



Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica

A.A. 2017-2018



TESI DI LAUREA TRIENNALE

# Analisi Strutturale del Mozzo di un Kart da Noleggio CRG e Ottimizzazione mediante Mesh Morphing



RELATORE:

Marco Evangelos Biancolini

CORRELATORE:

Stefano Porziani

Marco Urbinati

CANDIDATO:

Lorenzo Mazzaferro

## SOMMARIO

---

**1. Obiettivi**

**2. Strumenti Utilizzati**

**3. Analisi Strutturale**

**4. Submodeling**

**5. Ottimizzazione**

**6. Conclusione**

# 1. Obiettivi

Nello studio presentato di seguito è stato analizzato il mozzo posteriore di un Kart da noleggio della CRG.

Il mozzo originale presenta una frattura a fatica, lo studio si propone di effettuare un'analisi strutturale per vedere le sollecitazioni interne e di ottimizzare il componente.

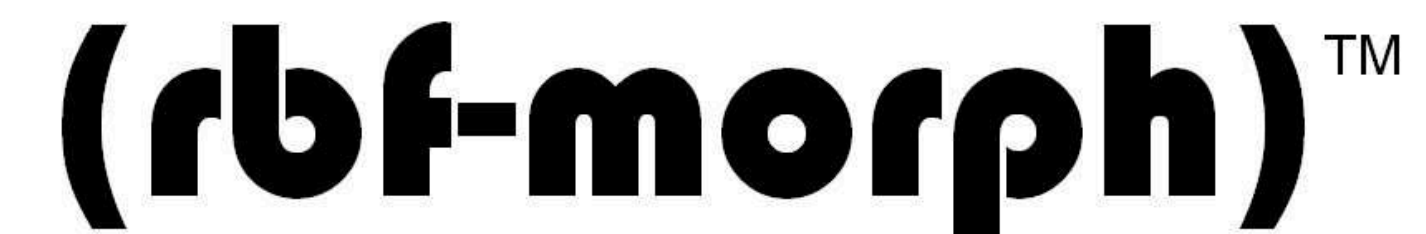


## 2. Strumenti Utilizzati

Per l'analisi strutturale è stato utilizzato il software Ansys Mechanical all'interno di Ansys Workbench (versione Student).

Per la modellazione della geometria il software SpaceClaim.

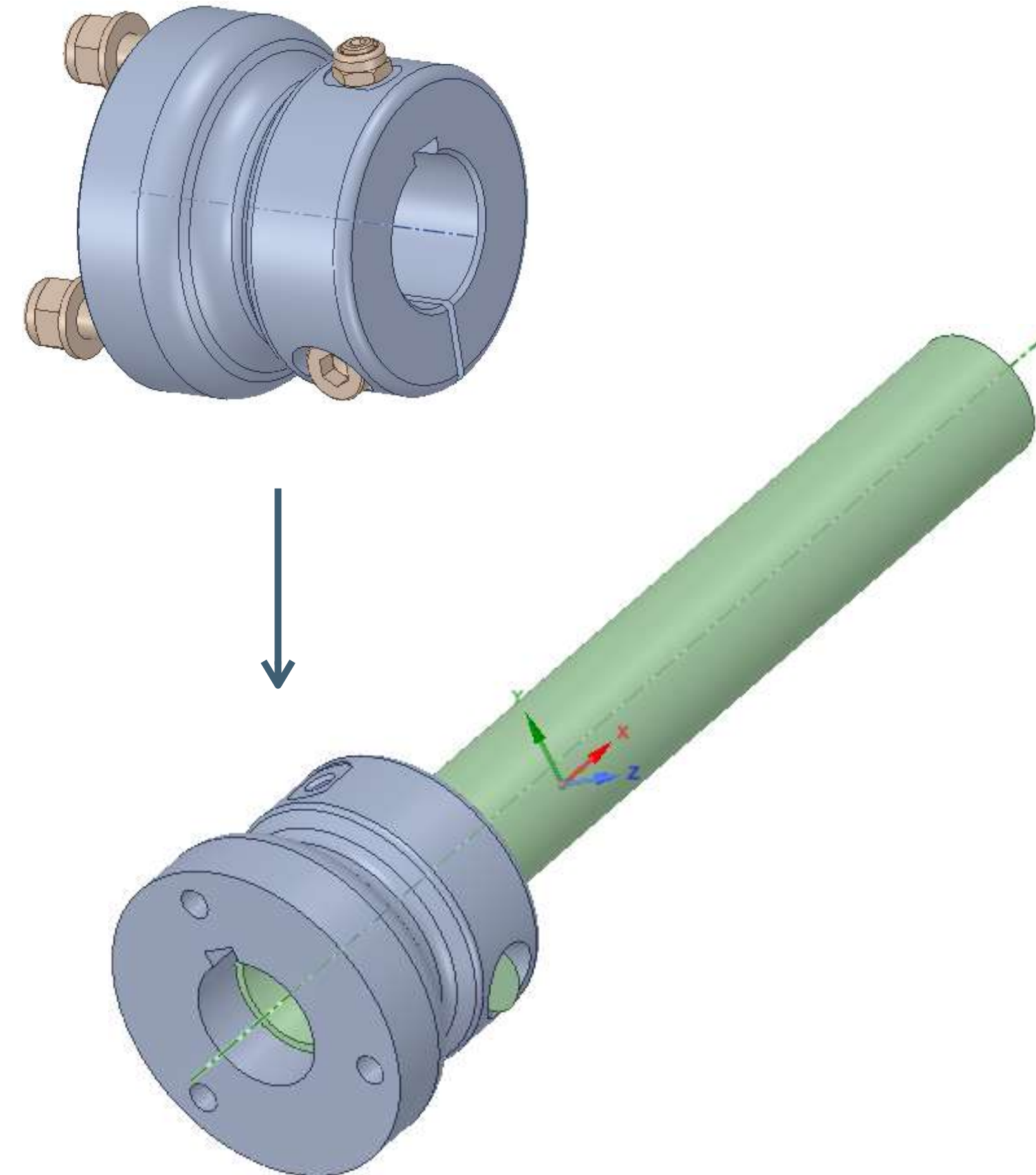
Per l'ottimizzazione della forma il software RBF Morph.



# 3. Analisi strutturale 1/5

## SEMPLIFICAZIONE DEL MODELLO:

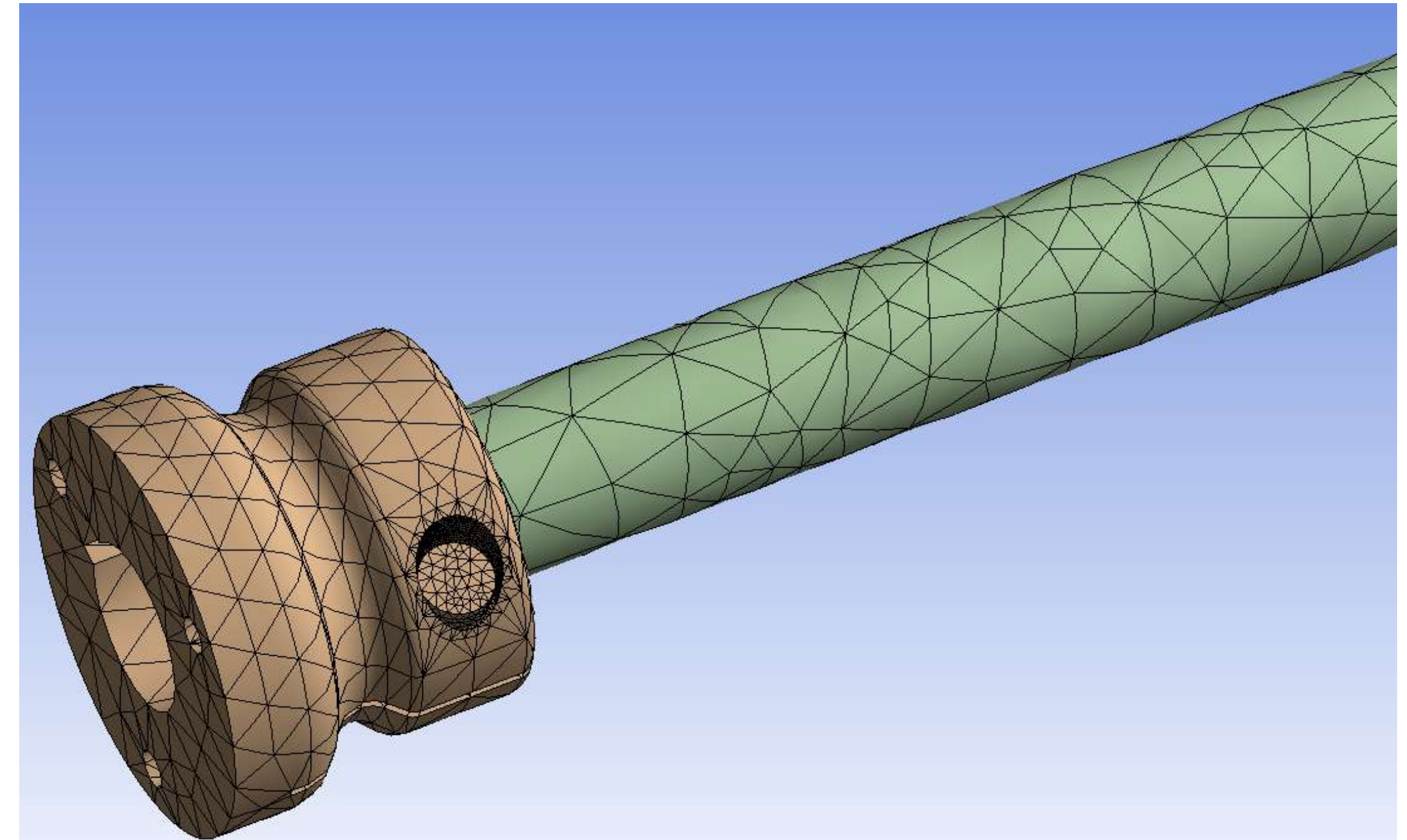
Il primo passo effettuato è la preparazione della geometria, il CAD originale è stato opportunamente modificato eliminando tutte le parti non funzionali per l'analisi strutturale ed introducendo una parte dell'assale su cui è calettato il mozzo stesso.



# 3. Analisi strutturale 2 / 5

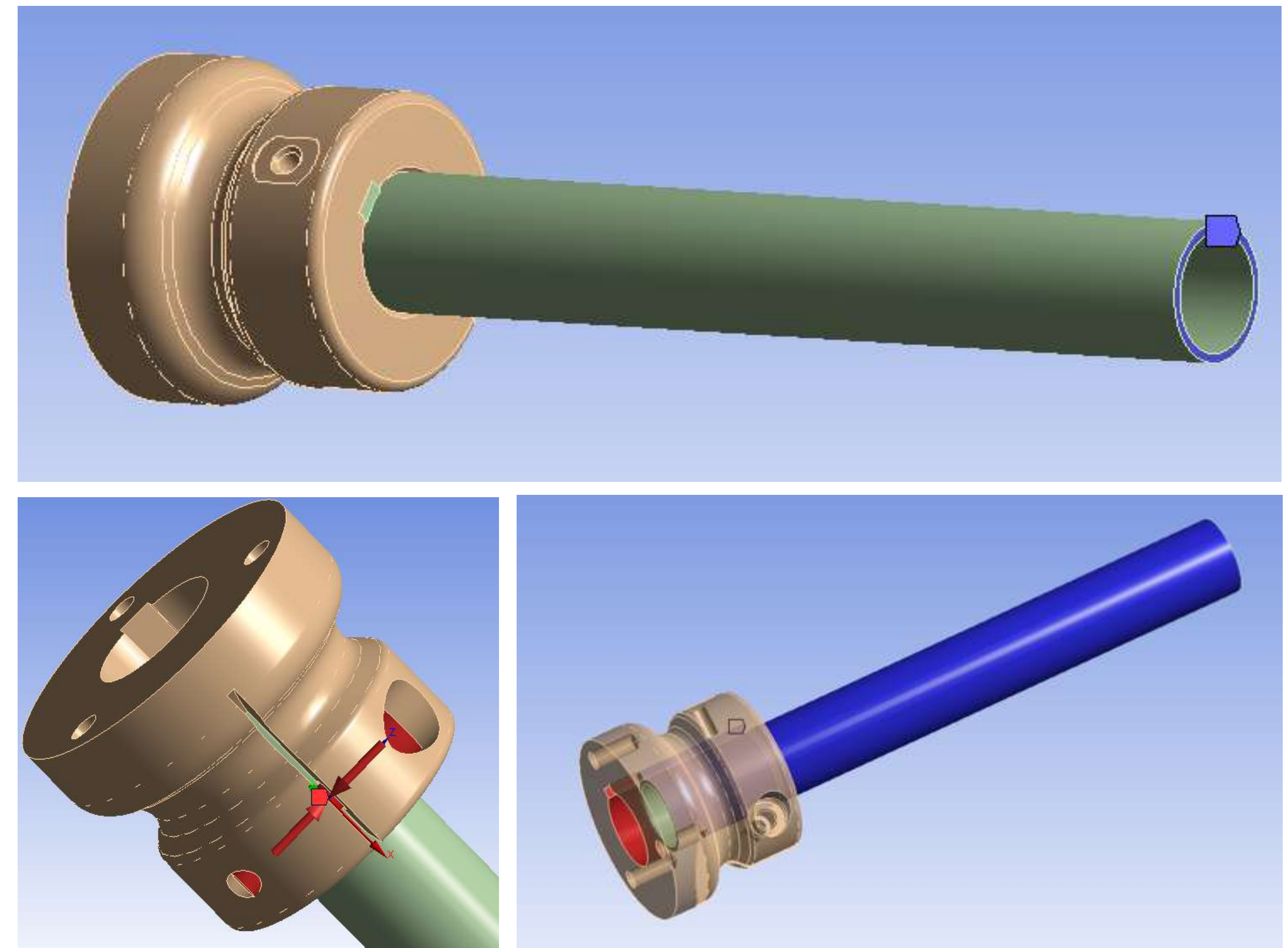
I passi per impostare un'analisi strutturale dopo aver importato la geometria sono:

1. Scelta del materiale all'interno dell'Engineering Data, nel nostro caso il mozzo è in Lega di Alluminio.
2. Discretizzazione della geometria o generazione della Mesh che risulta molto fitta nella zona dove avviene la rottura e molto rada nelle restanti parti.



# 3. Analisi strutturale 3 / 5

3. Inserimento dei contatti presenti, Frictional tra mozzo e assale e Bonded tra vite e mozzo;
4. Inserimento dei vincoli, Fixed Support sull'assale, e dei carichi esterni agenti sul mozzo.
5. Inserimento degli output necessari per valutare opportunamente la soluzione ottenuta.

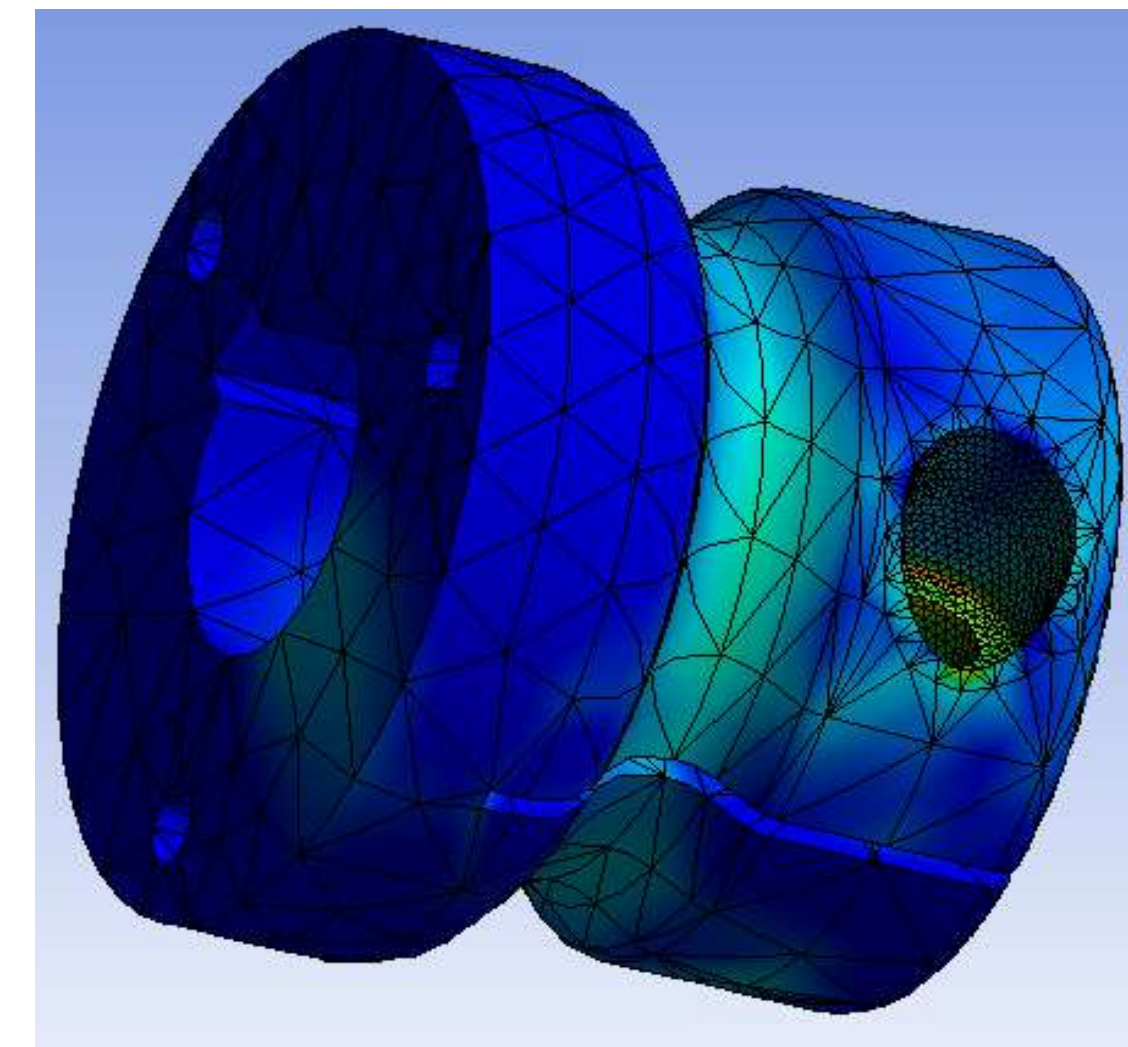
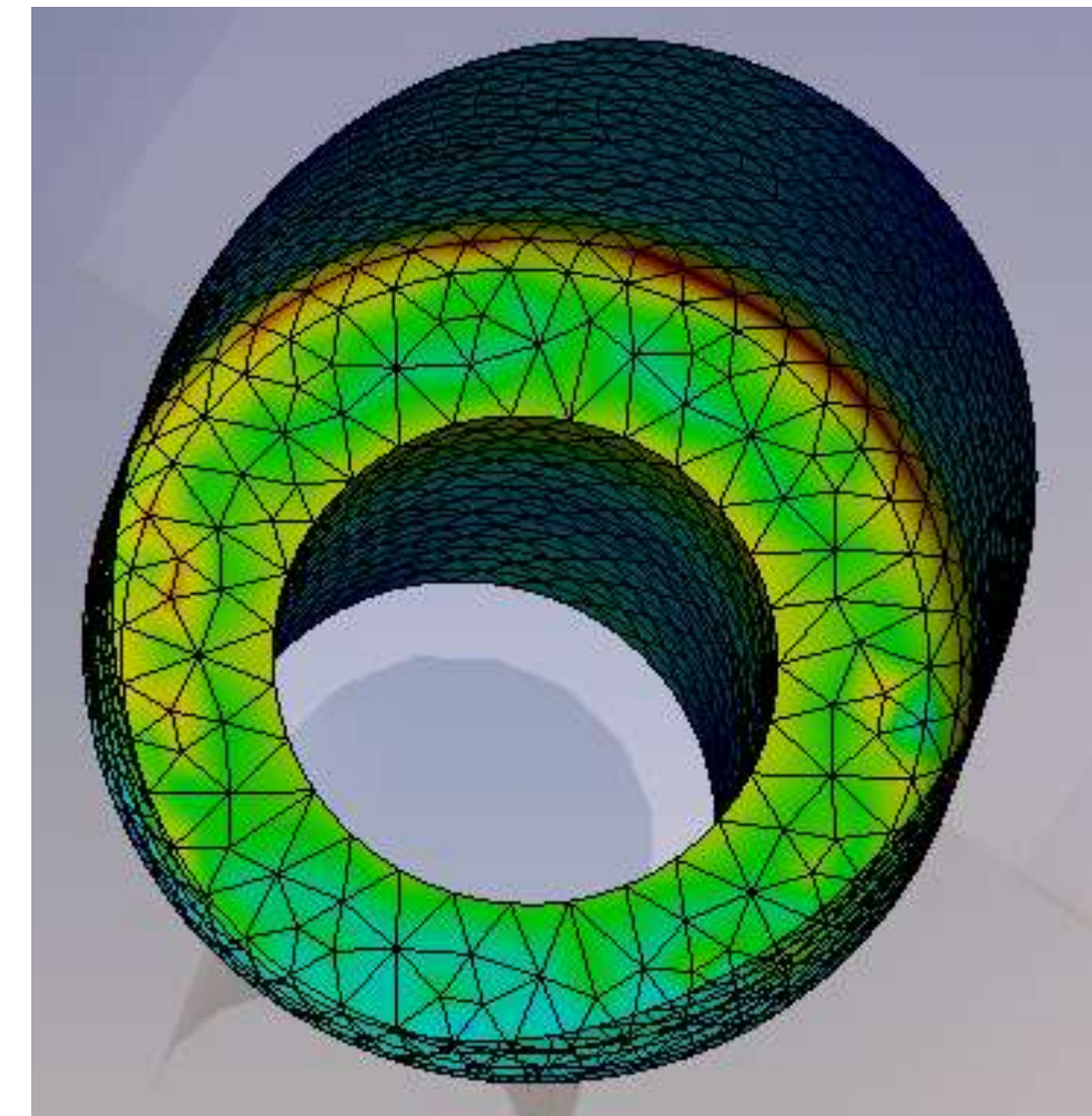


# 3. Analisi strutturale 4 / 5

## RISULTATI OTTENUTI:

I risultati ottenuti confermano la presenza di uno stress massimo (stress equivalente alla Von Mises) nella zona dove effettivamente avviene la rottura del pezzo.

Nella zona critica si raggiunge un valore di stress equivalente di circa 240 MPa, mentre nel resto del mozzo si raggiunge un picco nella zona di riduzione di diametro centrale di circa 130/140 MPa.





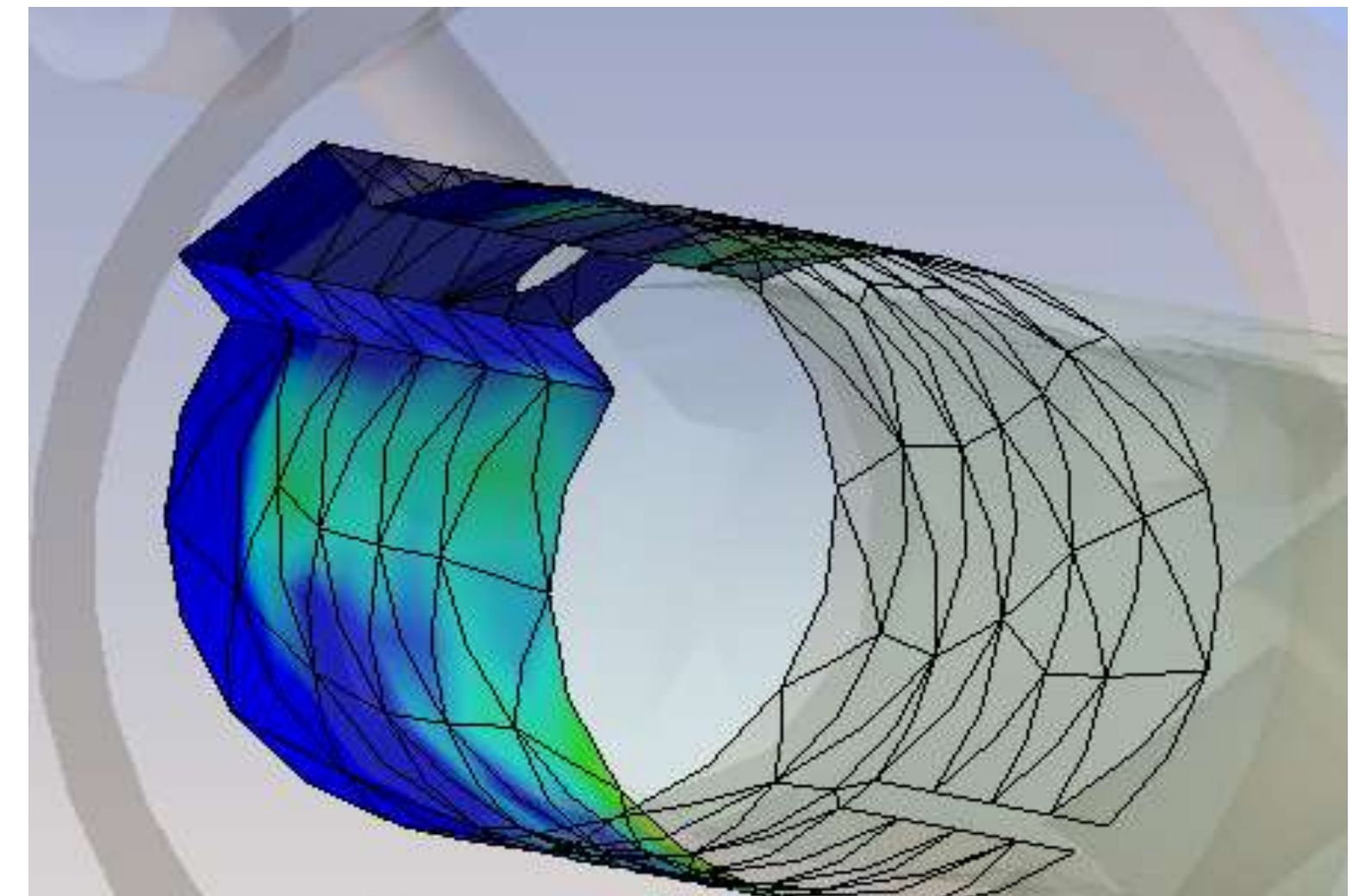
### 3. Analisi strutturale 5 / 5

Dall'analisi abbiamo notato che nella zona interna del mozzo non si genera pressione di contatto nella sede della linguetta, dunque il momento torcente è trasmesso esclusivamente tramite il forzamento.

Ciò è confermato anche da una valutazione analitica, infatti la forza necessaria per trasmettere momento torcente è:

$$F \text{ (Momento torcente)} = (4 \cdot T) / (\pi \cdot \mu \cdot d) = 10754,9 \text{ N}$$

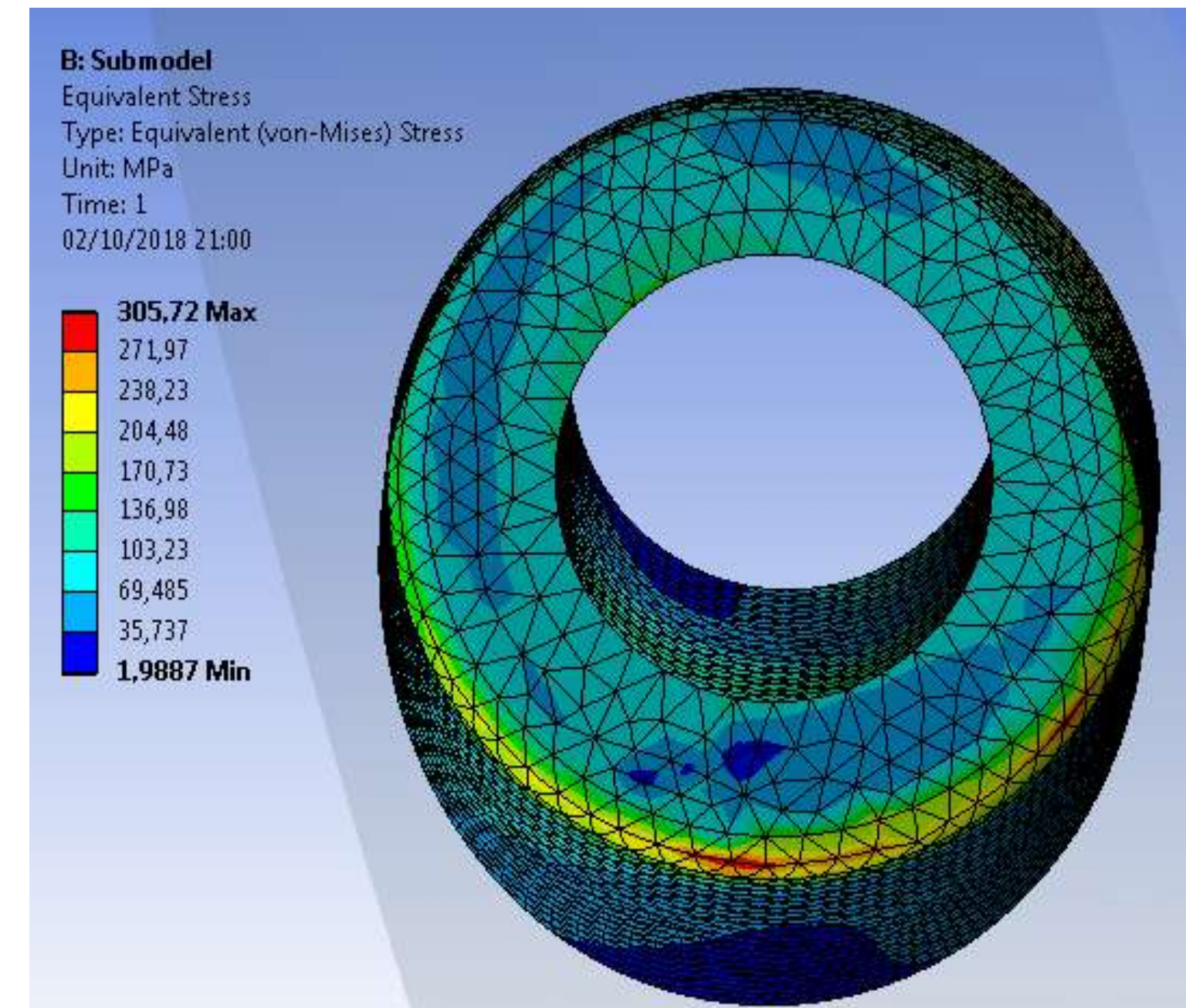
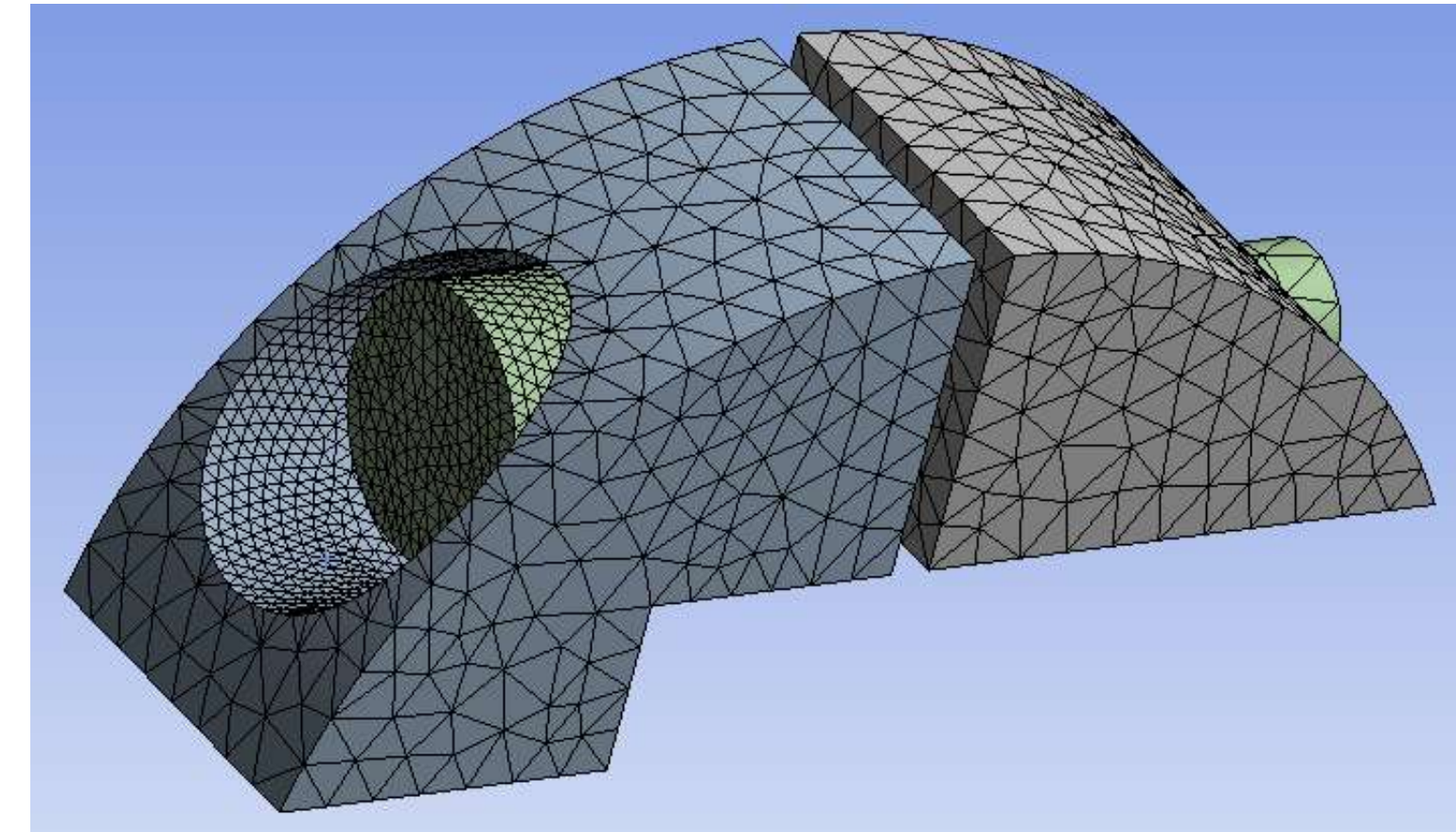
La vite utilizzata, con una coppia di serraggio di 35 Nm, genera una forza di serraggio di circa 15000 N, ampiamente sopra la forza necessaria.



# 4. Submodeling

Per comprendere meglio il valore dello stress massimo è stata effettuata un'analisi strutturale su un sotto modello.

La mesh è molto più fitta in tutte le zone e i risultati ottenuti sono nettamente diversi, con un incremento dello stress da 240 MPa a 305 MPa.



# 5. Ottimizzazione 1/5

## PRIMA MODIFICA:

Variazione del raggio di curvatura dello smusso attraverso la funzione di RBF morph "Surface Offset".

Dopo un'analisi parametrica si può notare una riduzione di circa il 7 % con un valore di di Surface Offset pari a 0,2 mm.

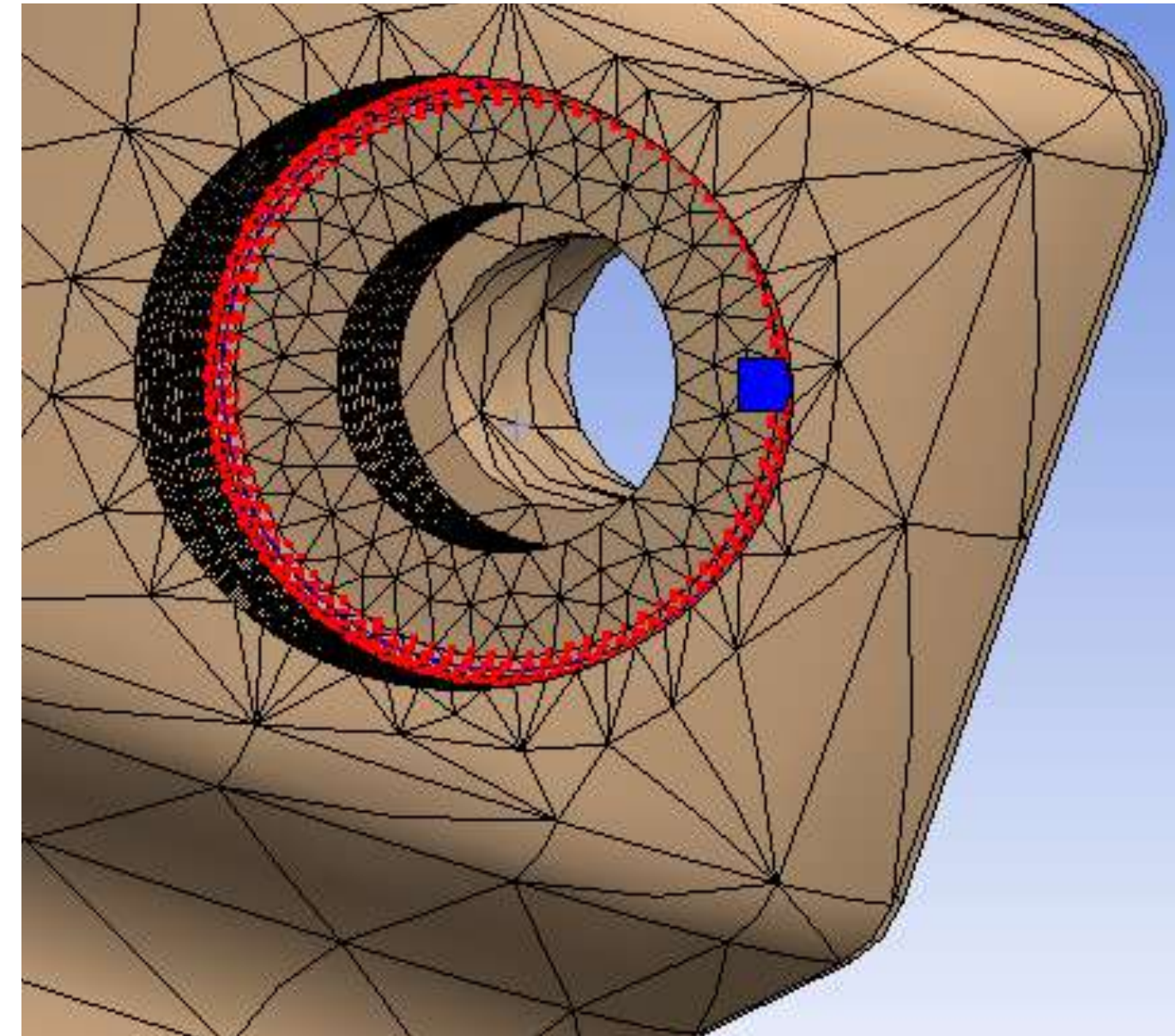


Table of Design Points			
	A	B	C
1	Name ▼	P6 - RBF Source Surface Offset ▼	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum ▼
2	Units	mm ▼	MPa
3	DP 0	0	240,07
4	DP 1	-0,05	235,75
5	DP 2	-0,1	231,21
6	DP 3	-0,15	227,25
7	DP 4 (Current)	-0,2	223,66
*			

# 5. Ottimizzazione 2 / 5

## SECONDA MODIFICA:

Traslazione del foro della vite verso il centro del mozzo (direzione y) attraverso la funzione "Translation".

Dall'analisi parametrica si può notare una riduzione del 3,3 % fino ad un valore di 0,2 mm di traslazione.

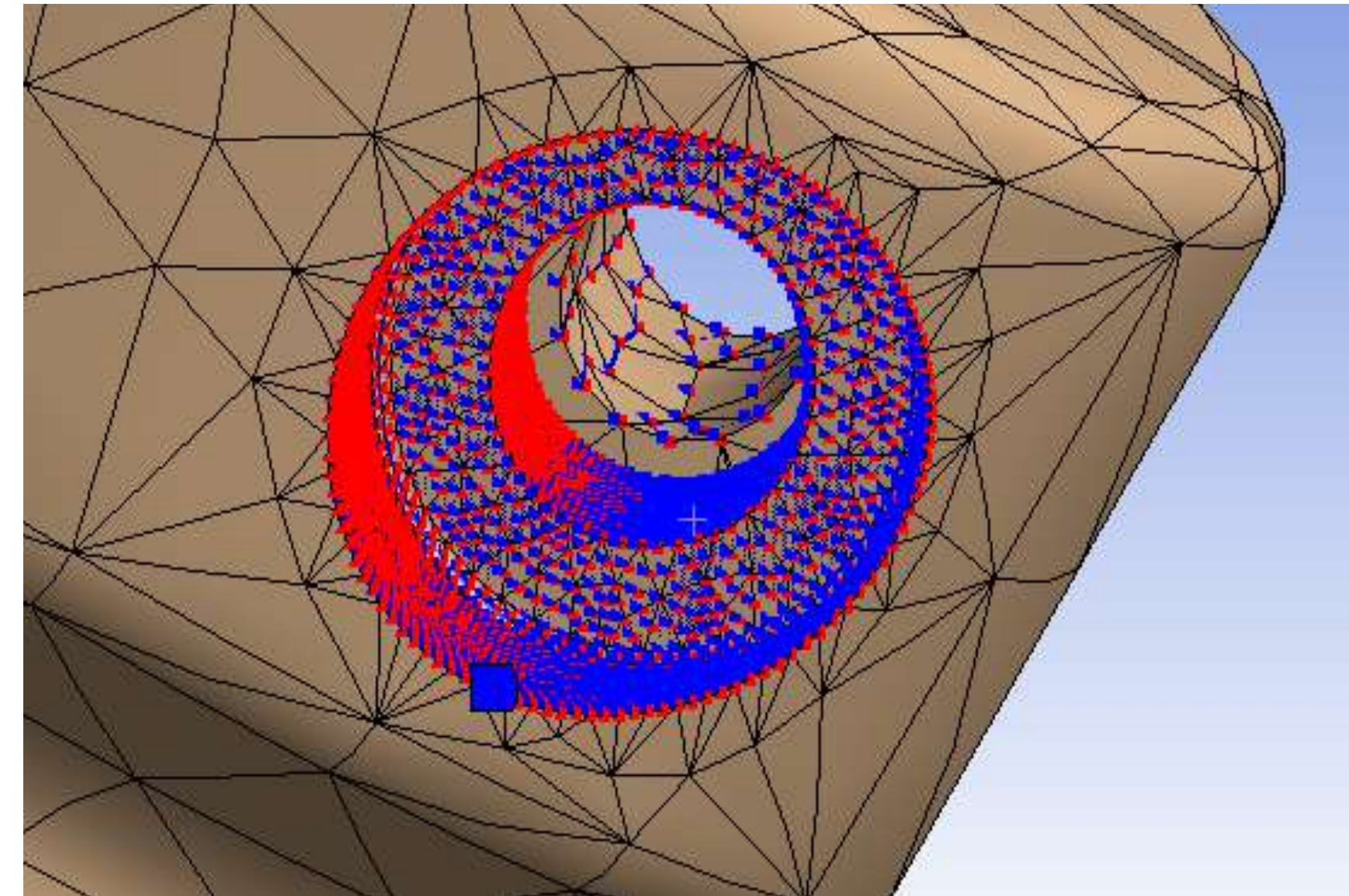


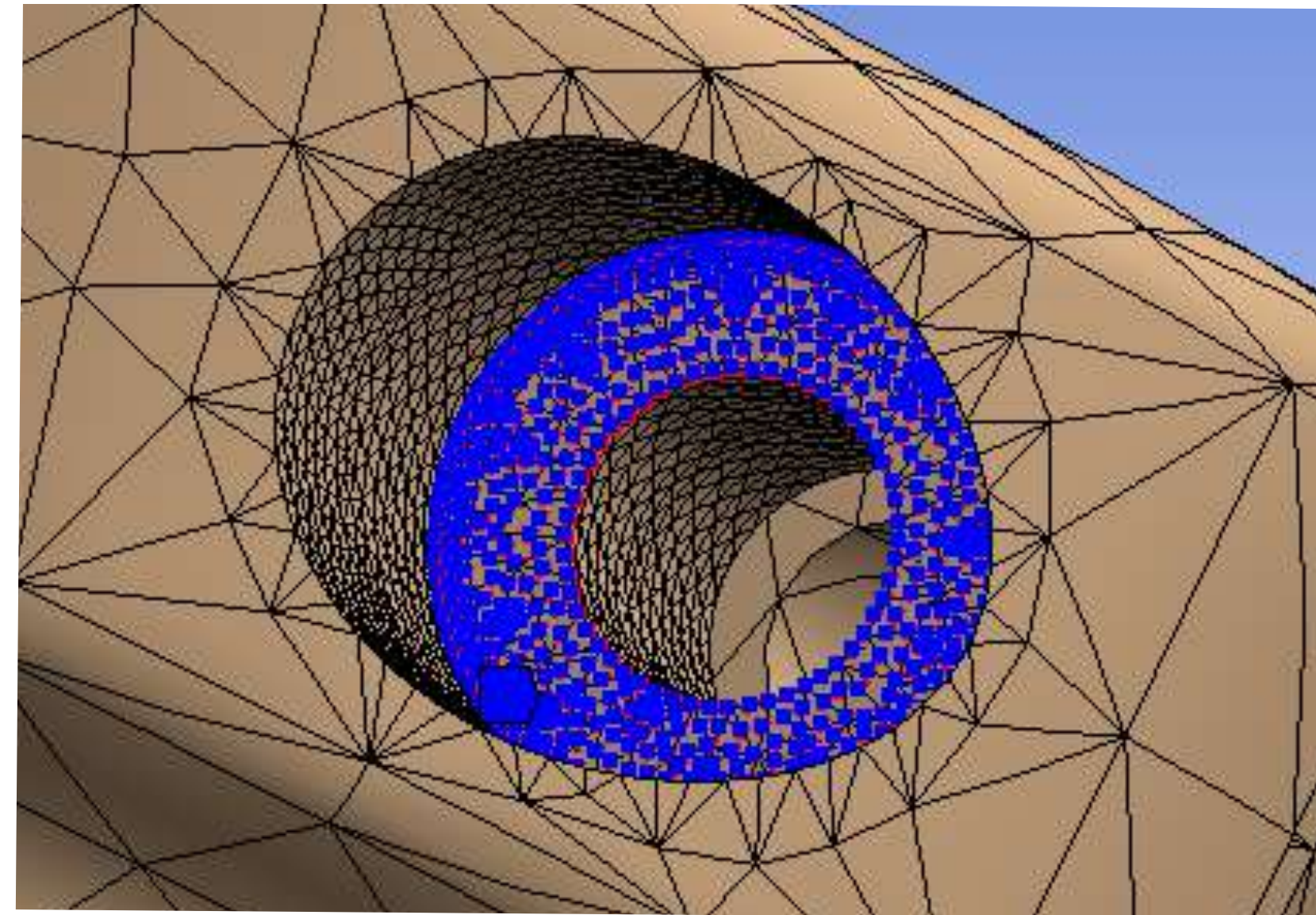
Table of Design Points			
	A	B	C
1	Name ▼	P6 - RBF Source Delta y ▼	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum ▼
2	Units	mm ▼	MPa
3	DP 0	0	240,07
4	DP 1	0,05	235,4
5	DP 2	0,1	234,05
6	DP 3	0,15	232,87
7	DP 4 (Current)	0,2	231,32
*			

# 5. Ottimizzazione 3 / 5

## TERZA MODIFICA:

Aumento della superficie dove poggia la testa della vite lungo la direzione z, nuovamente attraverso la funzione “Translation”.

In questo caso la riduzione dello stress è minima, inferiore all’ 1 % con un traslazione massima di 0,3 mm.



	A	B	C
1	Name	P6 - RBF Source Delta z	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum
2	Units	mm	MPa
3	DP 0	0	240,07
4	DP 1	0,05	239,26
5	DP 2	0,1	239,94
6	DP 3	0,15	239,94
7	DP 4	0,2	239,84
8	DP 5	0,25	239,83
9	DP 6 (Current)	0,3	239,58
*			

# 5. Ottimizzazione 4 / 5

## COMBINAZIONE DELLE MODIFICHE PRECEDENTI:

1. Prima e seconda modifica, riduzione massima del 3,5 %.
2. Seconda e terza modifica, riduzione massima del 4,3 %.

Table of Design Points				
	A	B	C	D
1	Name	P6 - RBF Source Surface Offset	P7 - RBF Source Delta y	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum
2	Units	mm	mm	MPa
3	DP 1	-0,1	0,1	231,74
4	DP 2	-0,1	0,15	231,52
5	DP 3 (Current)	-0,1	0,2	232,02
*				

Table of Design Points				
	A	B	C	D
1	Name	P6 - RBF Source Delta z	P7 - RBF Source Delta y	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum
2	Units	mm	mm	MPa
3	DP 0	0	0	240,07
4	DP 1	0,1	0,1	233,84
5	DP 2	0,1	0,2	231,04
6	DP 3	0,2	0,1	233,94
7	DP 4	0,2	0,2	230,7
8	DP 5	0,3	0,1	234,06
9	DP 6 (Current)	0,3	0,2	229,72
*				

# 5. Ottimizzazione 5 / 5

## COMBINAZIONE DELLE MODIFICHE PRECEDENTI:

3. Prima e terza modifica, riduzione massima del 15 %.

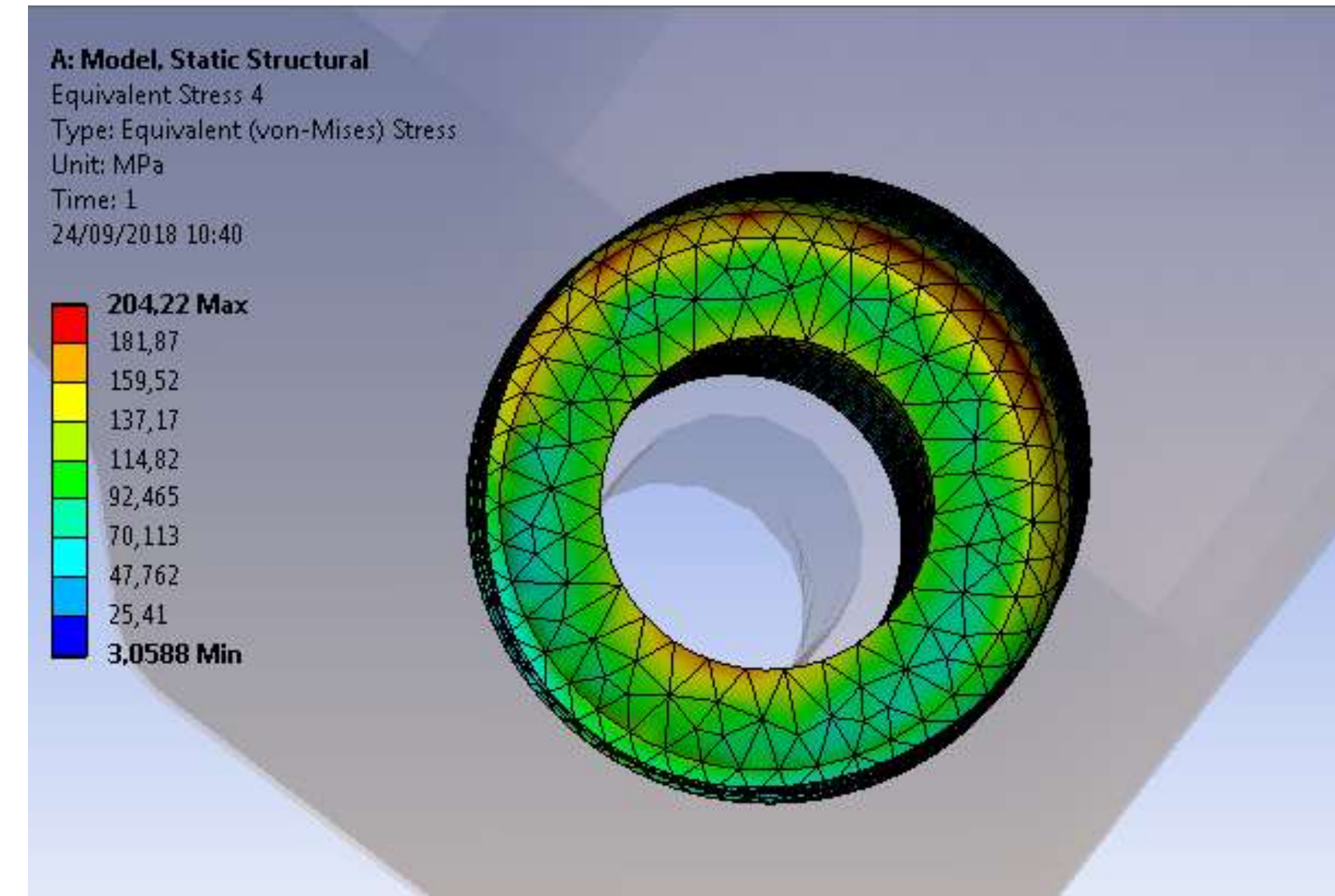


Table of Design Points

	A	B	C	D
1	Name	P6 - RBF Source Delta z	P7 - RBF Source Surface Offset	P5 - Equivalent Stress 4 Maximum
2	Units	mm	mm	MPa
3	DP 1	0,1	-0,2	215,36
4	DP 2	0,2	-0,2	213,18
5	DP 3	0,4	-0,2	211,08
6	DP 4	0,6	-0,2	208,46
7	DP 5	0,8	-0,2	205,73
8	DP 6 (Current)	0,9	-0,2	204,22
*				

# 6. Conclusioni

Dunque la modifica che porta una riduzione maggiore rispetto alle altre è sicuramente la combinazione del “Surface Offset” sullo smusso e della “Translation” della superficie dove poggia la testa della vite.

Applicando tale modifica al Submodel si ottiene una riduzione molto maggiore. Infatti si passa dai 305 MPa ai 223 MPa (circa il 27 % in meno).





**Università degli Studi di Roma Tor Vergata**

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica

A.A. 2017-2018

**Grazie a tutti  
per l'attenzione.**



Lorenzo Mazzaferro