

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale***  
***ANALISI STRUTTURALI DI UN TELAIO CABINA***  
***MEDIANTE MODELLI FEM SU ANSYS WORKBENCH***

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Padova, 18/3/2024

Laureando: *Simone Beccegato*

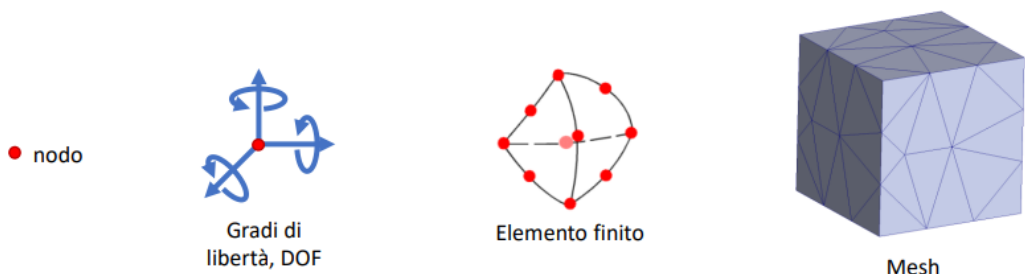
**OBBIETTIVI:** effettuare delle analisi a elementi finiti sulla struttura telaio-cabina della macchina agricola Antonio Carraro TGF 9900 3B, mediante Ansys Workbench. In particolare il calcolo della deformazione totale e l'andamento delle tensioni.

## FASI DELLO STUDIO:

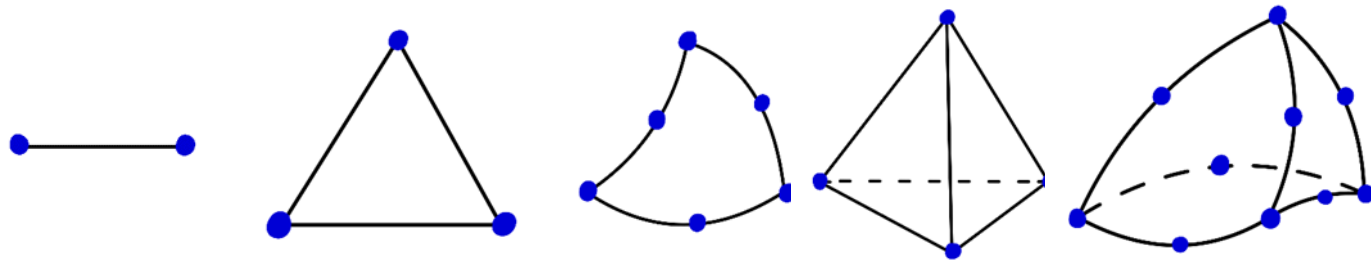
1. Introduzione teorica sul metodo degli elementi finiti
2. Addestramento ad Ansys Workbench: PIASTRA FORATA
3. ANTONIO CARRARO TGF 9900 3B: azienda, caratteristiche della macchina e del componente
4. Struttura Telaio-Cabina TGF 9900 3B: Verifiche a deformabilità anteriore da analisi FEM
5. Struttura Telaio-Cabina TGF 9900 3B: Verifiche a deformabilità laterale da analisi FEM

## Introduzione sul metodo degli elementi finiti:

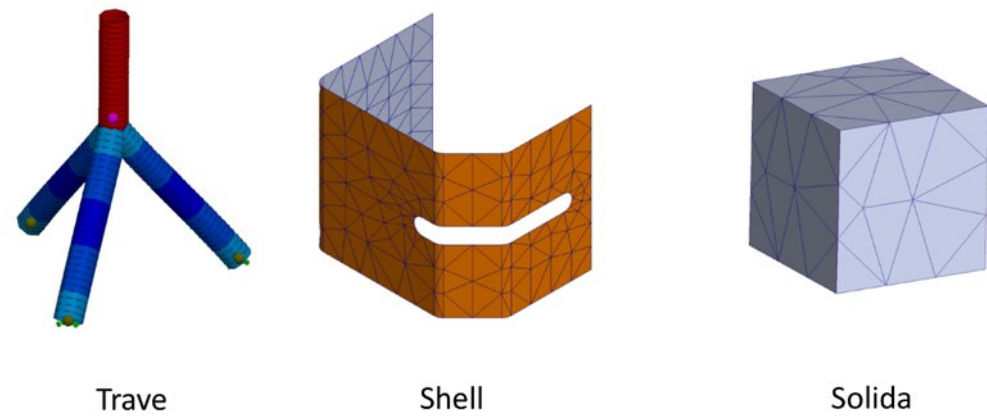
### ➤ NODO



### ➤ ELEMENTO FINITO

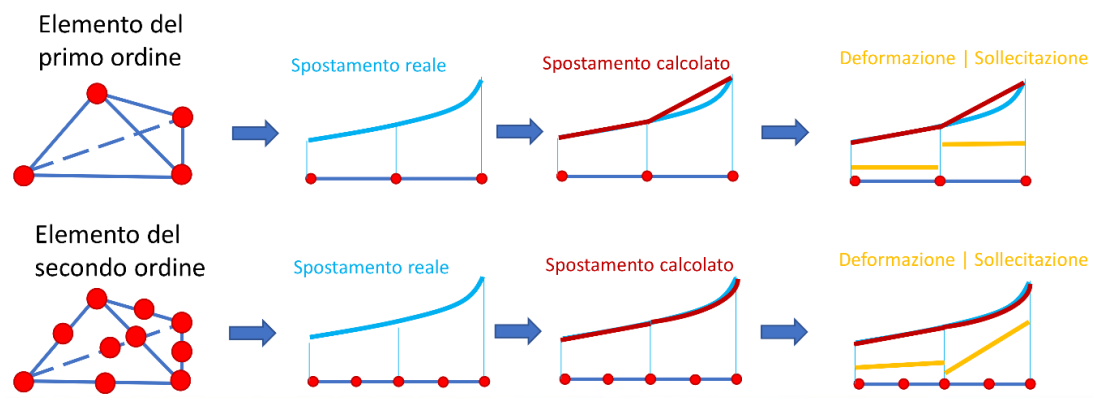


### ➤ MESH

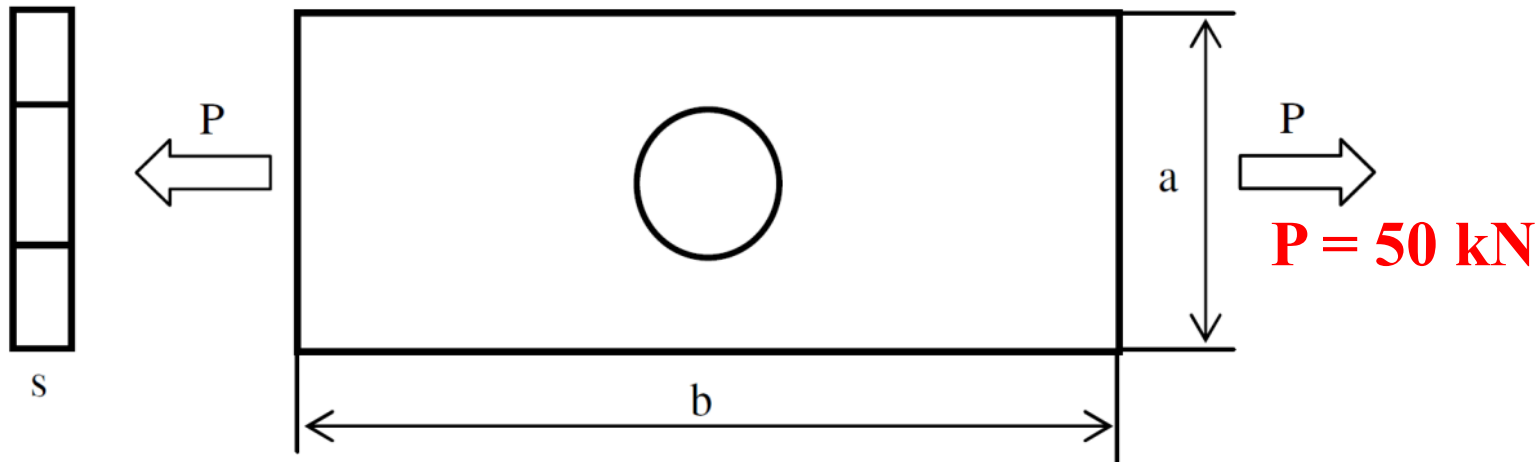


**Ipotesi dell'analisi statica lineare:**

- **Carichi costanti nel tempo**
- **Risposta lineare del materiale**
- **Ipotesi di piccoli spostamenti**



www.dii.unipd.it



Dimensioni:

- $a = 50 \text{ mm}$
- $b = 100 \text{ mm}$
- $\Phi = 20 \text{ mm}$
- $s = 10 \text{ mm}$

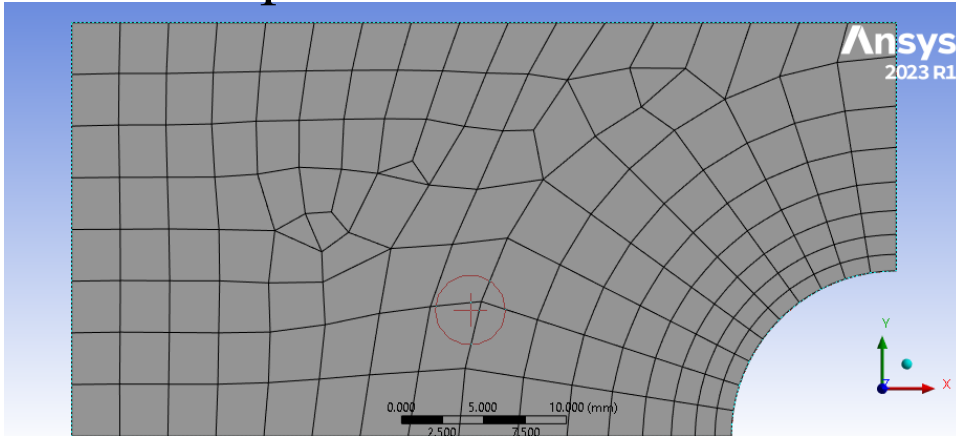
Acciaio C40:

- Carico di rottura:  $R_m = 640 \text{ MPa}$
- Carico di snervamento:  $R_y = 420 \text{ MPa}$
- Modulo Elastico:  $E = 206000 \text{ MPa}$
- Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0.3$

Richieste:

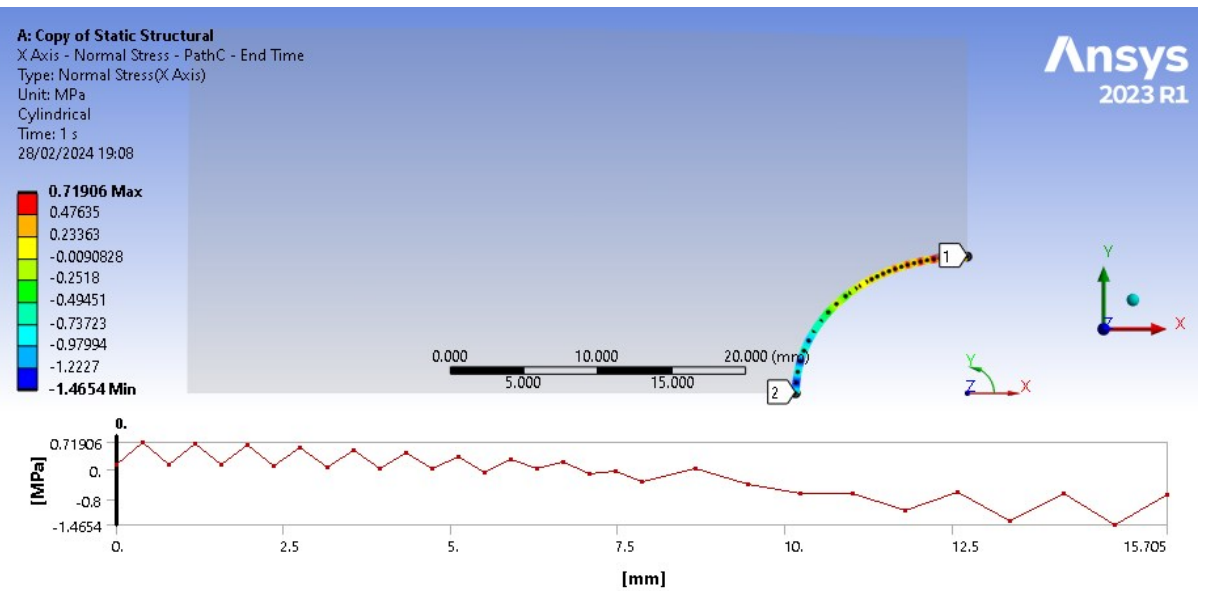
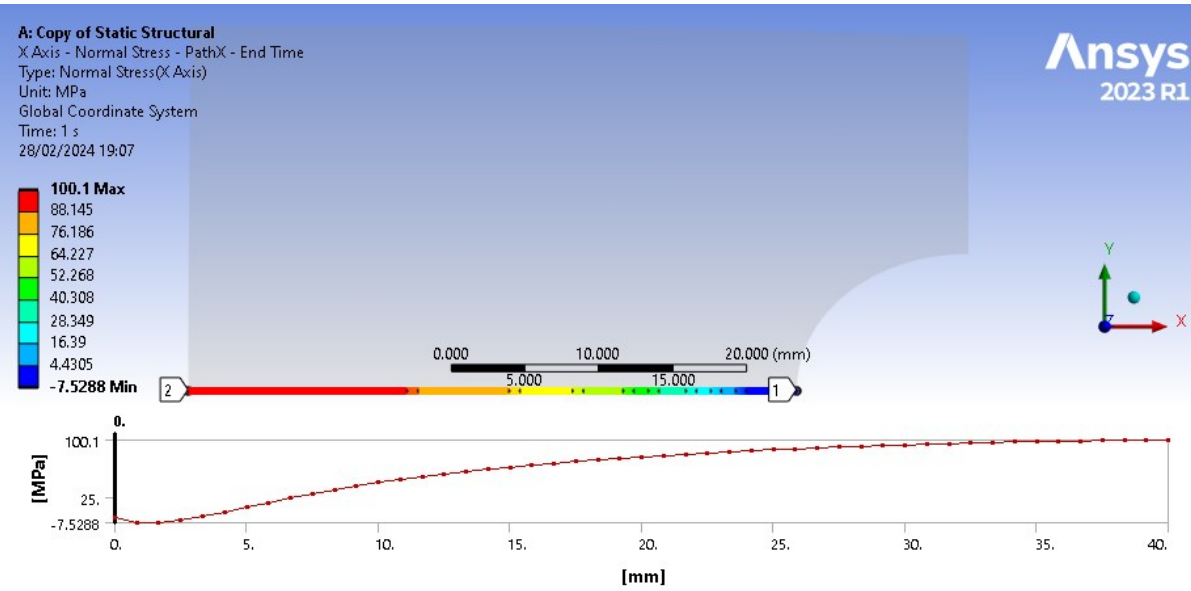
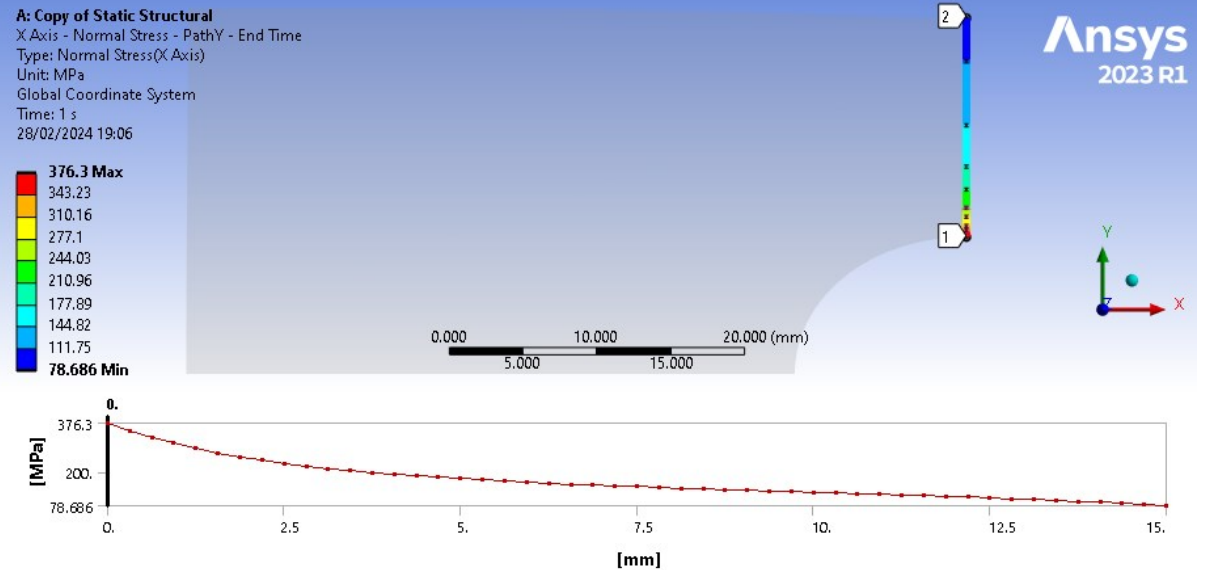
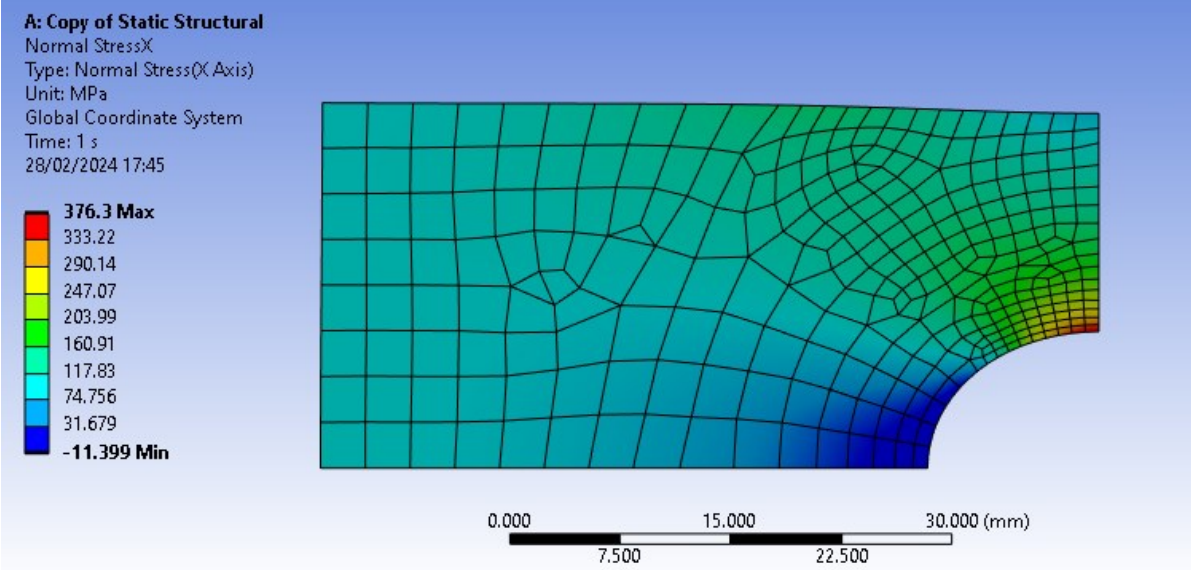
- Costruire un modello a elementi finiti della piastra;
- Calcolare il coefficiente di intensificazione dello stress;
- Verificare la convergenza del massimo dello stress normale alla direzione X globale;

## ➤ Mesh nel primo caso

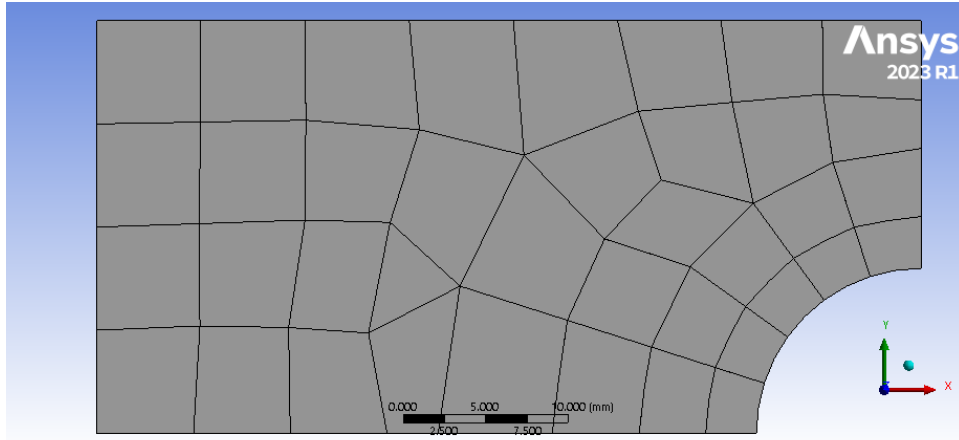


	<b>Numero di nodi</b>	<b>Numero di elementi</b>
Mesh caso 1	536	162

1. Un controllo di metodo, che serve a specificare la forma preferita per gli elementi.
2. Un controllo di dimensione su tutto il corpo.
3. Un controllo di propagazione (inflation) che serve a generare una mesh regolare.
4. Un controllo di dimensione sul bordo del foro che serve a disporre un adeguato numero di elementi sul bordo.

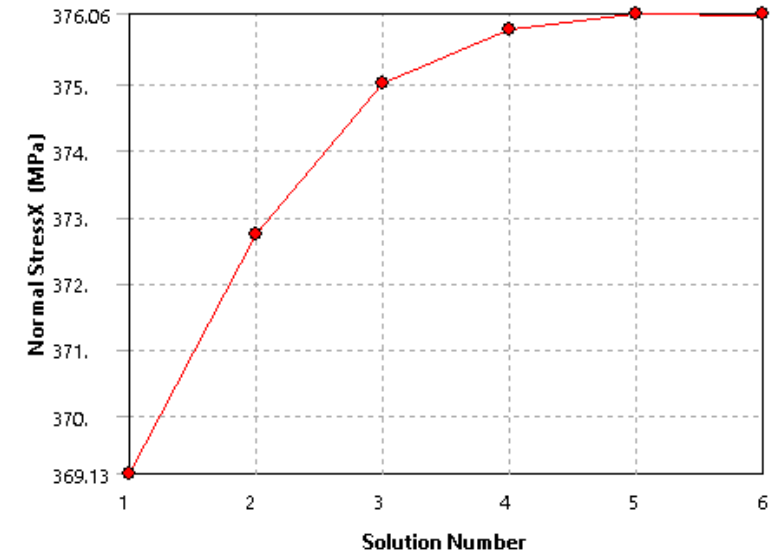


## ➤ Mesh nel secondo caso



	Numero di nodi	Numero di elementi
Mesh caso 2	146	39

1. Si parte da una mesh di primo tentativo, abbastanza grossolana e si risolve il problema agli elementi finiti.
2. Si seleziona la grandezza di interesse (Stress locale o una deformazione locale).
3. Si riduce la taglia della mesh e si ripete il calcolo agli elementi finiti.
4. Si rilegge la medesima grandezza e la si confronta con il risultato precedente.
5. Si riduce nuovamente la taglia della mesh e si procede iterativamente.

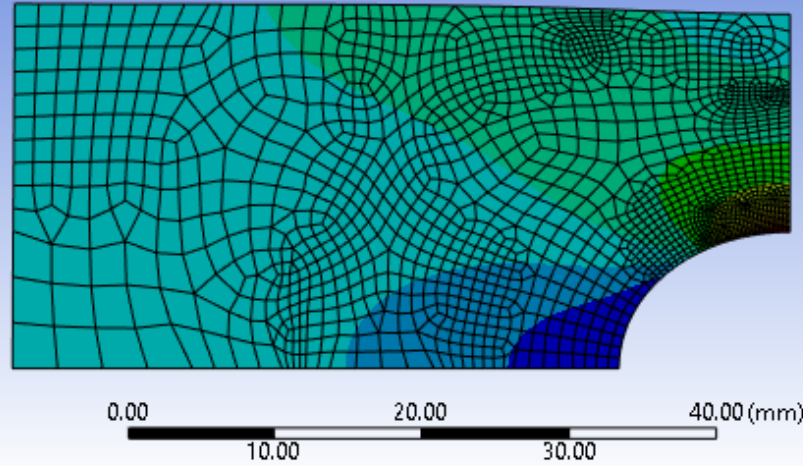
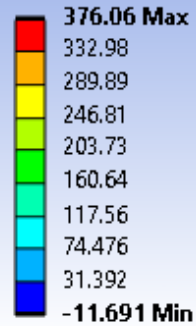


	Normal StressX (MPa)	Change (%)	Nodes	Elements
1	369.13		146	39
2	372.73	0.97089	436	129
3	375.02	0.61056	1577	498
4	375.82	0.21521	2197	698
5	376.06	6.3009e-002	5400	1745
6	376.06	0.	5400	1745



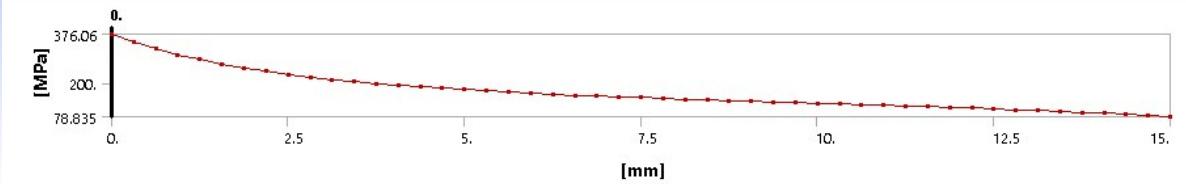
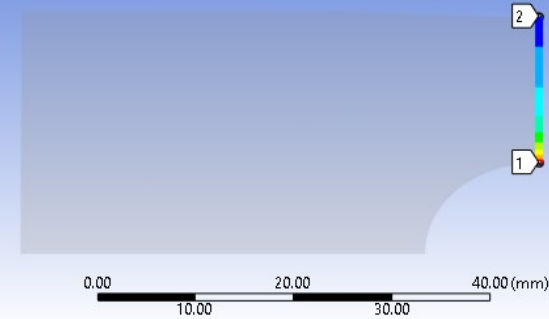
## B: Copy of Copy of Static Structural

Normal StressX  
Type: Normal Stress(X Axis)  
Unit: MPa  
Global Coordinate System  
Time: 1 s  
28/02/2024 19:10



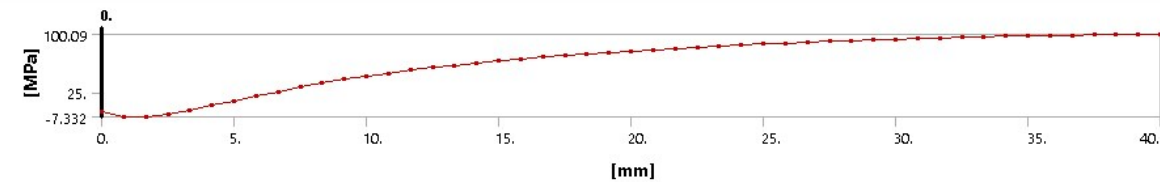
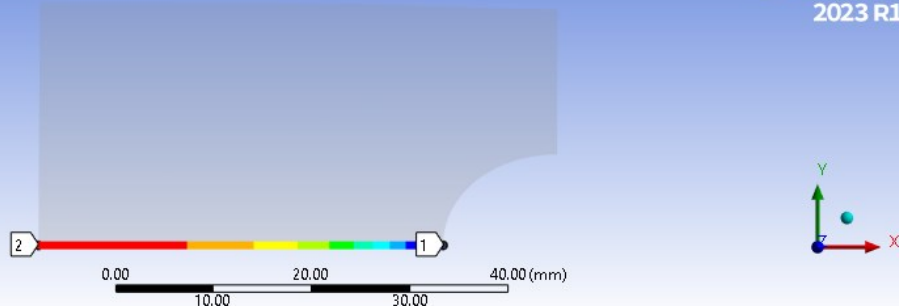
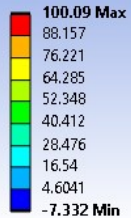
## B: Copy of Copy of Static Structural

X Axis - Normal Stress - PathY - End Time  
Type: Normal Stress(X Axis)  
Unit: MPa  
Global Coordinate System  
Time: 1 s  
28/02/2024 19:11



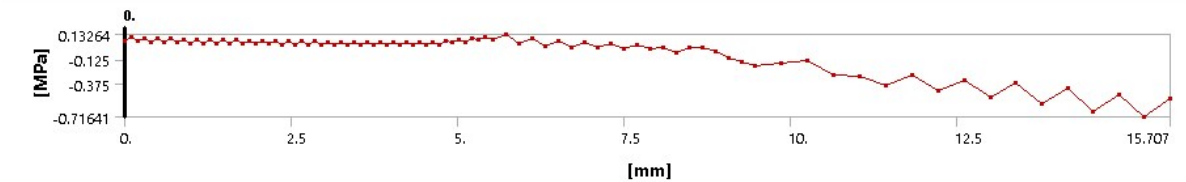
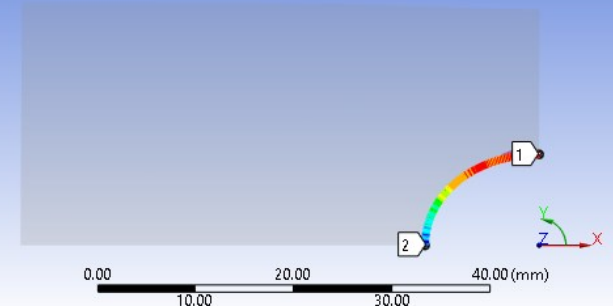
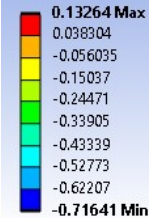
## B: Copy of Copy of Static Structural

X Axis - Normal Stress - PathX - End Time  
Type: Normal Stress(X Axis)  
Unit: MPa  
Global Coordinate System  
Time: 1 s  
28/02/2024 19:12



## B: Copy of Copy of Static Structural

X Axis - Normal Stress - PathC - End Time  
Type: Normal Stress(X Axis)  
Unit: MPa  
Cylindrical  
Time: 1 s  
28/02/2024 19:13







Antonio Carraro è una storica azienda, sita a Campodarsego, nel padovano. Fondata da Giovanni Carraro nel 1910, è leader mondiale nella produzione trattori compatti per l'agricoltura specializzata e per il settore civile

➤ Sistema di guida reversibile RGS™



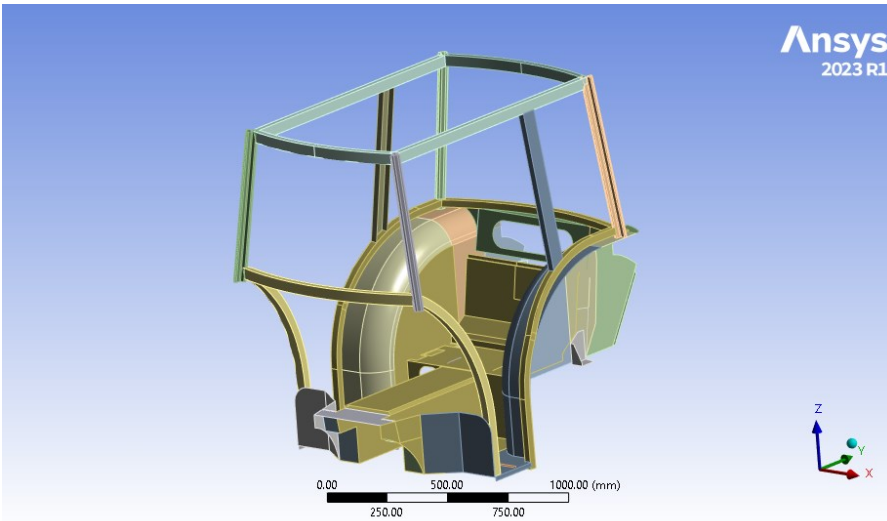
➤ ACTIO™



➤ TGF 9900 3B



<b>POTENZA</b>	<b>85 CV</b>
<b>MOTORE</b>	KUBOTA Diesel a iniezione diretta - 4 Cilindri - TURBO - 3769 cc
<b>TRASMISSIONE</b>	Cambio sincronizzato a 32 marce: 16 AV e 16 RM con invertitore sincronizzato
<b>PESO (KG)</b>	Con arco (Kg): 2230 ÷ 2410 - Con cabina Star Light (Kg): 2390 ÷ 2480



**Obiettivo:** valutare la resistenza del telaio della cabina in caso di capovolgimento.

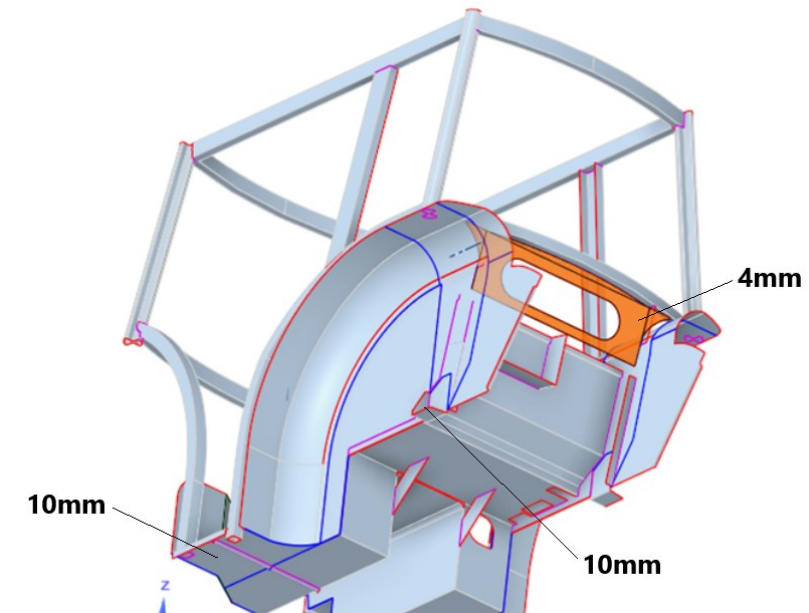
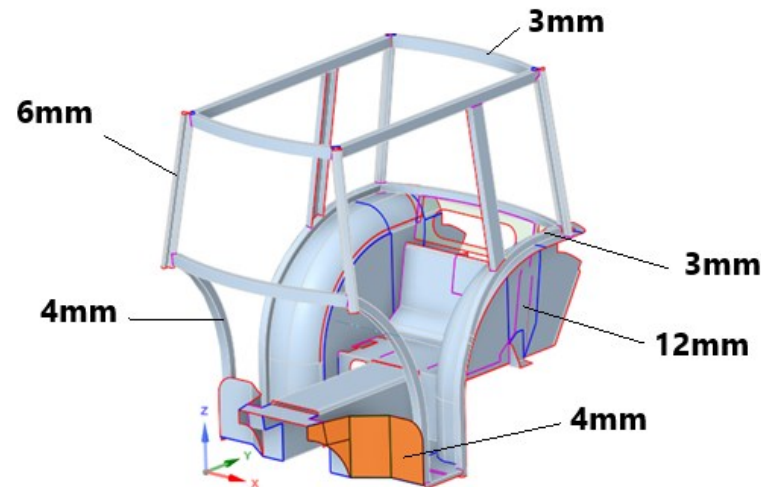
**Materiale:** S235JR

- $\sigma_{amm} = 235 \text{ MPa}$
- $E = 210000 \text{ MPa}$
- $\nu = 0.3$

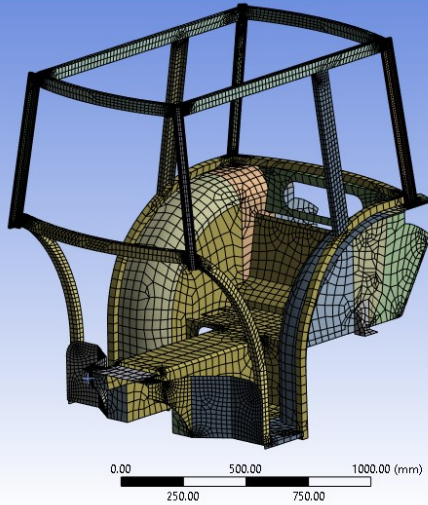
**Massa di riferimento:** 2500 Kg

## ➤ Geometria

L'unione tra i corpi è ideale,  
**Non sono modellate** giunzioni  
bullonate o saldature



## ➤ Mesh



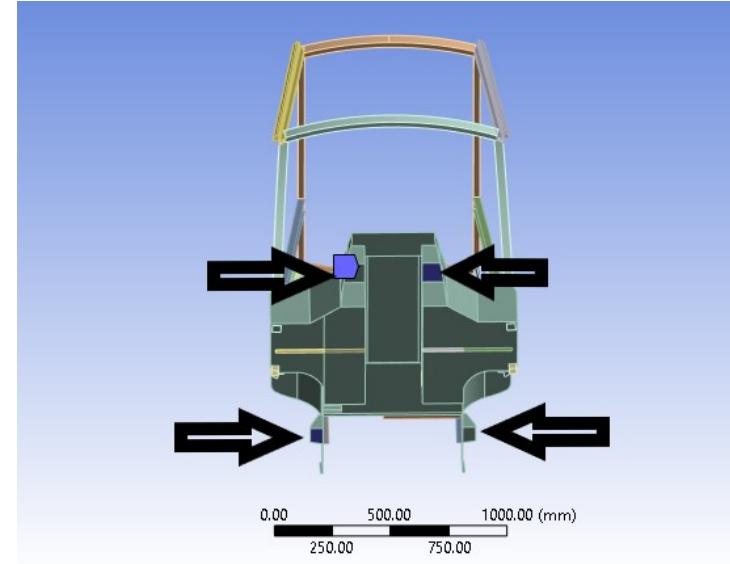
Ans  
202

**I componenti sono modellati a shell:** in questo caso abbiamo un elemento tetraedrico, caratterizzato dal fatto di avere 4 nodi come 4 vertici, detto elemento del primo ordine (un nodo per ogni vertice).

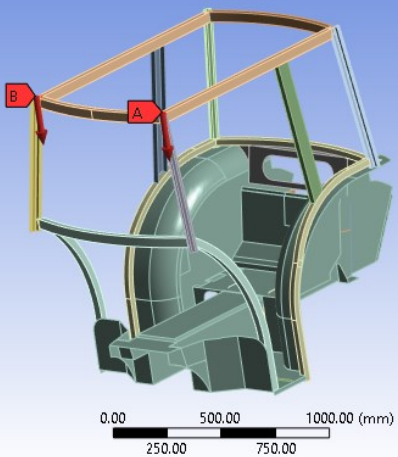
**Numero di nodi: 37720**

**Numero di elementi: 42309**

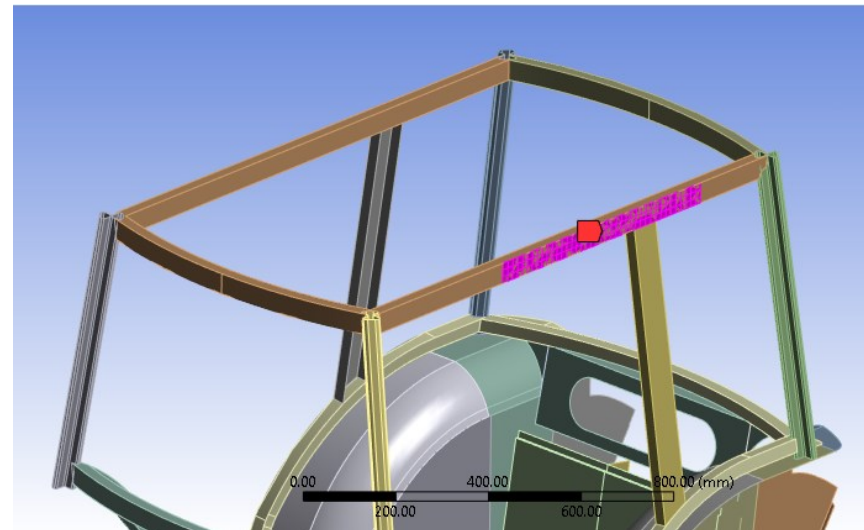
## ➤ Vincoli



## ➤ Carichi

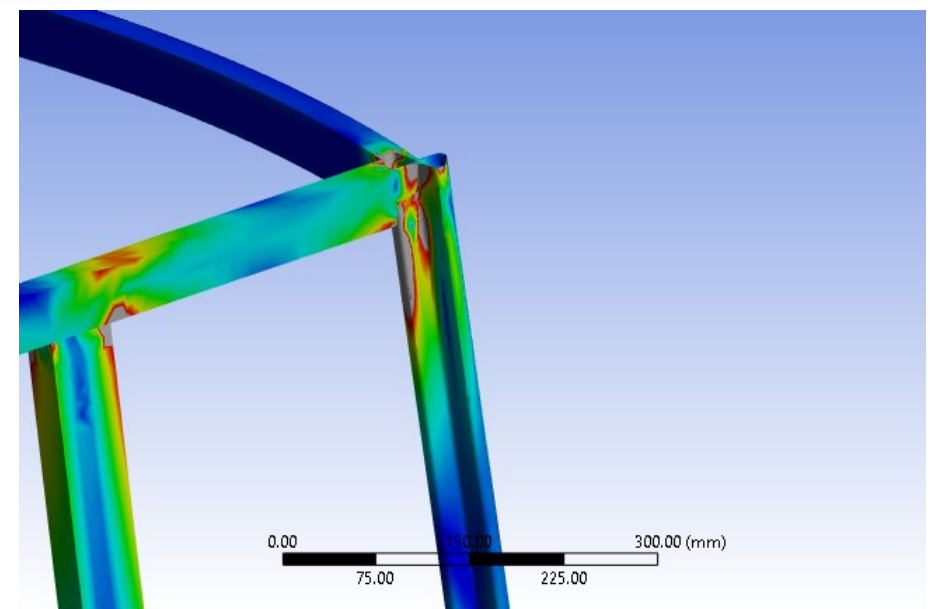
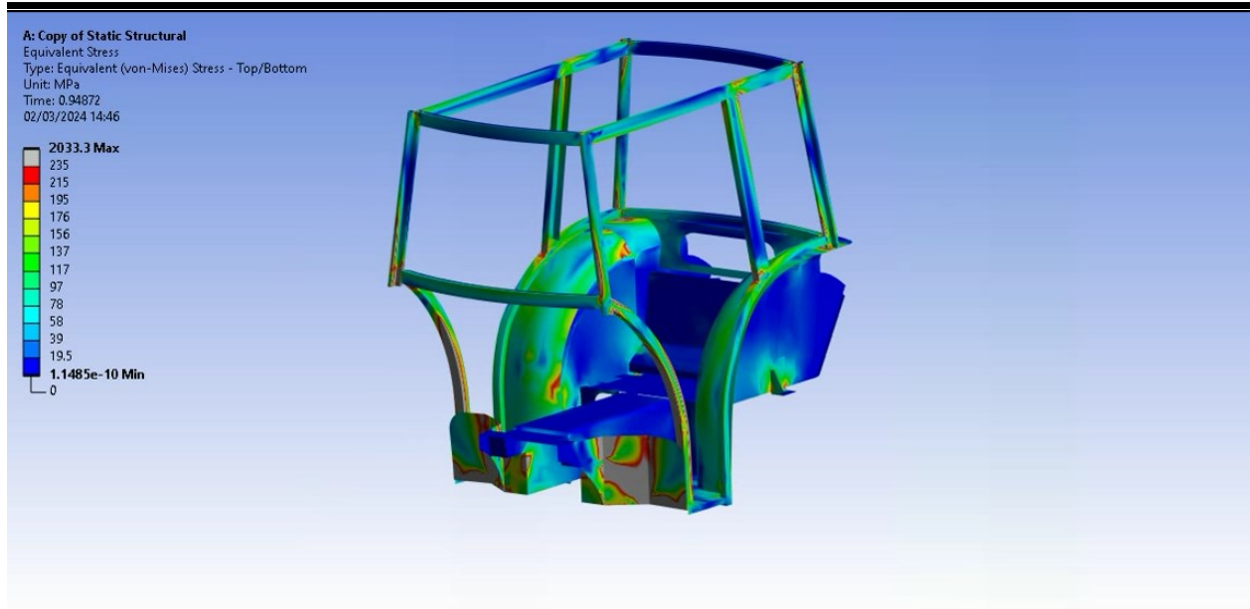
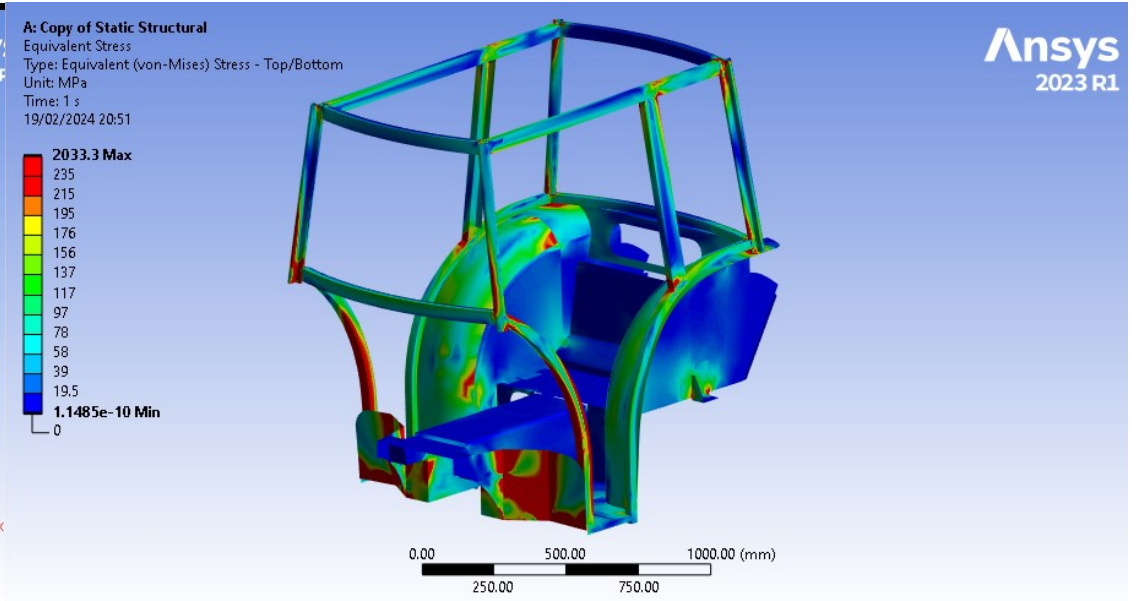
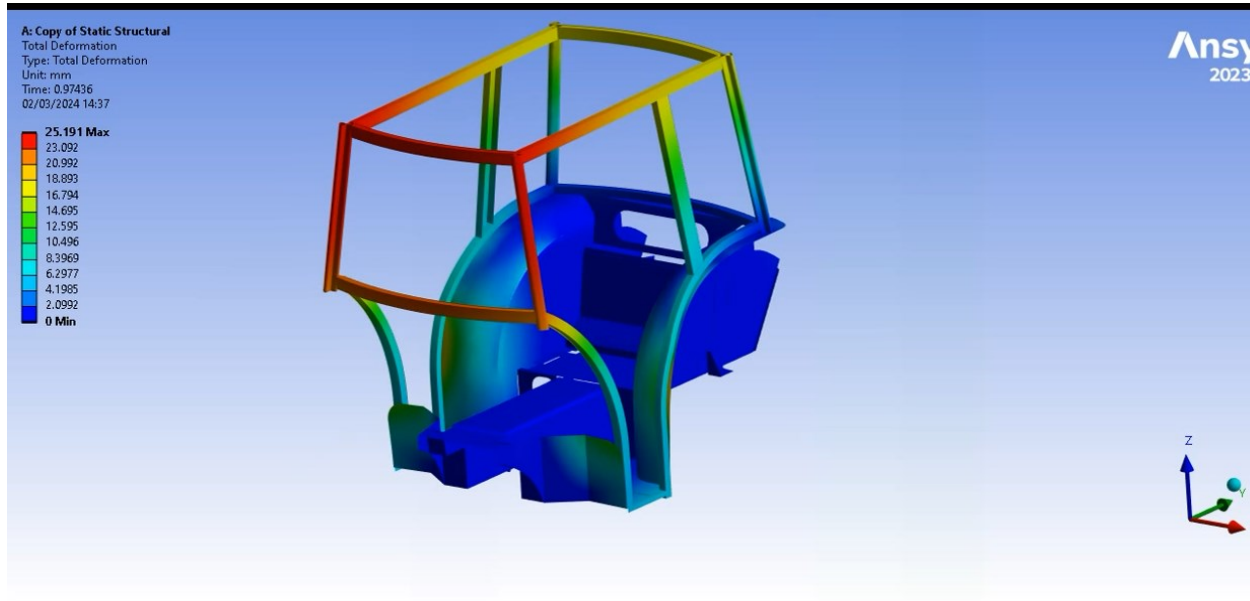


**F = 50 kN (totali)**  
**F = 25 kN (per lato)**



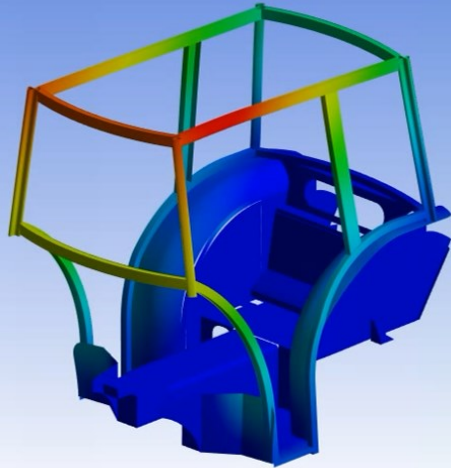
**F = 25 kN**





C: Copy of Copy of Static Structural  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 0.97436  
02/03/2024 14:35

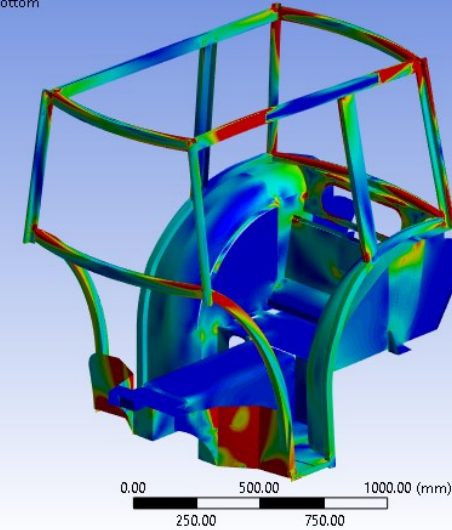
61.872 Max  
56.716  
51.56  
46.404  
41.248  
36.092  
30.936  
25.78  
20.624  
15.468  
10.312  
5.156  
0 Min



Ansys  
2023 R1

C: Copy of Copy of Static Structural  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom  
Unit: MPa  
Time: 1 s  
19/02/2024 21:09

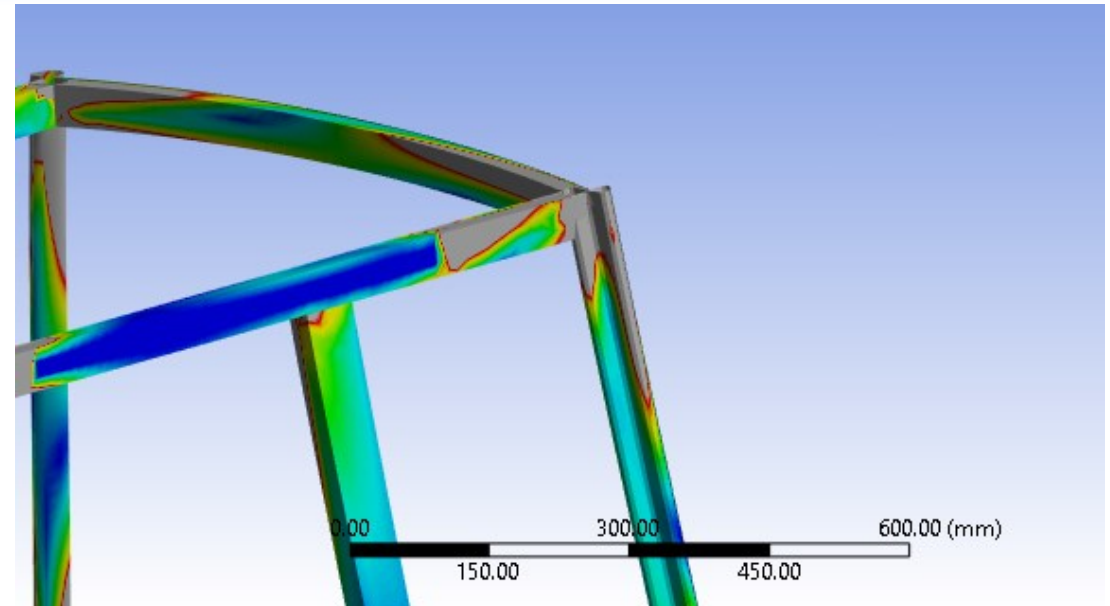
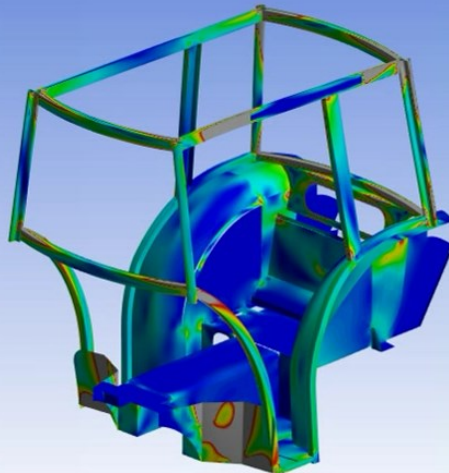
3391.4 Max  
235  
215  
195  
176  
156  
137  
117  
97  
78  
58  
39  
19  
0 Min



Ansys  
2023 R1

C: Copy of Copy of Static Structural  
Equivalent Stress  
Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom  
Unit: MPa  
Time: 0.97436  
02/03/2024 14:48

3391.4 Max  
235  
215  
195  
176  
156  
137  
117  
97  
78  
58  
39  
19  
0 Min



- Verifiche di deformabilità: SPOSTAMENTI

Schiacciamento anteriore	Spinta laterale
25,2 mm	62 mm

- Verifiche di deformabilità: TENSIONI

Visualizzando la mappa della tensione equivalente di Von Mises, si nota che il valore della tensione massima supera notevolmente la tensione di snervamento del materiale. Questo è dovuto al fatto che si sta lavorando con un software che studia il comportamento dei punti. Non essendo possibile lavorare con un numero infinito di punti ci sono dei limiti dettati dalla finitezza della mesh e della geometria, provocando delle **singolarità nell'analisi** rendendo così, in alcuni punti, i valori della tensione non più affidabili.