

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

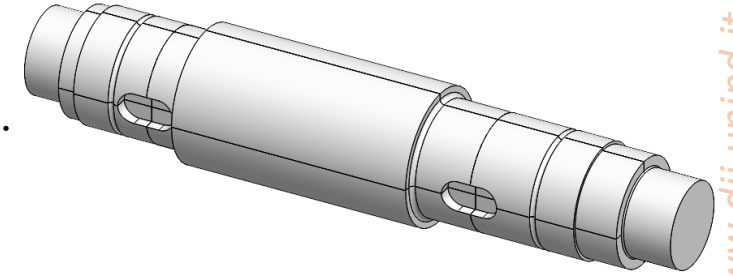
Relazione per la prova finale
ANALISI FEM STRUTTURALI DI UN RIDUTTORE A
INGRANAGGI MEDIANTE SOLIDWORKS SIMULATION

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

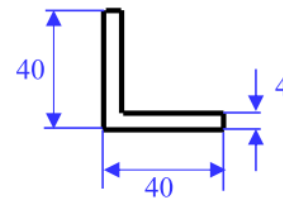
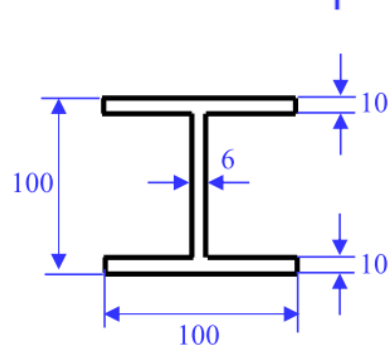
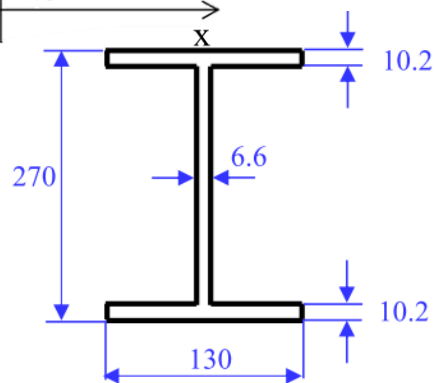
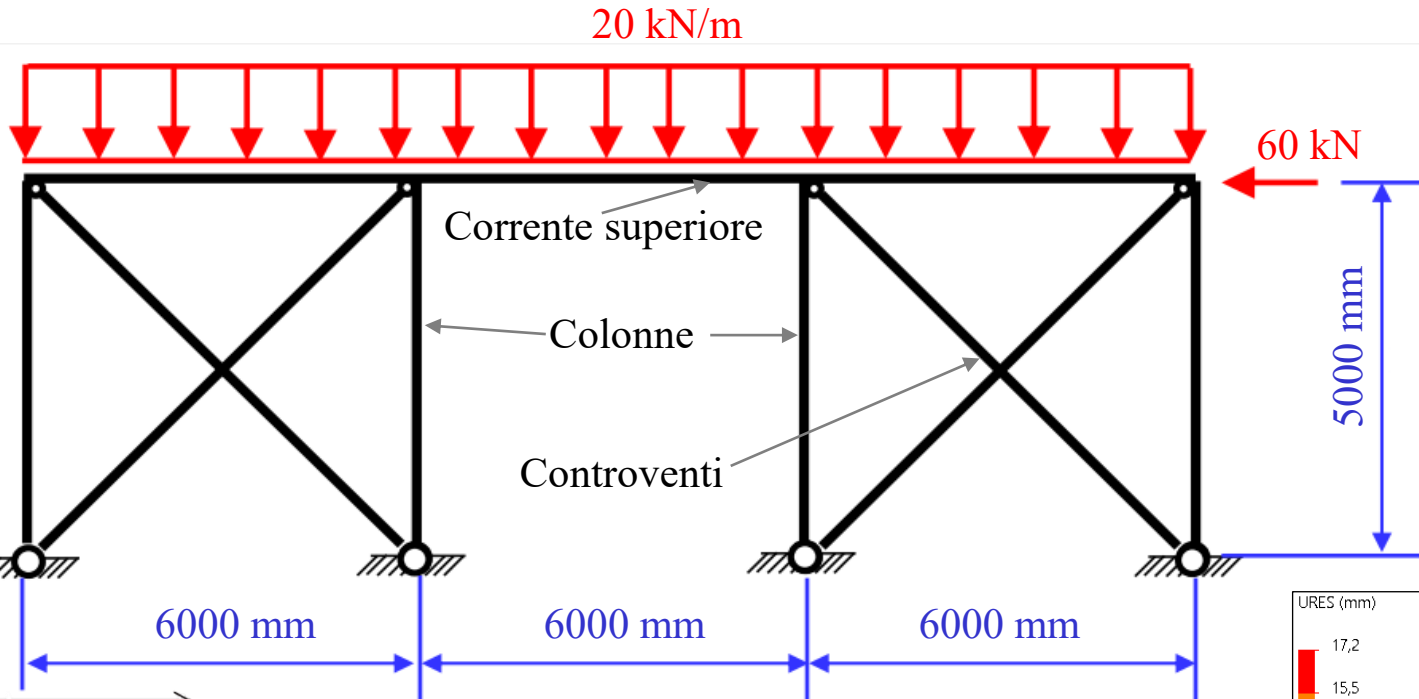
Laureando: *Giovanni Da Lio*

Padova, 14/07/2022

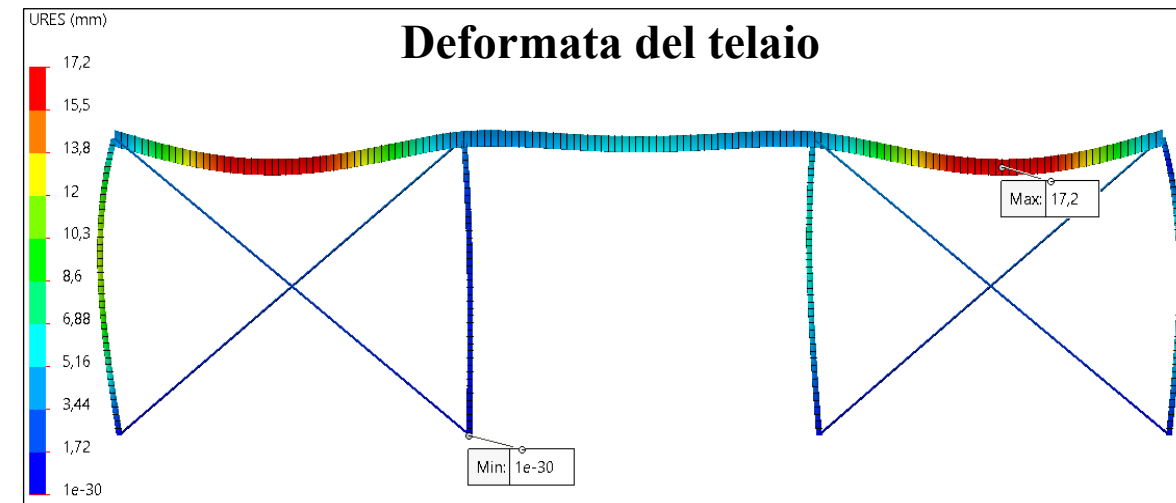
- Albero intermedio di trasmissione del moto di un riduttore come oggetto di analisi.
- **Obiettivi:**
 - Verifiche a fatica flessionale mediante calcolo del K_t in tre sezioni specifiche con analisi FEM.
 - Verifiche a deformabilità da analisi FEM, spostamenti e rotazioni sull'asse dell'albero.
- **Le fasi di lavoro:**
 1. **Il metodo agli elementi finiti:** terminologia, concetti di base ed implementazione in Solidworks Simulation.
 2. **Addestramento a Solidworks Simulation:**
 - telaio piano: operazioni preliminari, analisi FEM, spostamenti e sollecitazioni risultanti.
 - piastra forata: simmetrie, analisi di sensibilità della mesh e calcolo del K_t .
 3. **Albero intermedio, calcolo del K_t :** modelli geometrici, sezioni A, B e D.
 4. **Albero intermedio, verifiche a deformabilità:** modello tridimensionale e monodimensionale, spostamenti e rotazioni.



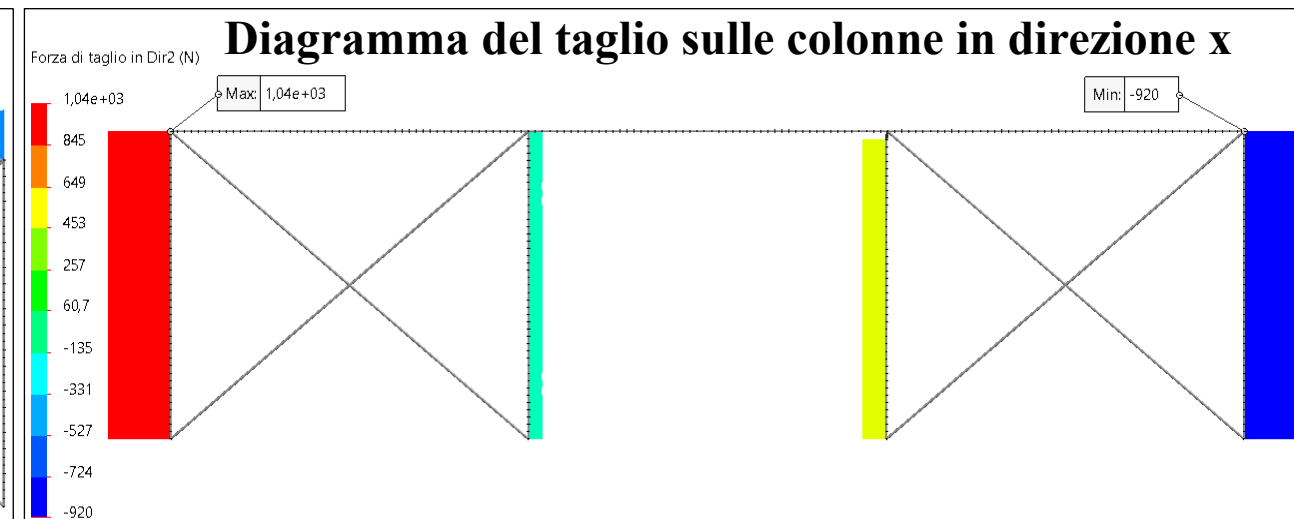
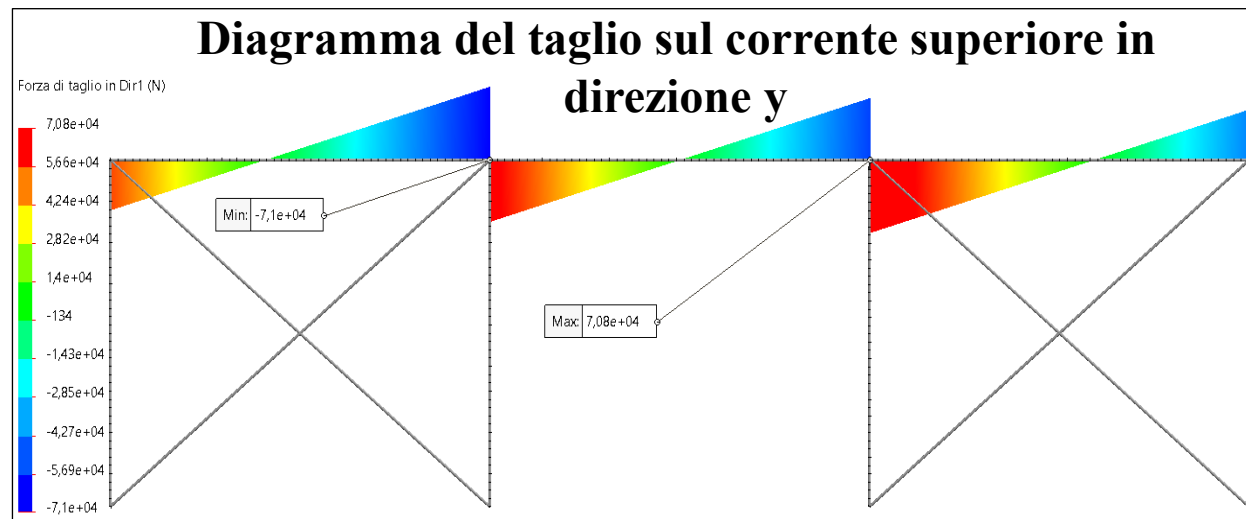
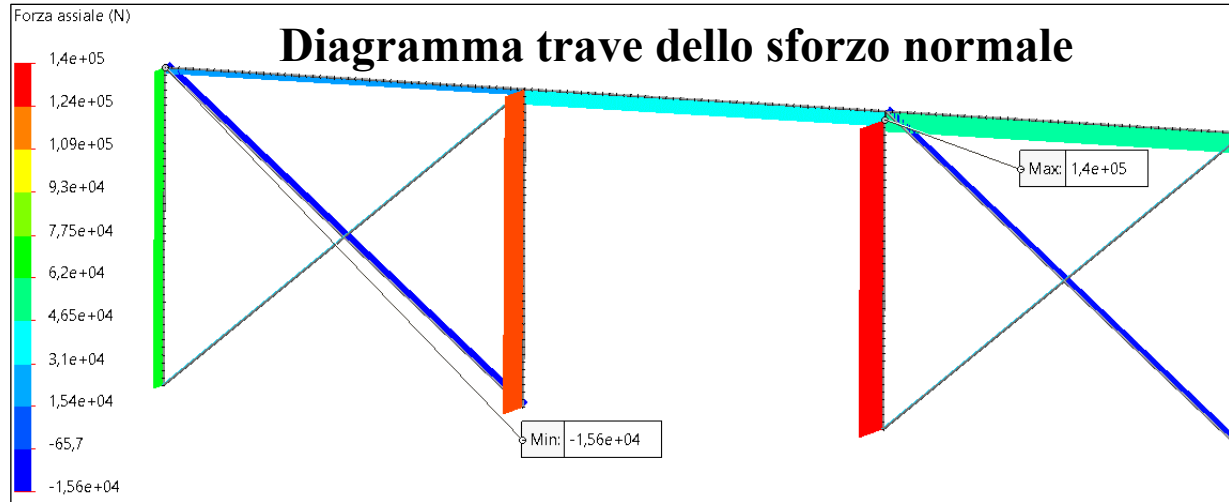
Schematizzazione della geometria e dei profili del telaio piano

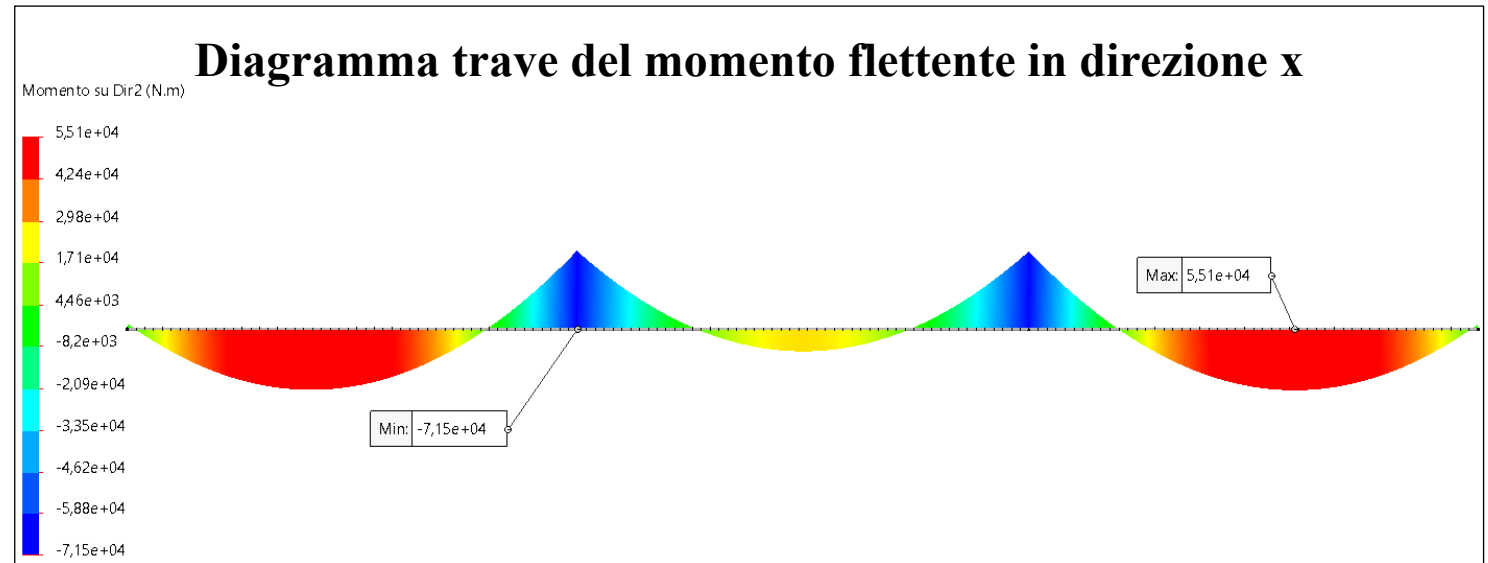
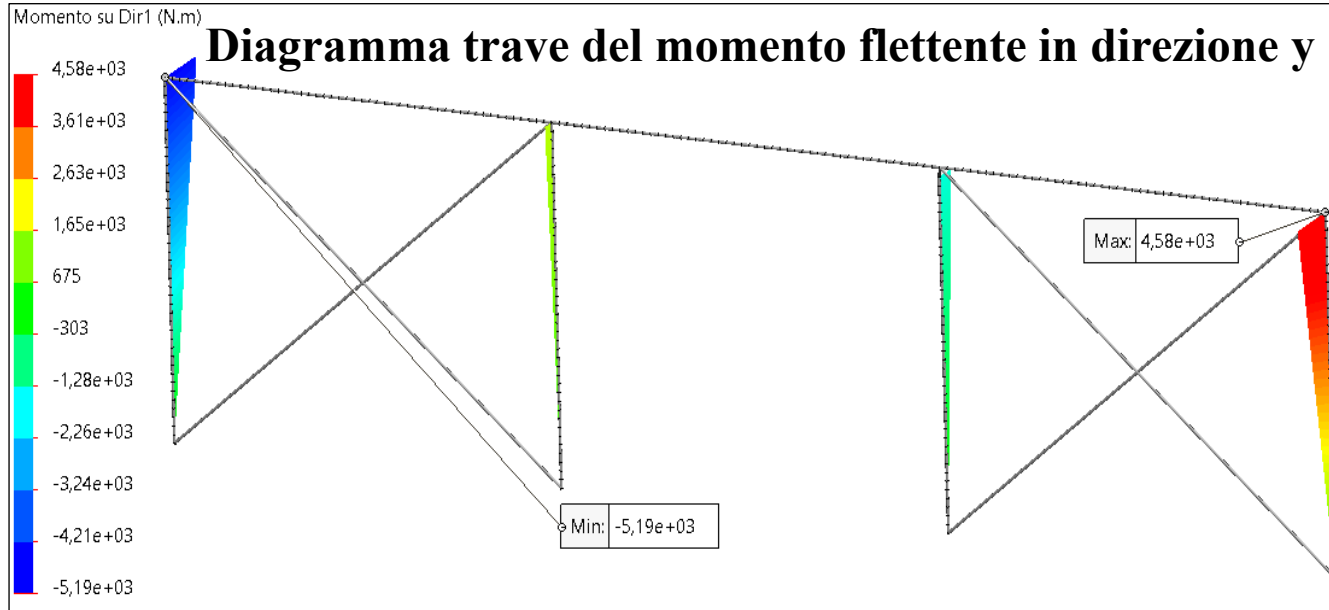


- **Modello:** monodimensionale analizzabile con la teoria della trave.
- **Materiale:** Acciaio Fe430
 - $\sigma_{adm} = 190 \text{ MPa}$
 - $E = 206000 \text{ MPa}$
 - $\nu = 0.3$
- **Vincoli:** i vincoli alla base delle colonne sono cerniere, inoltre, rendono nulle le rotazioni lungo l'asse che li unisce.

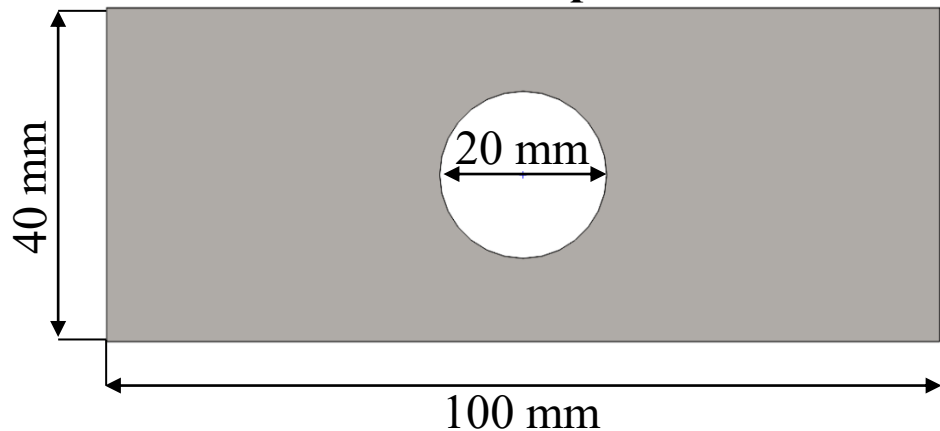


Corrente superiore: IPE270 Colonne: HE100B Controventi: L40x40



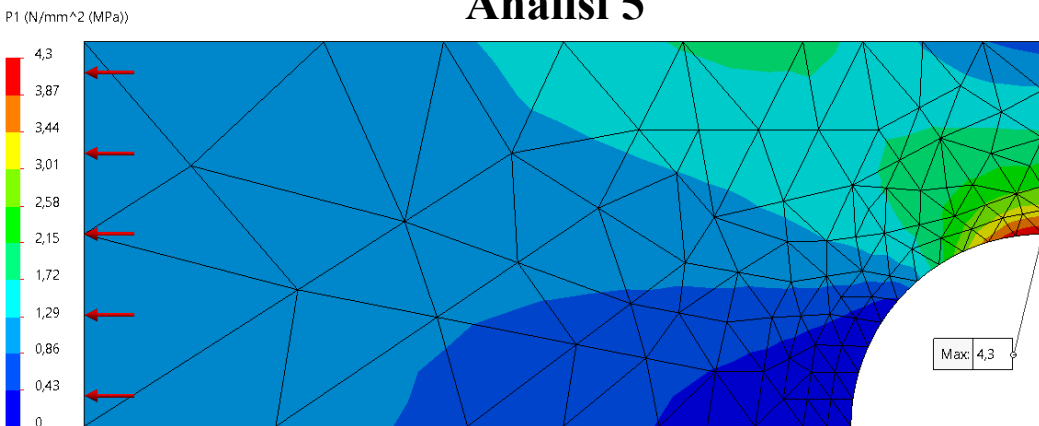


Geometria della piastra forata

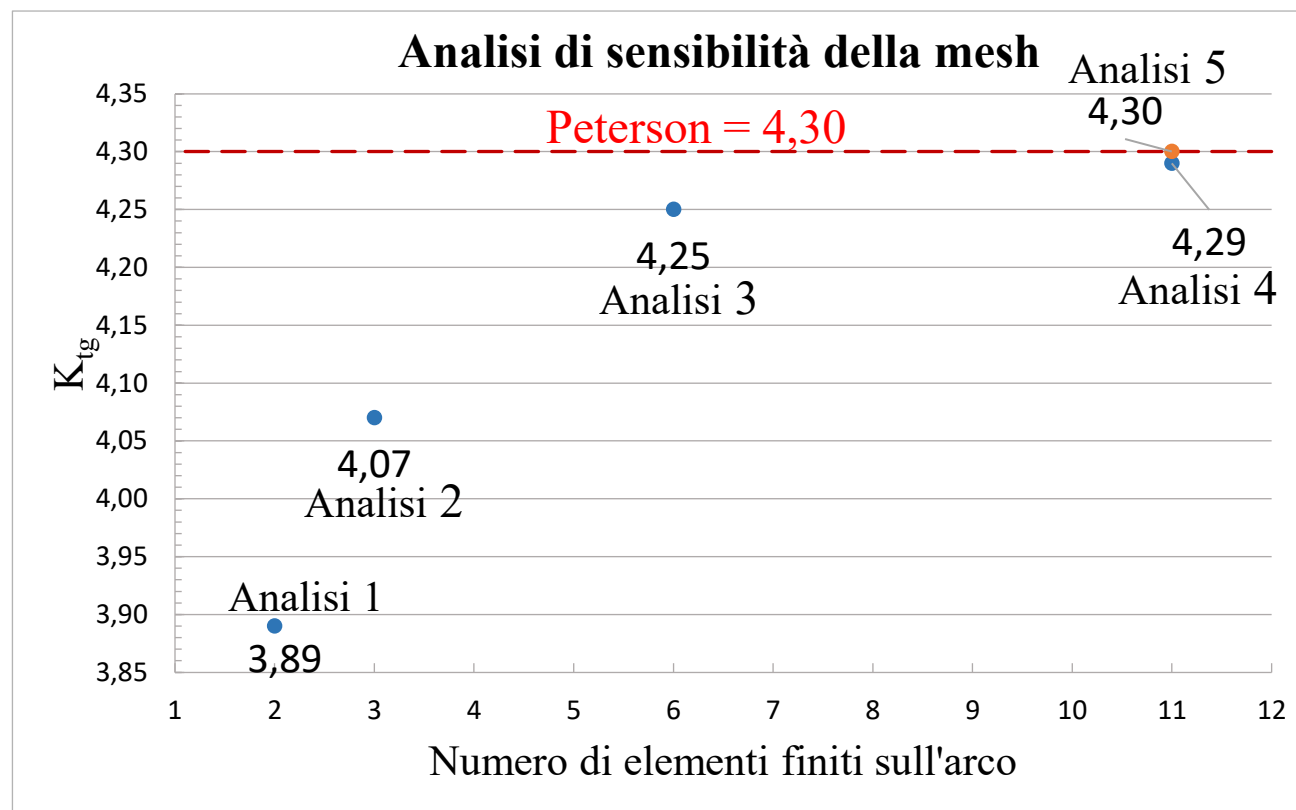


Spessore = 1 mm → modello bidimensionale

Analisi 5

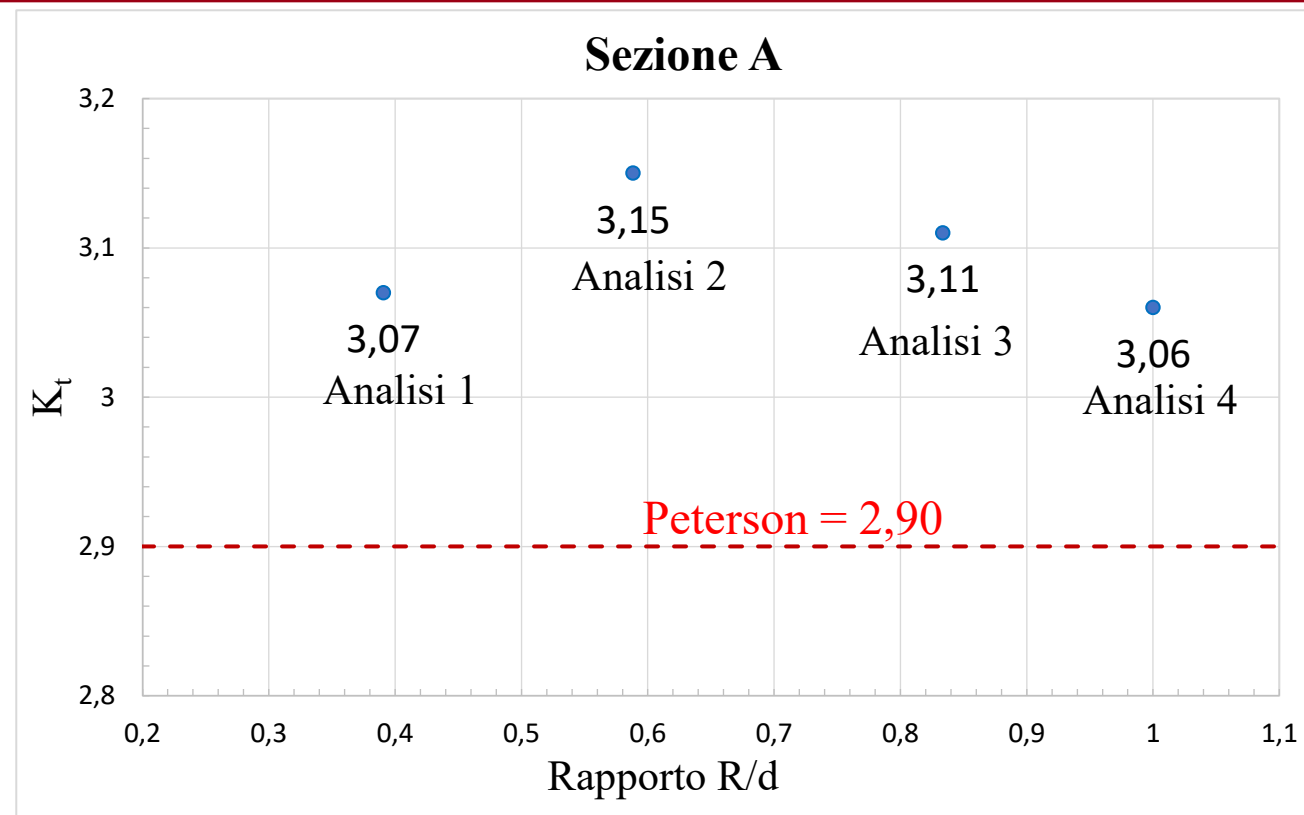
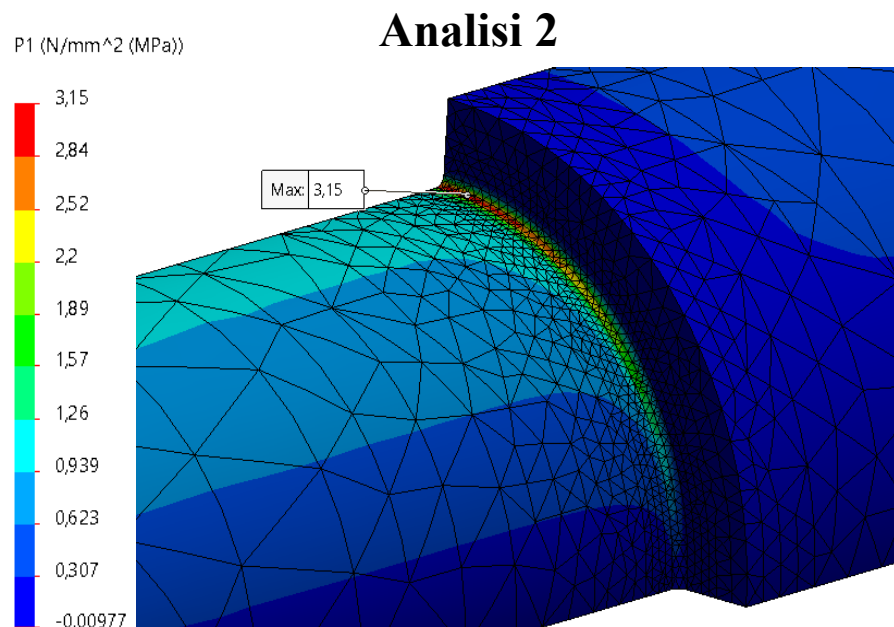
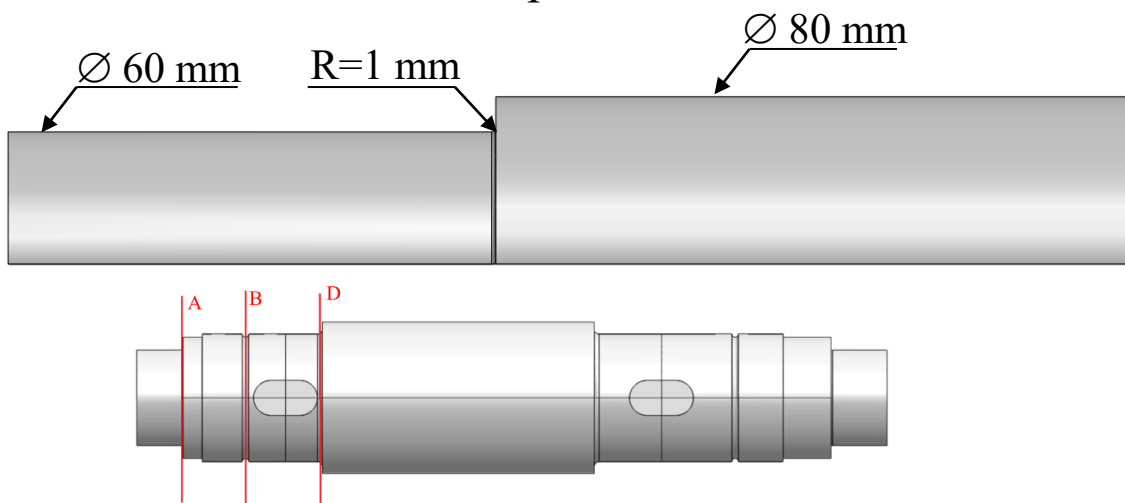


Pressione = 1 MPa



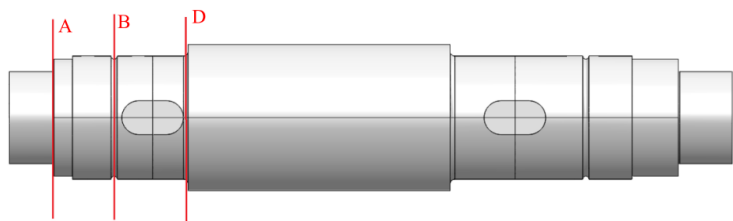
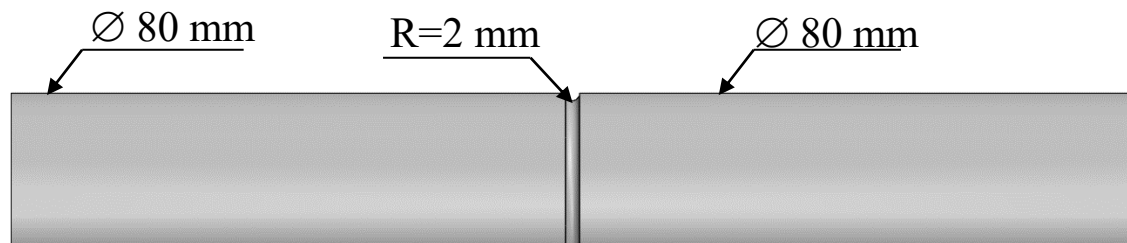
	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4	Analisi 5
El. finiti sull'arco	2	3	6	11	11
K_{tg}	3,89	4,07	4,25	4,29	4,30
Deviazione %	-9,5 %	-5,4 %	-1,2 %	-0,2 %	0

Geometria sezione A: spallamento cuscinetto sinistro



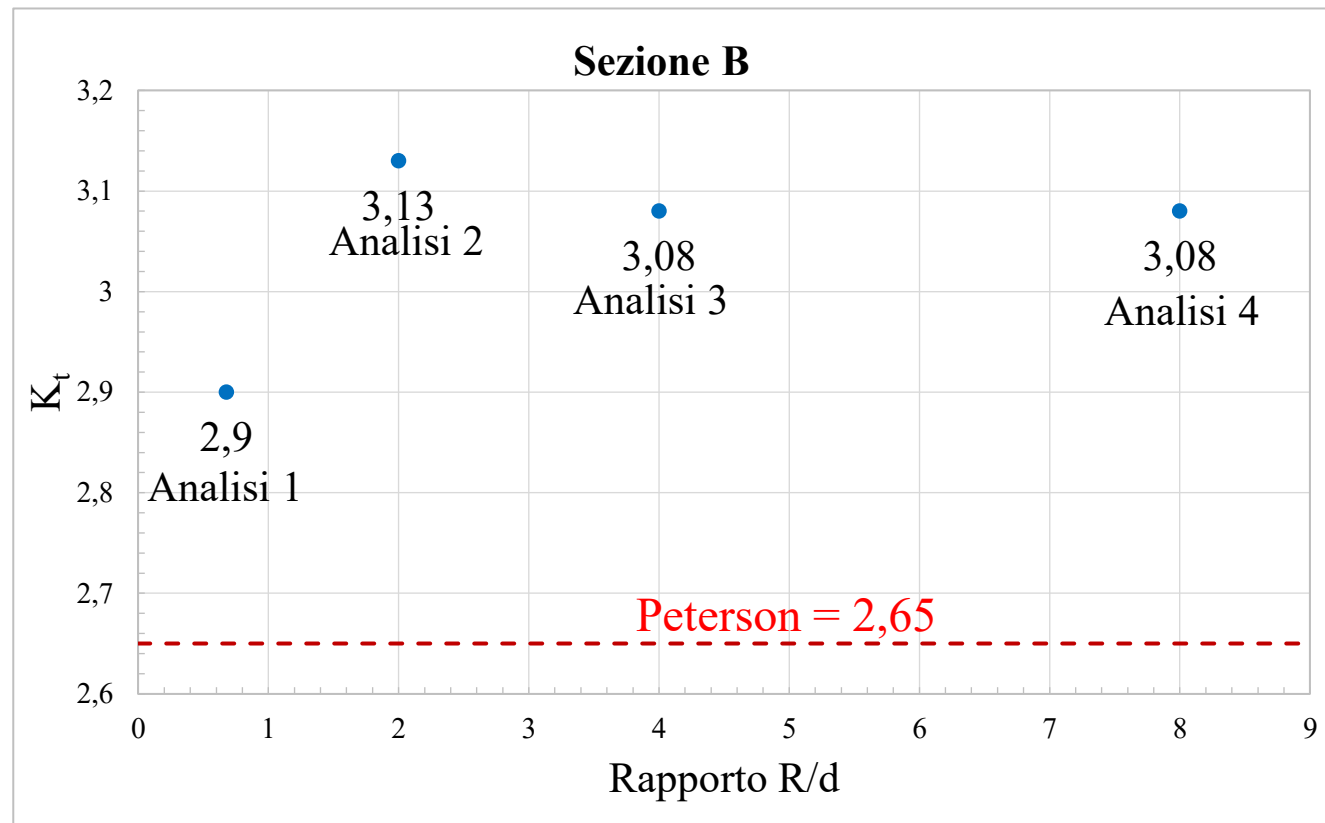
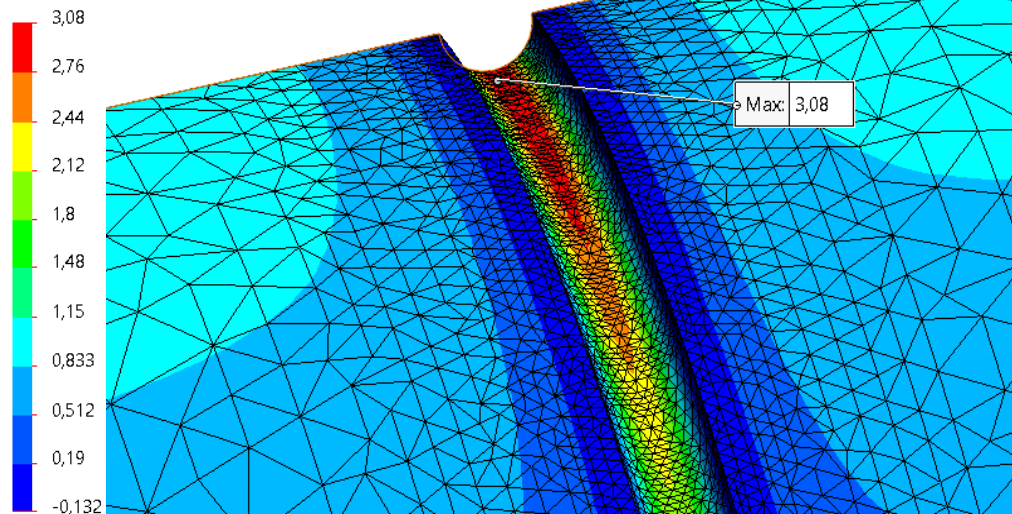
	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4
R/d	0,39	0,59	0,83	1
K_t	3,07	3,15	3,11	3,06
Deviazione %	5,9 %	8,6 %	7,2 %	5,5 %

Geometria sezione B: gola di scarico della filettatura



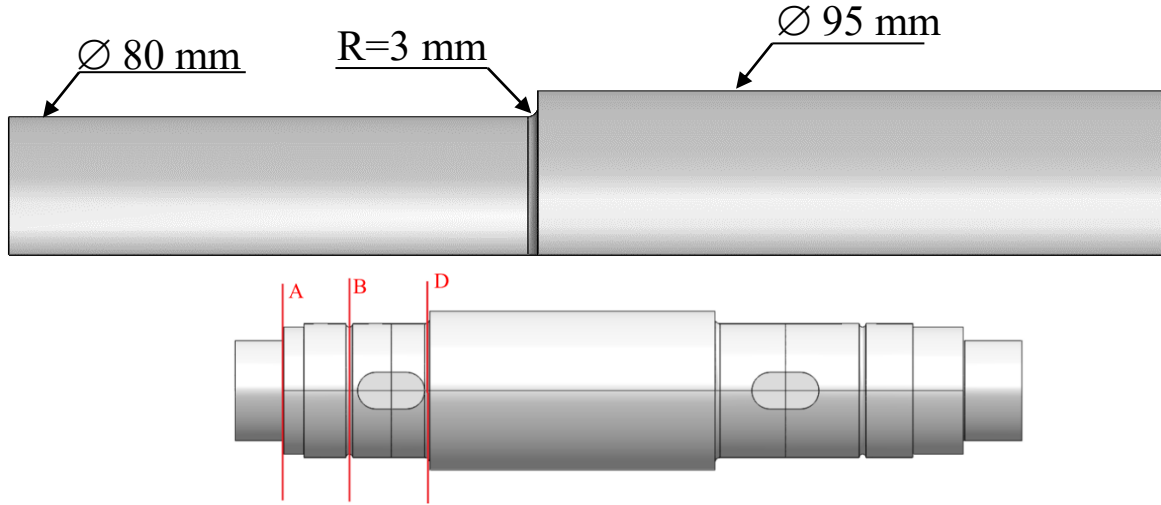
Analisi 3

P1 (N/mm² (MPa))

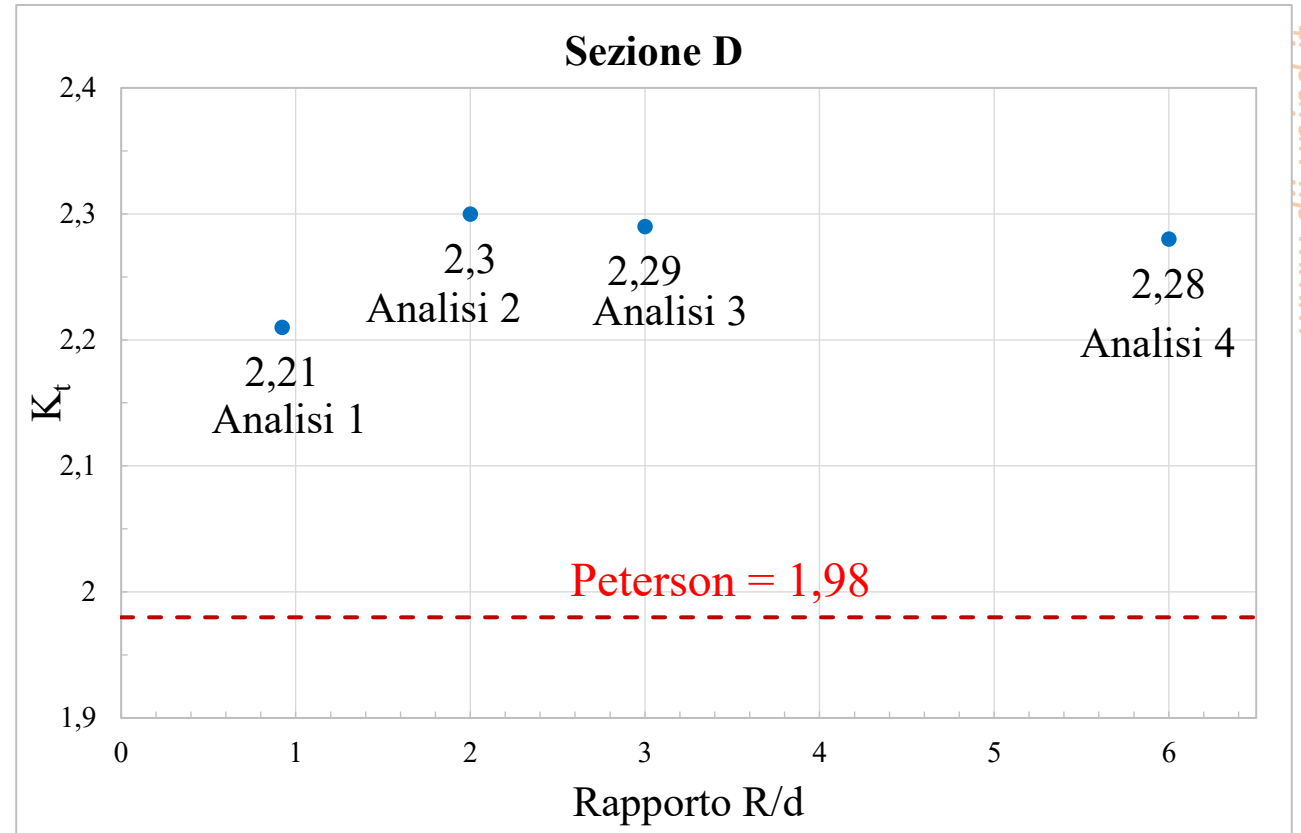
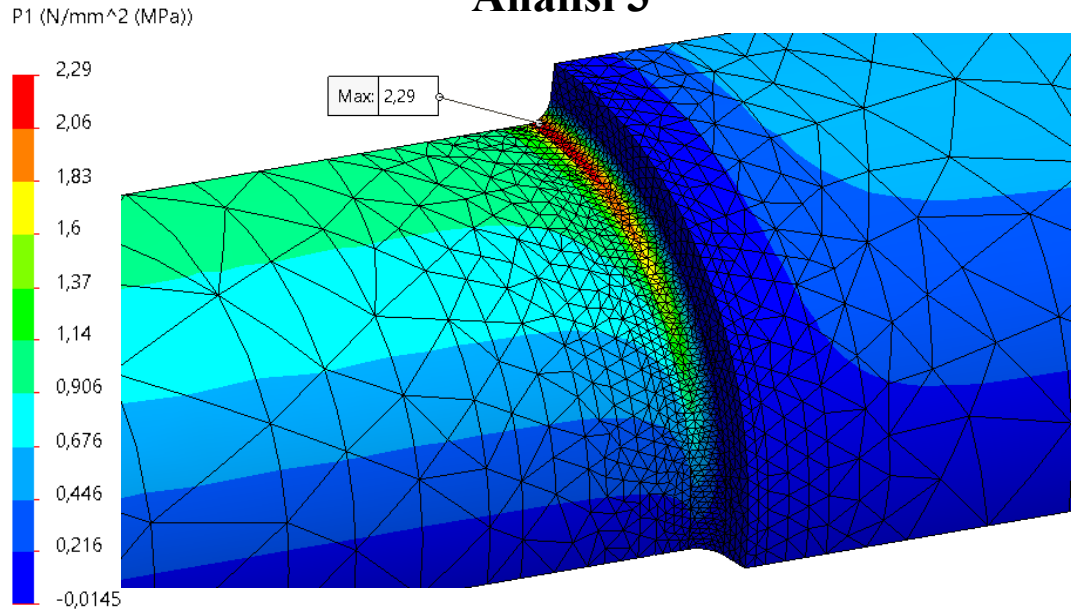


	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4
R/d	0,68	2	4	8
K_t	2,90	3,13	3,08	3,08
Deviazione %	9,4 %	18 %	16 %	16 %

Geometria sezione D: spallamento ruota dentata sinistra

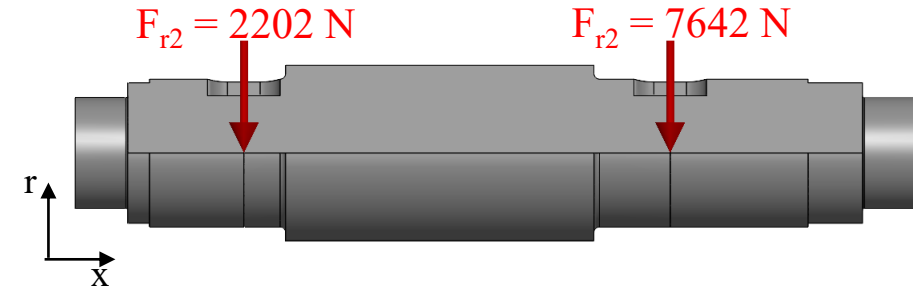
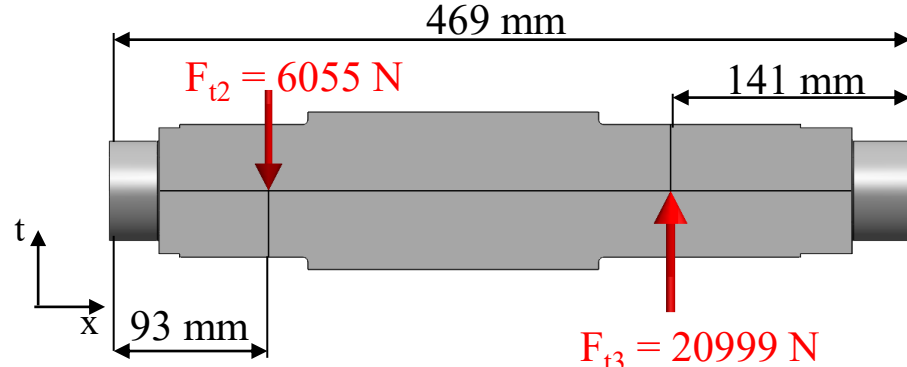


Analisi 3

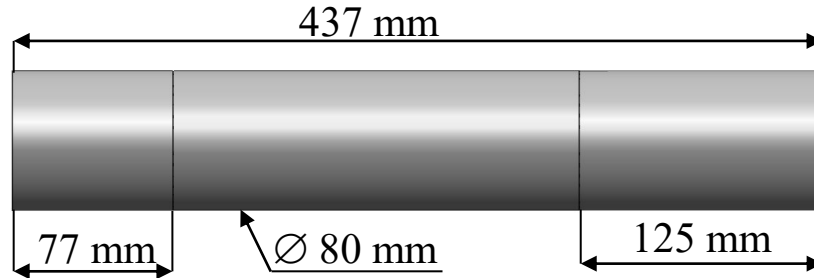


	Analisi 1	Analisi 2	Analisi 3	Analisi 4
R/d	0,92	2	3	6
K_t	2,21	2,3	2,29	2,28
Deviazione %	12 %	16 %	16 %	15 %

- **Modello tridimensionale**



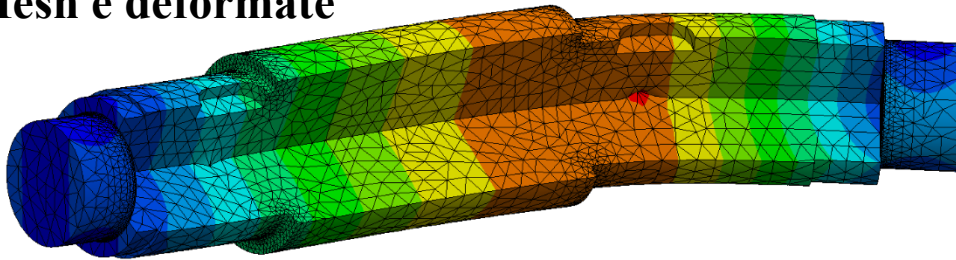
- **Modello monodimensionale**



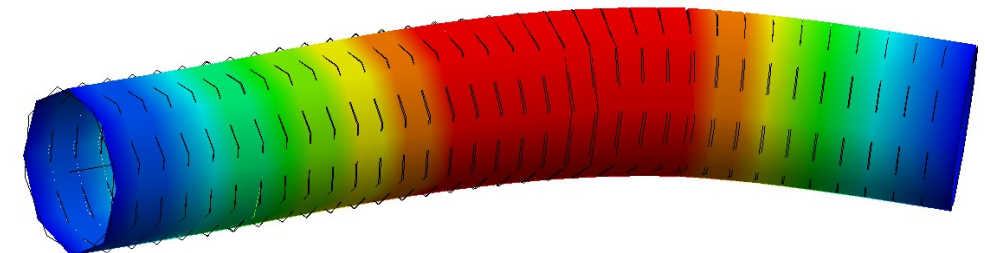
- **Materiale:** acciaio C45 bonificato

- $E = 206000 \text{ MPa}$
- $\sigma_R = 640 \text{ MPa}$
- $\sigma_S = 410 \text{ MPa}$
- $\sigma_{a,\infty,-1} = 320 \text{ MPa}$

- **Mesh e deformate**



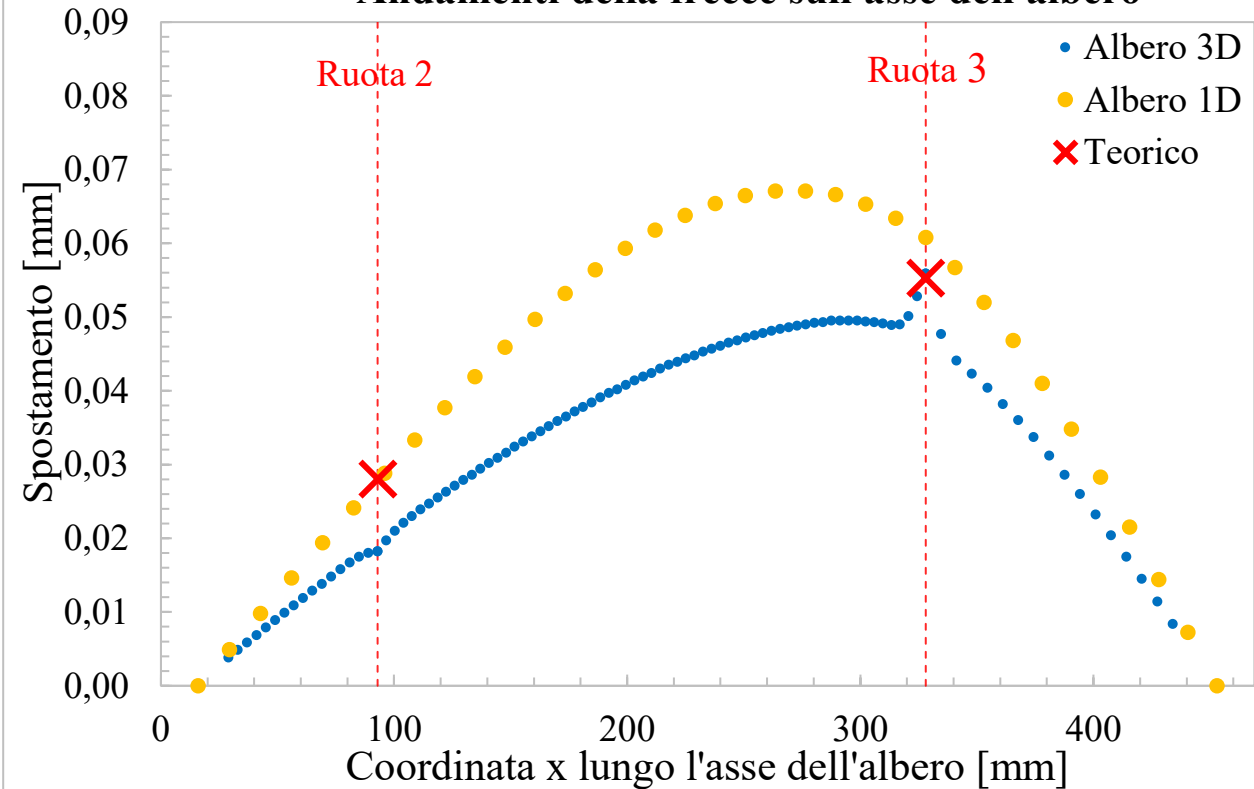
Deformata del modello tridimensionale con vista specifica sull'asse dell'albero. La mesh utilizzata è di tipo solida basata su curvatura.



Deformata del modello monodimensionale. La mesh utilizzata è di tipo trave.

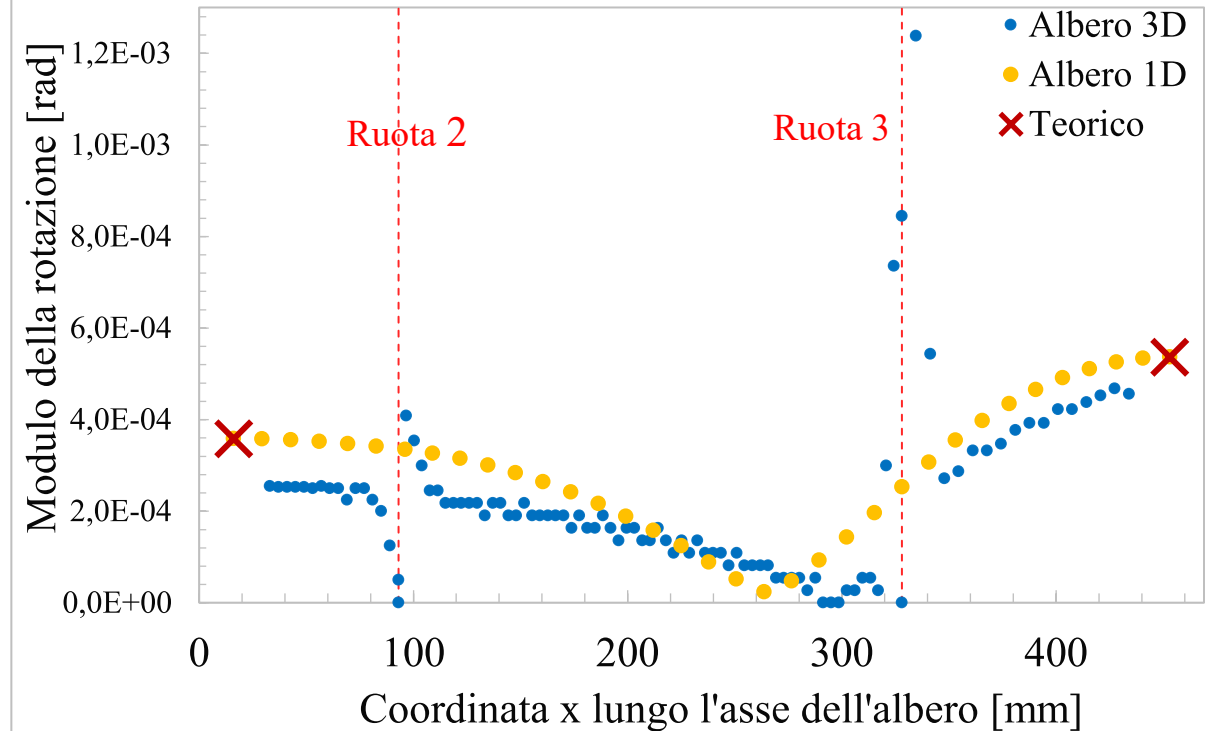
Spostamenti

Andamenti della frecce sull'asse dell'albero



Rotazioni

Andamento dell'angolo di inclinazione dell'asse dell'albero



- **Verifiche a fatica flessionale mediante calcolo del K_t**

	Sezione A	Sezione B	Sezione D
K_{tg}	3,06	3,08	2,28
Peterson	2,90	2,65	1,98
Deviazione %	5,5 %	16 %	15 %

- **Verifiche a deformabilità: spostamenti**

	Tridimensionale	Monodimensionale	Teorico
Ruota 2	0,018 mm	0,029 mm	0,028 mm
Ruota 3	0,056 mm	0,061 mm	0,055 mm

- **Verifiche a deformabilità: rotazioni**

	Tridimensionale	Monodimensionale	Teorico
Cuscinetto sinistro	$2,55 \cdot 10^{-4}$ rad	$3,59 \cdot 10^{-4}$ rad	$3,59 \cdot 10^{-4}$ rad
Cuscinetto destro	$4,56 \cdot 10^{-4}$ rad	$5,36 \cdot 10^{-4}$ rad	$5,37 \cdot 10^{-4}$ rad