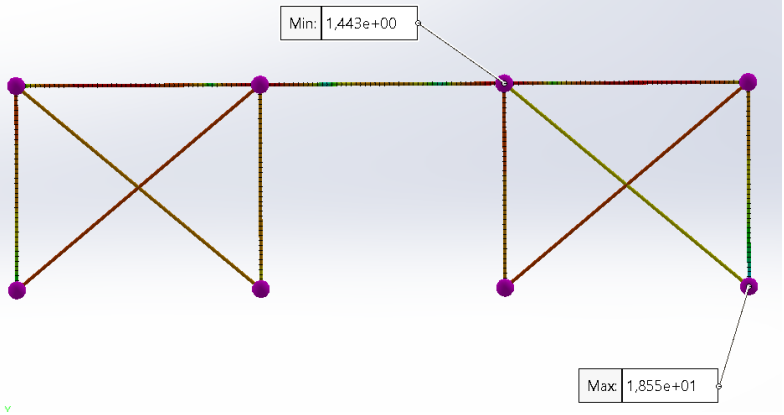


Grafico del coefficiente di sicurezza
(metodo delle tensioni ammissibili)

www.dii.unipd.it

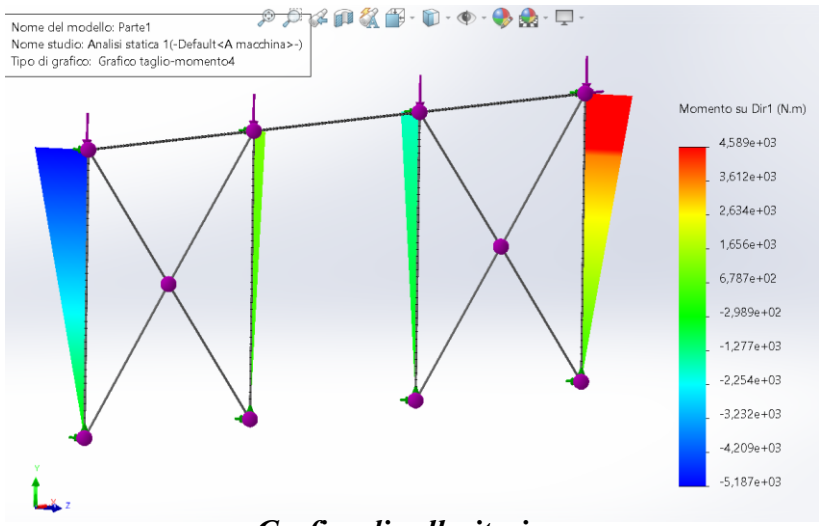


Grafico di sollecitazione
(Es. Momento in Dir.1)

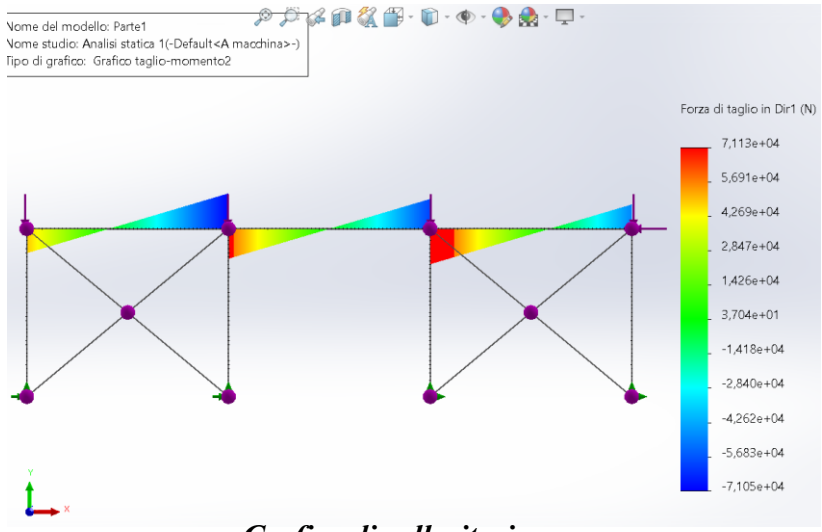


Grafico di sollecitazione
(Es. Forza di taglio in Dir.1)

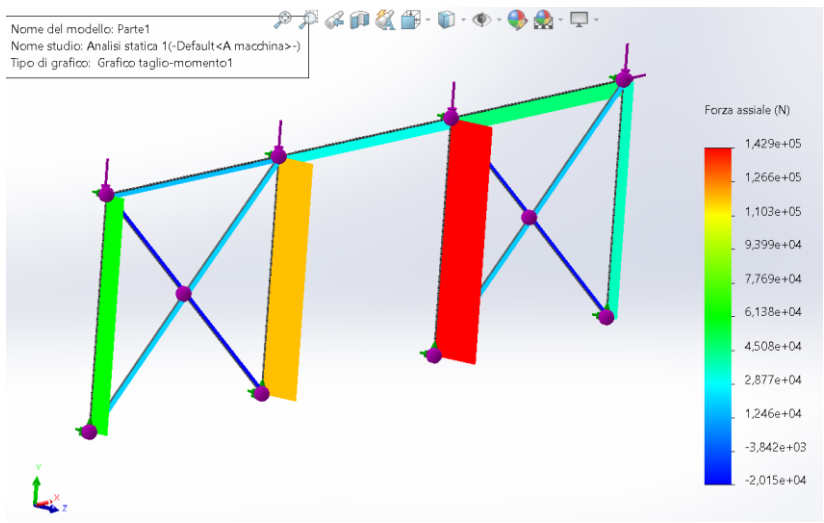


Grafico di sollecitazione
(Es. Forza assiale)

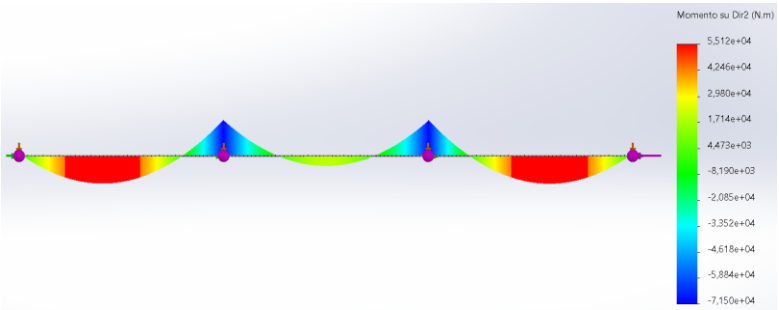


Grafico di sollecitazione
(Es. Momento in Dir.2)

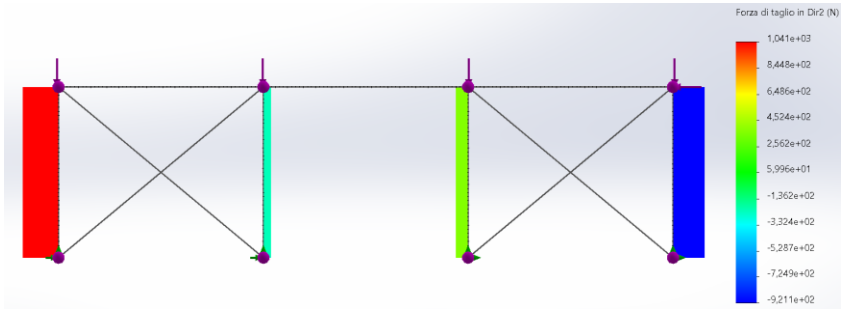


Grafico di sollecitazione
(Es. Forza di taglio in Dir.2)

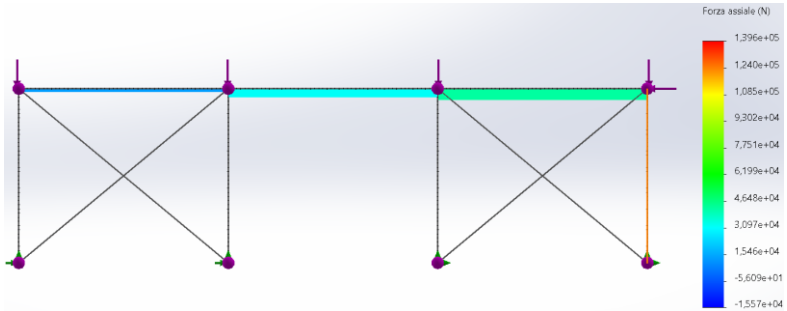


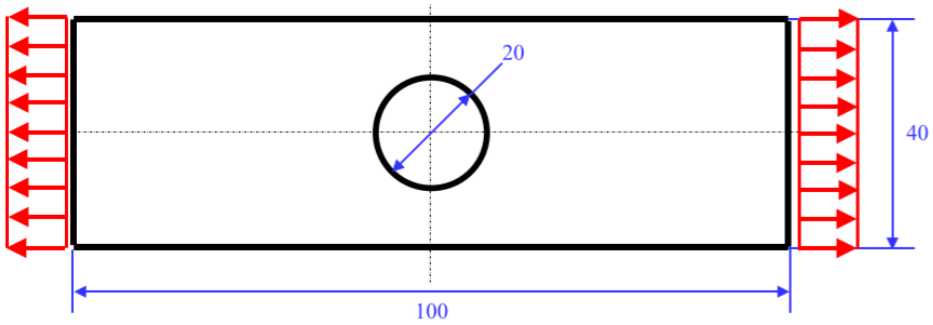
Grafico di sollecitazione
(Es. Forza assiale)

www.dii.unipd.it

PIASTRA FORATA

L' analisi FEM si sviluppa nei seguenti termini:

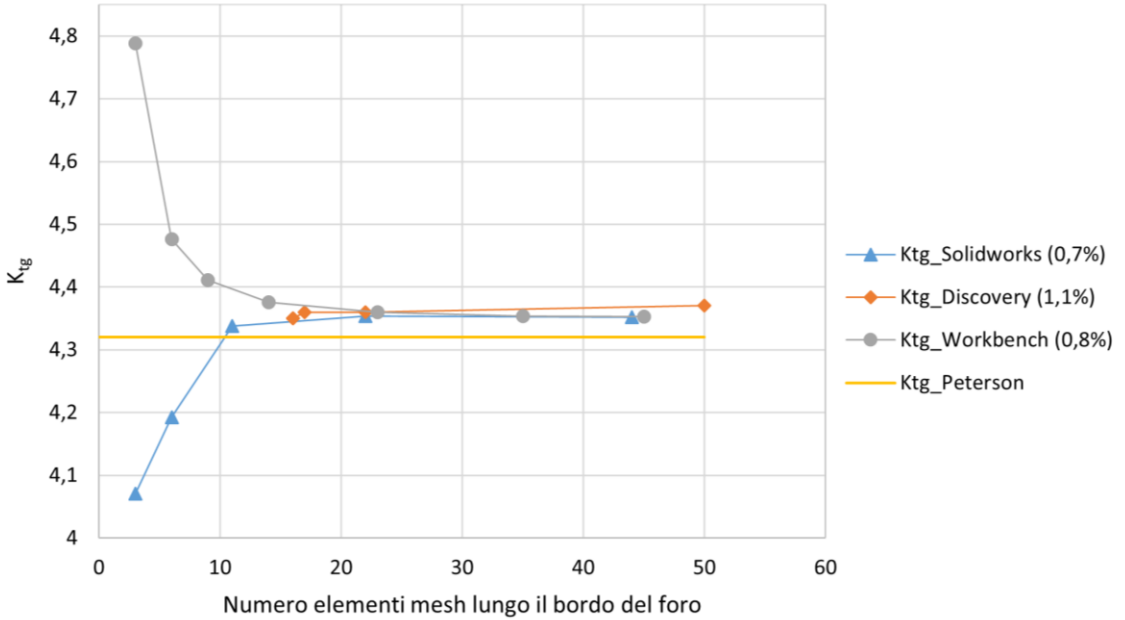
1. Creazione del **modello geometrico**;
2. **Predisposizione** del modello all'analisi; (es. carichi, vincoli, mesh)
3. Analisi dei **risultati** (fattore di concentrazione delle tensioni - k_{tg}).

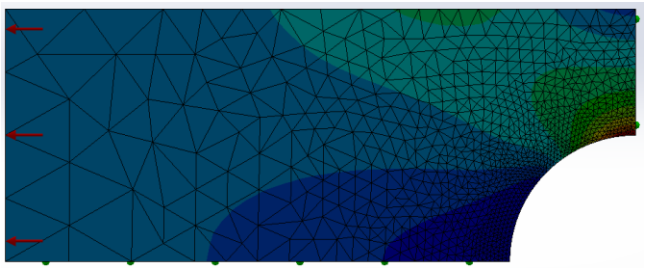


DATI
Spessore piastra = 1 mm

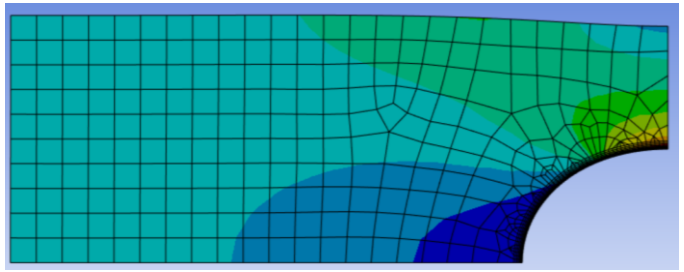
MATERIALE
Acciaio Fe 360
E=206000 MPa
ν=0.3

Confronto andamento k_{tg}

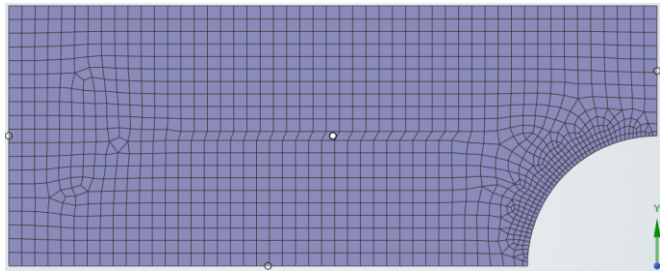




Esempio mesh Solidworks



Esempio mesh Workbench



Esempio mesh Discovery

www.dii.unipd.it

ALBERO INTERMEDIO DI UN RIDUTTORE AD INGRANAGGI

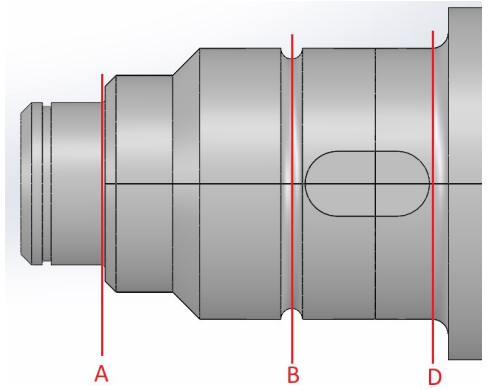
www.dii.unipd.it

L' analisi FEM si sviluppa nei seguenti termini:

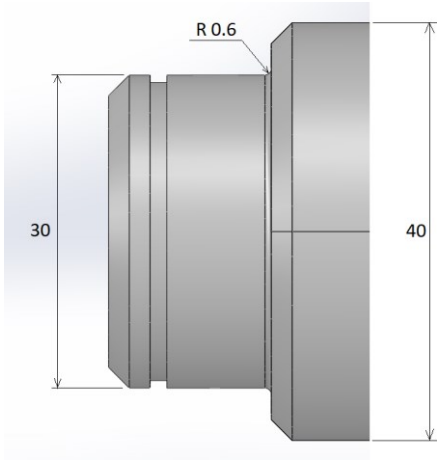
1. Creazione del **modello geometrico**;
2. **Predisposizione** del modello all'analisi; (es. carichi, vincoli, mesh)
3. Analisi dei **risultati** (fattore di concentrazione delle tensioni - k_{tn}).

Sezioni critiche dell'albero intermedio del riduttore:

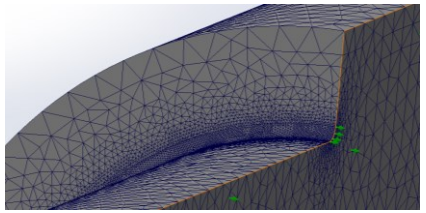
- Sez. A: spallamento del cuscinetto sinistro;
- Sez. B: gola di scarico della filettatura di sinistra;
- Sez. D: spallamento della ruota dentata di sinistra;



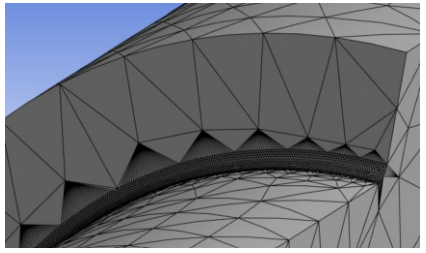
SEZIONE A



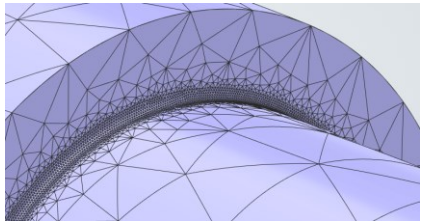
Esempio mesh Solidworks



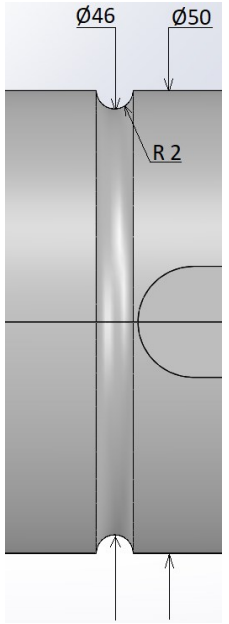
Esempio mesh Workbench



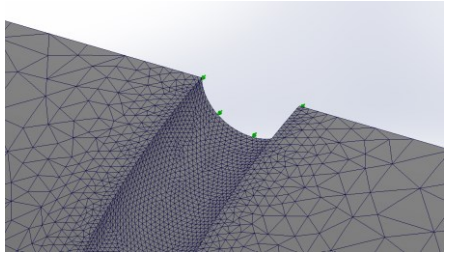
Esempio mesh Discovery



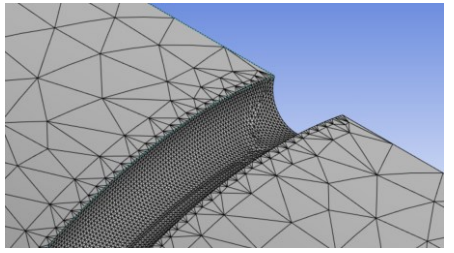
SEZIONE B



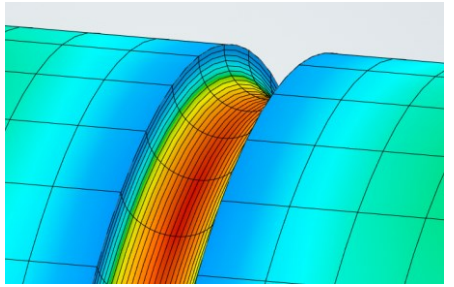
Esempio mesh Solidworks



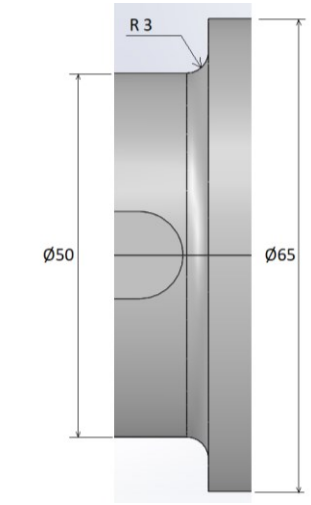
Esempio mesh Workbench



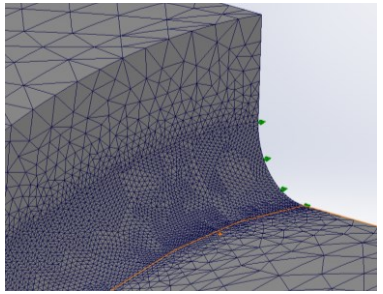
Esempio mesh Discovery



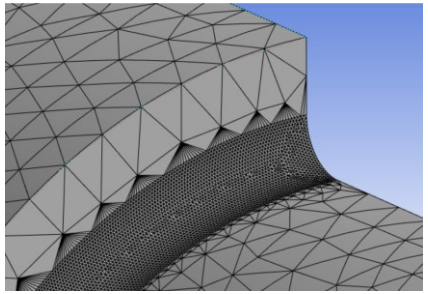
ALBERO INTERMEDIO – VERIFICA A FATICA FLESSIONALE



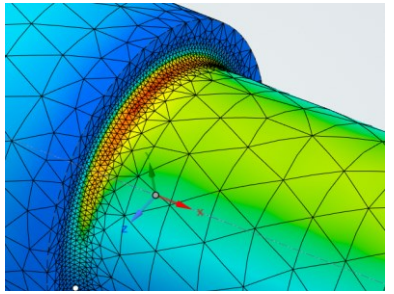
SEZIONE D



Esempio mesh Solidworks

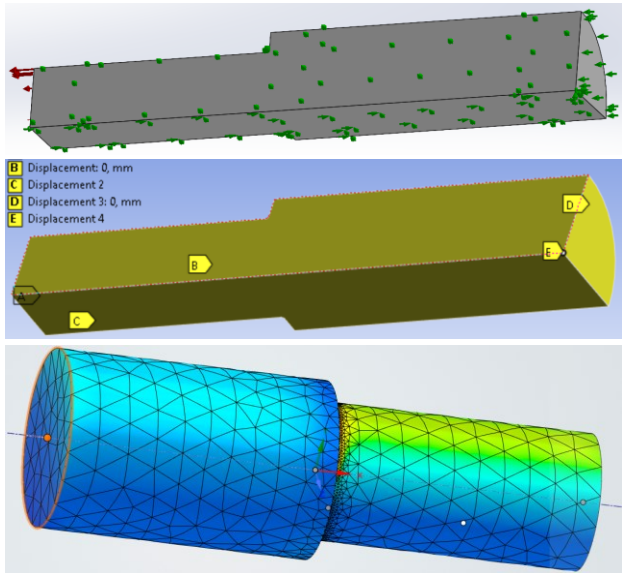


Esempio mesh Workbench



Esempio mesh Discovery

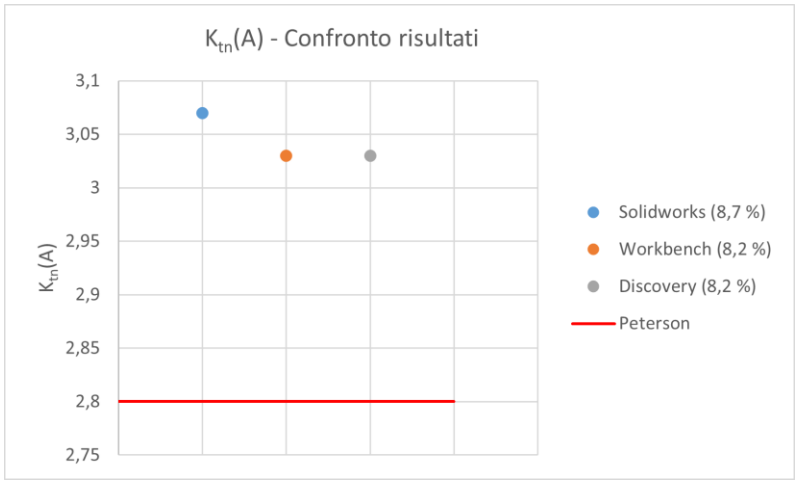
VINCOLI

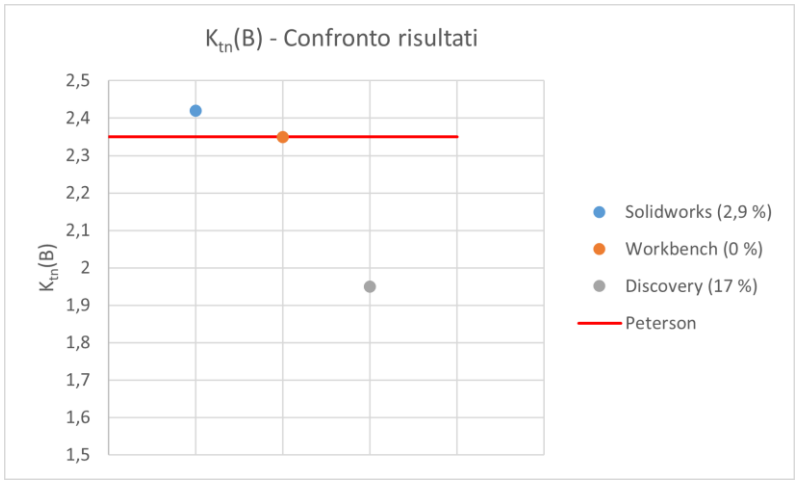


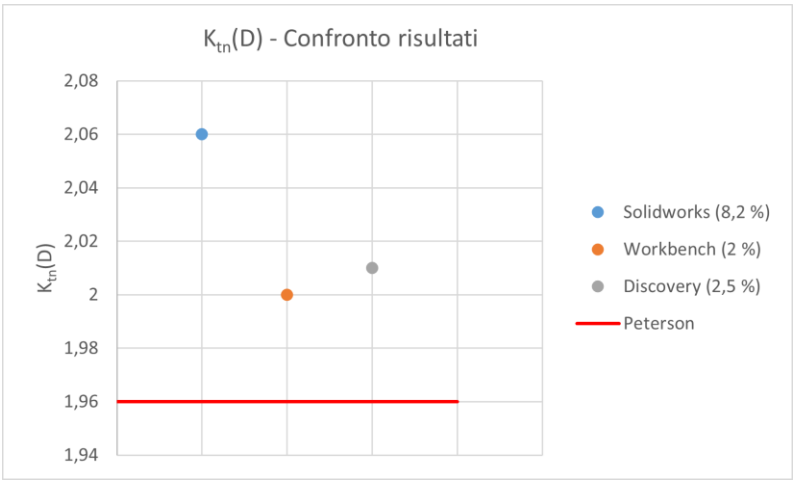
www.dii.unipd.it

Confronto tra i risultati finali del k_{tn} delle singole sezioni.

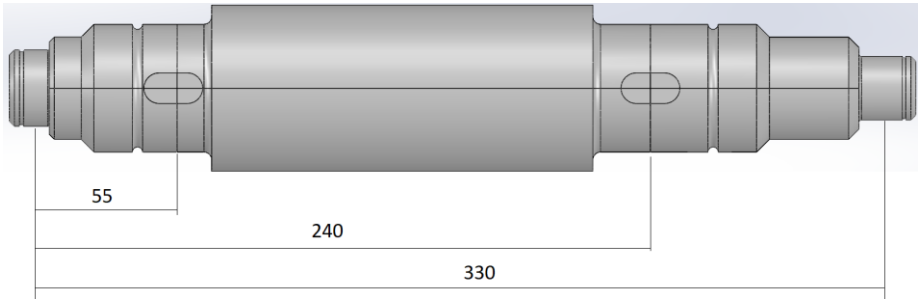
Valore di riferimento ricavato dal manuale del Peterson.
La percentuale tra parentesi sta ad indicare la deviazione percentuale del risultato rispetto al valore di riferimento.

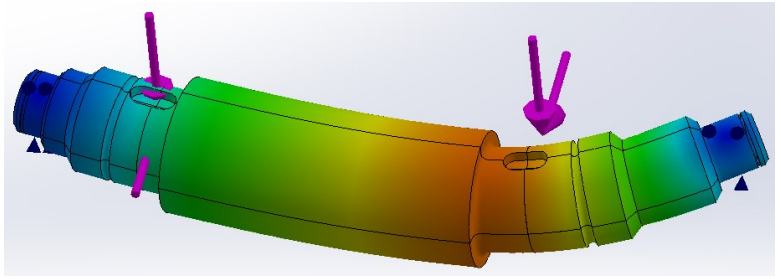


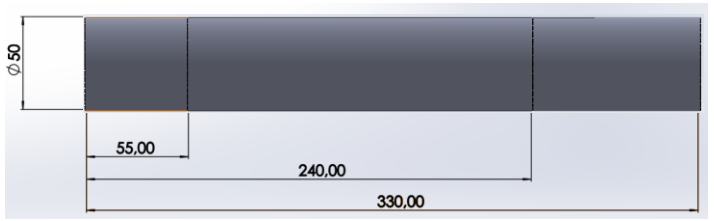


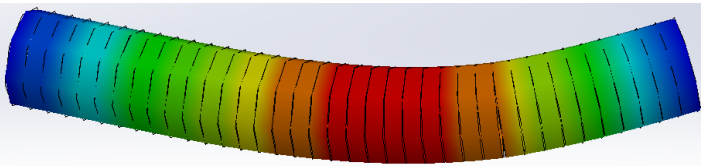


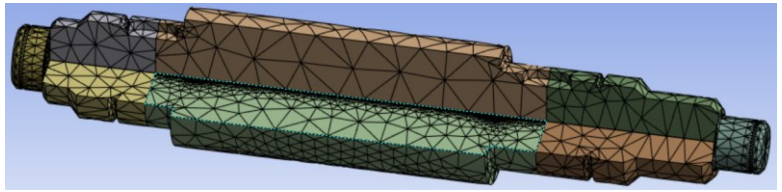
ALBERO INTERMEDIO – VERIFICA A DEFORMABILITÀ FLESSIONALE



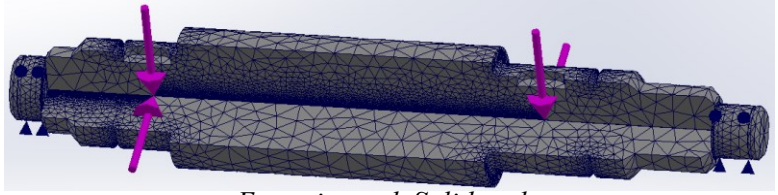




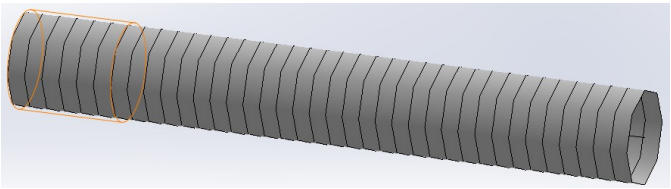




Esempio mesh Workbench

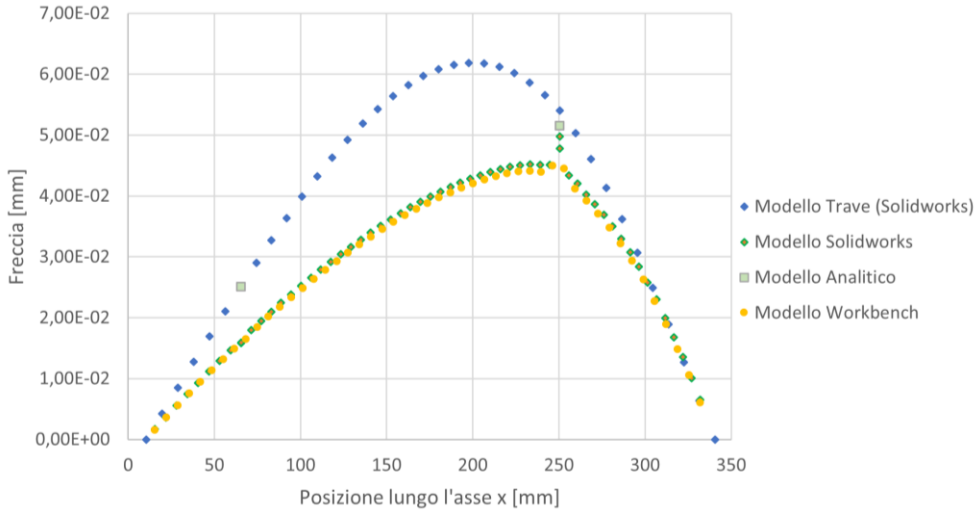


Esempio mesh Solidworks

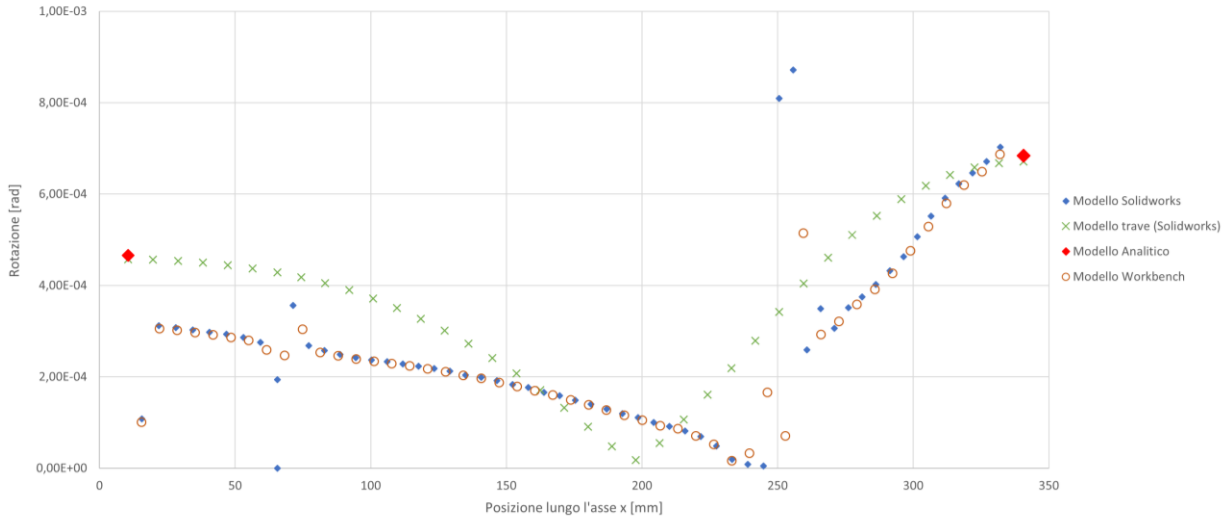


Esempio mesh Modello Trave

Andamento freccia lungo l'asse



Andamento rotazione lungo l'asse

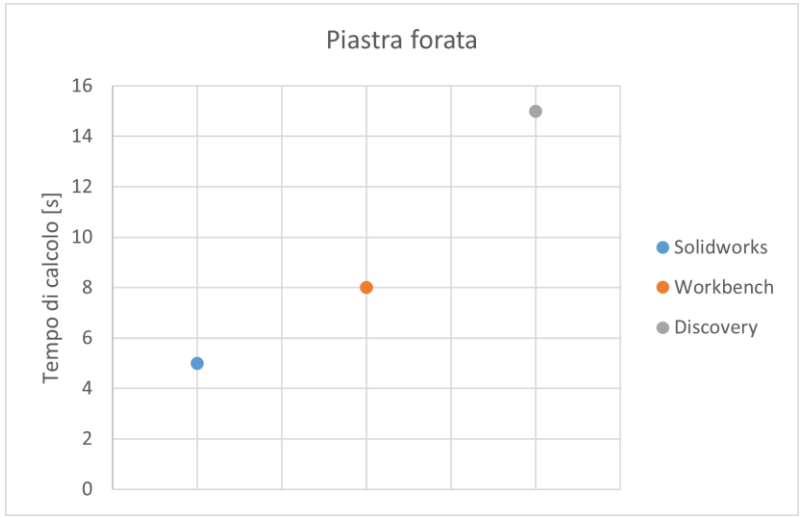


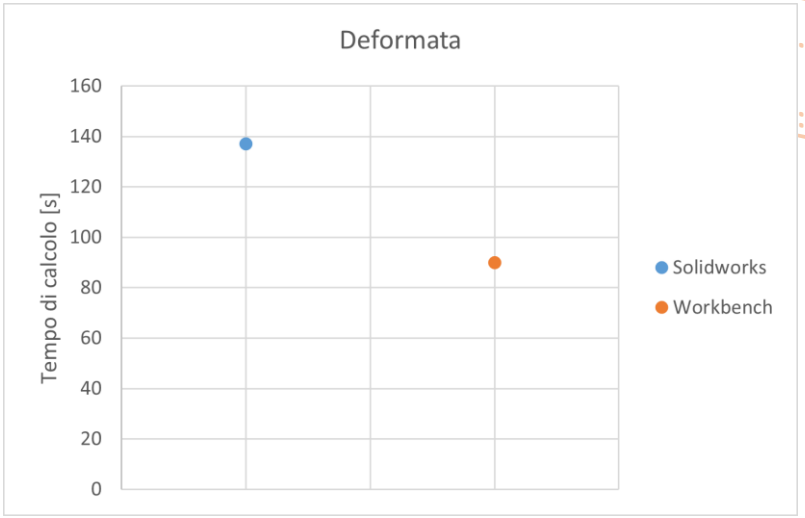
www.dii.unipd.it

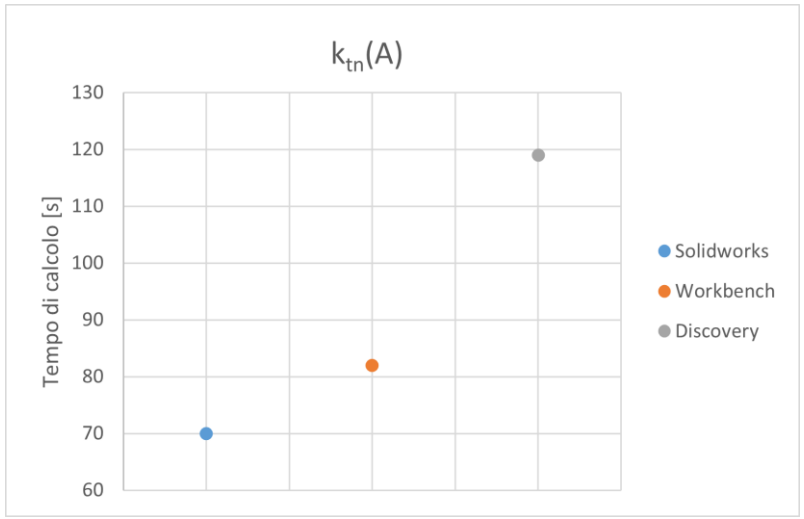
TEMPI DI RISOLUZIONE

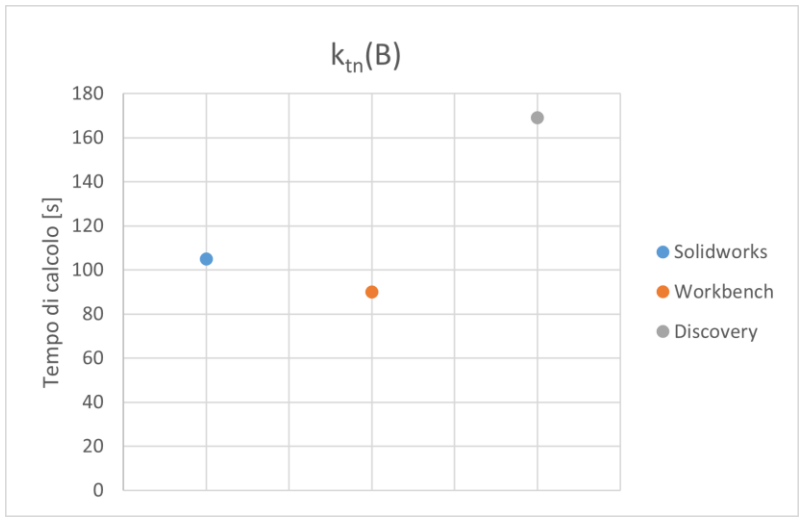
Confronto tempi di risoluzione:

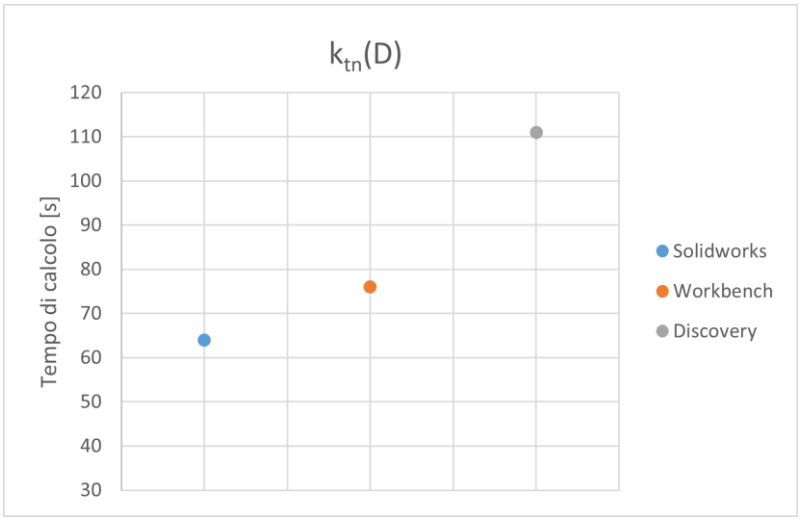
Risultati variabili in funzione delle caratteristiche hardware del pc











www.dii.unipd.it

CONCLUSIONI

	OBIETTIVI	RISULTATI
TELAIO	• *Deformata* • *Reazioni vincolari* • *Grafici di sollecitazione* • *Verifica statica*	✓ Grafici ✓ Verifica statica non soddisfatta
PIASTRA	• *Fattore di concentrazione delle tensioni riferito all'area lorda K_{tg} (piastra sollecitata a trazione)*	✓ Convergenza (numero di elementi finiti ≈ 30) ✓ Solidworks e Ansys Workbench: buona sensibilità all'affinamento della mesh ✓ Ansys Discovery: bassa sensibilità all'affinamento della mesh.
ALBERO	• *Verifica a fatica flessionale (k_{tn})* • *Verifica a deformabilità (frecce e rotazioni)*	✓ Ansys Workbench e Solidworks: migliore accuratezza (max dev.perc. 8%) ✓ Ansys Discovery: minore accuratezza (picco dev.perc. 17%) ✓ Frecce: andamento in favore di sicurezza per il modello trave e sovrapposizione quasi totale dei risultati provenienti dai modelli solidi, con picco in corrispondenza della ruota più sollecitata. ✓ Rotazioni: andamento in favore di sicurezza per il modello trave e sovrapposizione quasi totale dei risultati provenienti dai modelli solidi. Coerenza dei risultati con il modello analitico.
TEMPI DI RISPOSTA	• *Confronto qualitativo e soggettivo (hardware) delle risposte dei tre software*	✓ Solidworks e Workbench: stesso ordine di grandezza temporale ✓ Discovery: tempistiche circa doppie

www.dii.unipd.it

www.dii.unipd.it

Grazie per l'attenzione