

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale***  
***STUDIO GANCI PLA STAMPATI IN 3D***

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

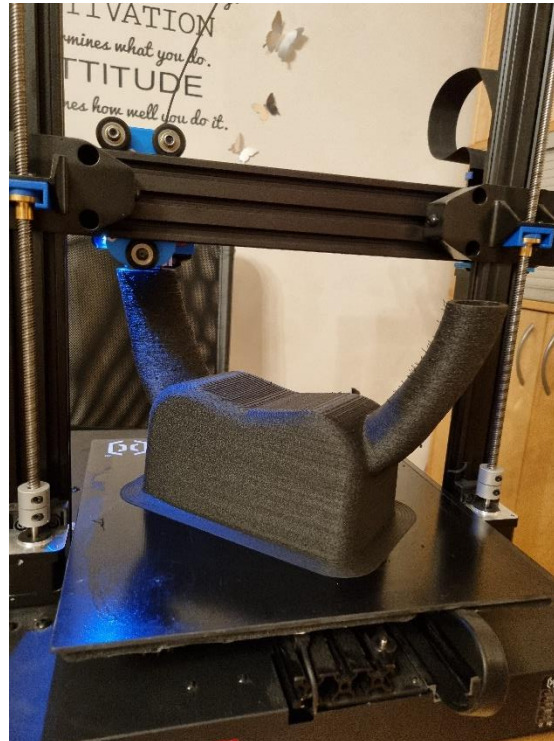
Laureando: *Giulio Bojan*

Padova, 18/03/2024

## L'importanza della stampa 3D per il Motostudent

Produzione rapida, economica, flessibile per tipologia di materiali impiegati e possibilità di creare geometrie molto complesse ci hanno permesso di realizzare molti componenti come:

- boccole;
- cassa filtro della moto petrol;
- stampi per laminazione;
- supporti vari.



## Il pezzo stampato in 3D è resistente? Si se...

Sovradimensiono la parte:

- lavoro più rapido
- meno preciso
- maggiore consumo di materiale
- riduzione delle performance dovuto all'aumento del peso

Studio la parte:

- lavoro più lungo
- molto preciso
- minor consumo di materiale
- aumento delle performance dovuto alla riduzione del peso



Studio di un possibile sostegno per tubi, cavi o carene a forma di gancio.





## Perché dei ganci?

Presentano una geometria semplice, rapida da produrre e facile da studiare. È stata scelto un gancio con sezione costante di 10mm x 14mm e un raggio variabile dai 16 ai 32 mm.

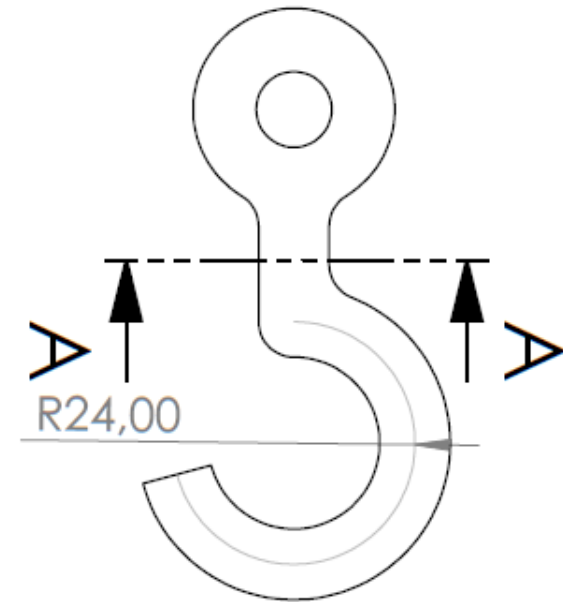
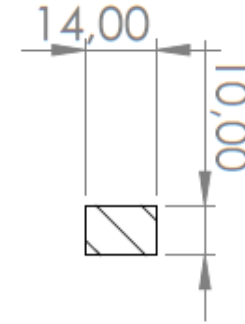
## Materiale utilizzato

Il materiale impiegato nello studio è il pla dell'azienda cinese Jayo, uno dei filamenti di acido polilattico con le migliori prestazioni meccaniche:

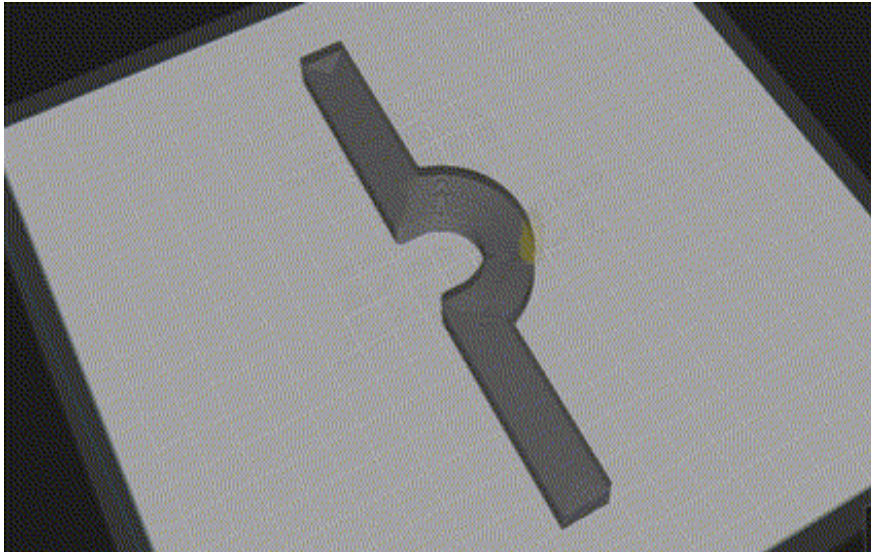
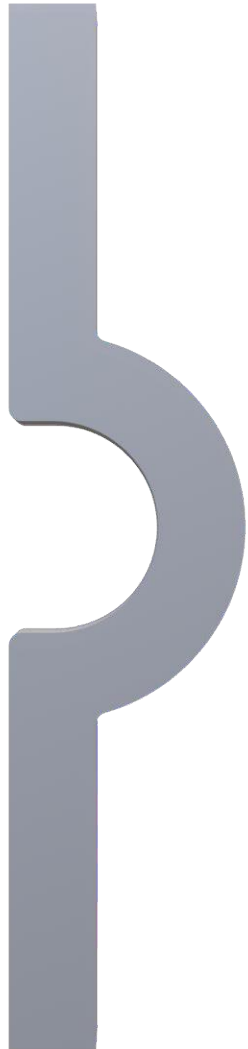
- Modulo di Young 3500 MPa;
- Tensione massima di rottura 61 MPa.



SEZIONE  
A-A



Il provino stampato presenta le stesse dimensioni del gancio (sezione e raggio), e sottoposto a prova di trazione si comporta allo stesso modo.



## Parametri di stampa

- Spessore pareti: 1,6mm.
- Allineamento delle giunzioni a Z: angolo più acuto.
- Configurazione riempimento: concentriche.
- Densità di riempimento pari a 100%;
- Configurazione dello strato iniziale e finale con linee concentriche.

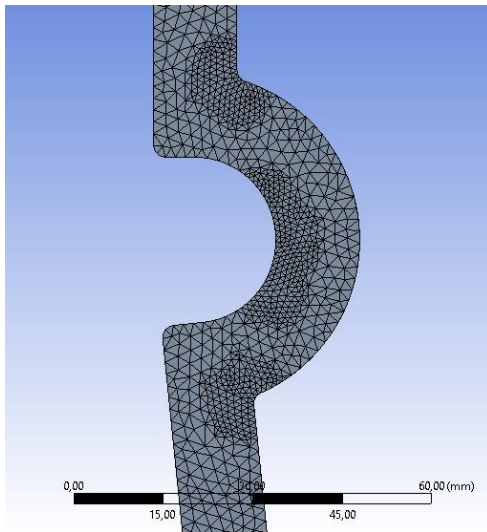
Stampante Creality Ender 3 Pro, modello utilizzato per la produzione dei provini.



Il programma utilizzato per le analisi FEM è Ansys. Sono stati analizzati 5 provini con stessa sezione e con raggio di 16, 20, 24, 28 e 32mm.

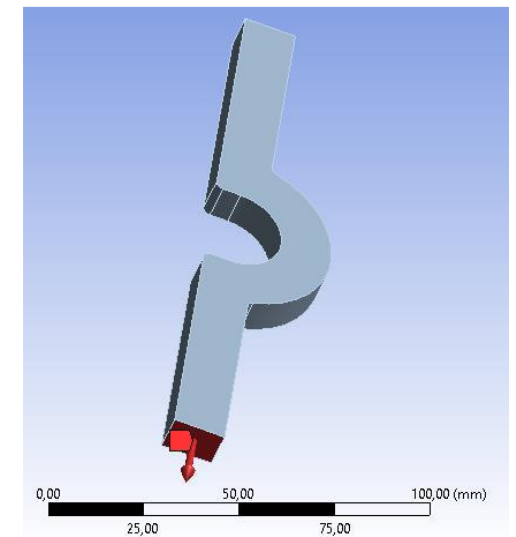
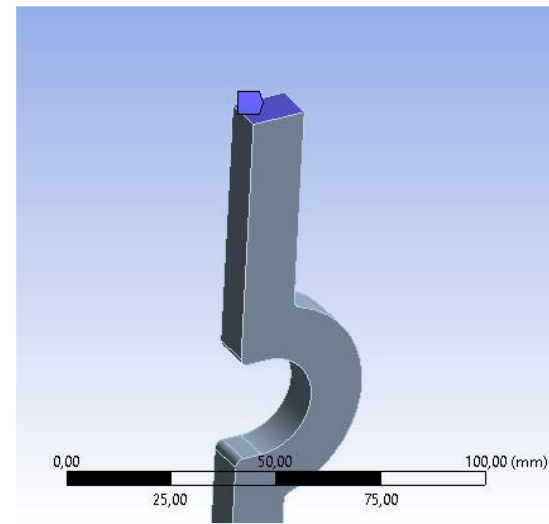
### Parametri della Mesh:

- Body Sizing, dimensione elemento 2mm;
- Patch Conforming Method con metodo dei tetraedri e ordine elemento quadratico.



### Vincoli e forze:

Ogni provino è stato vincolato all'estremità superiore ed è stata poi applicata una forza all'estremità opposta, facendola variare fino a raggiungere il cedimento.

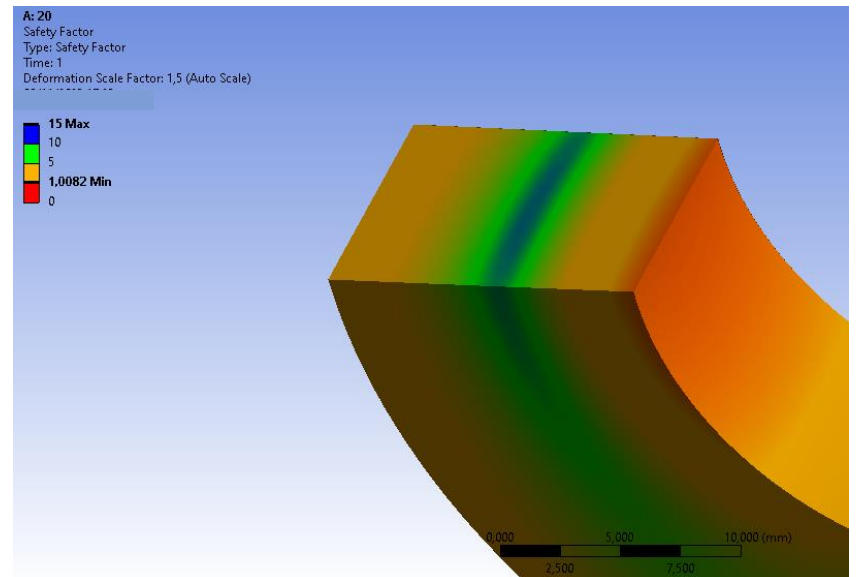
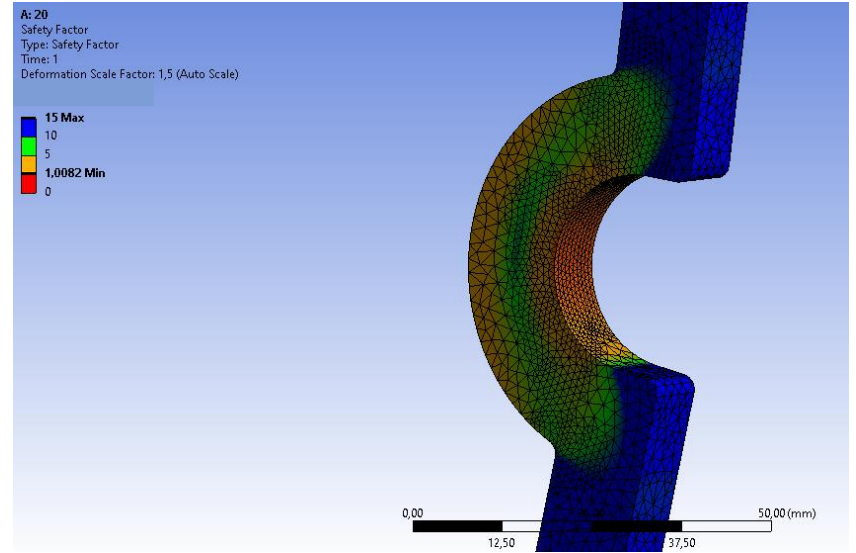


Il Safety Factor è il parametro più esemplificativo per capire dove le tensioni si avvicinano troppo a quella massima di rottura, 61 MPa.

Con Safety Factor minore di 1 il gancio si rompe.

I valori delle forze presenti in tabella rappresentano il limite oltre al quale il gancio non opera più in sicurezza.

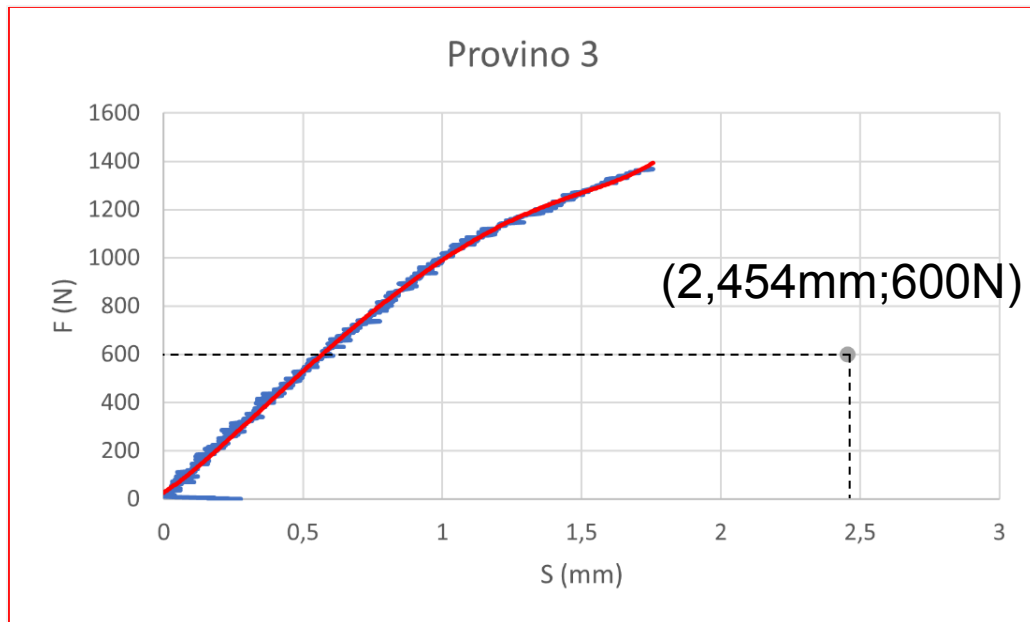
Raggio mm	Forza N (Analitica)	Forza N (FEM)	Scarto Percentuale FEM-ANALITICA
16	794	750	5,54%
20	700	670	4,29%
24	620	600	3,23%
28	554	540	2,53%
32	501	490	2,20%





## Prova Standard di Trazione

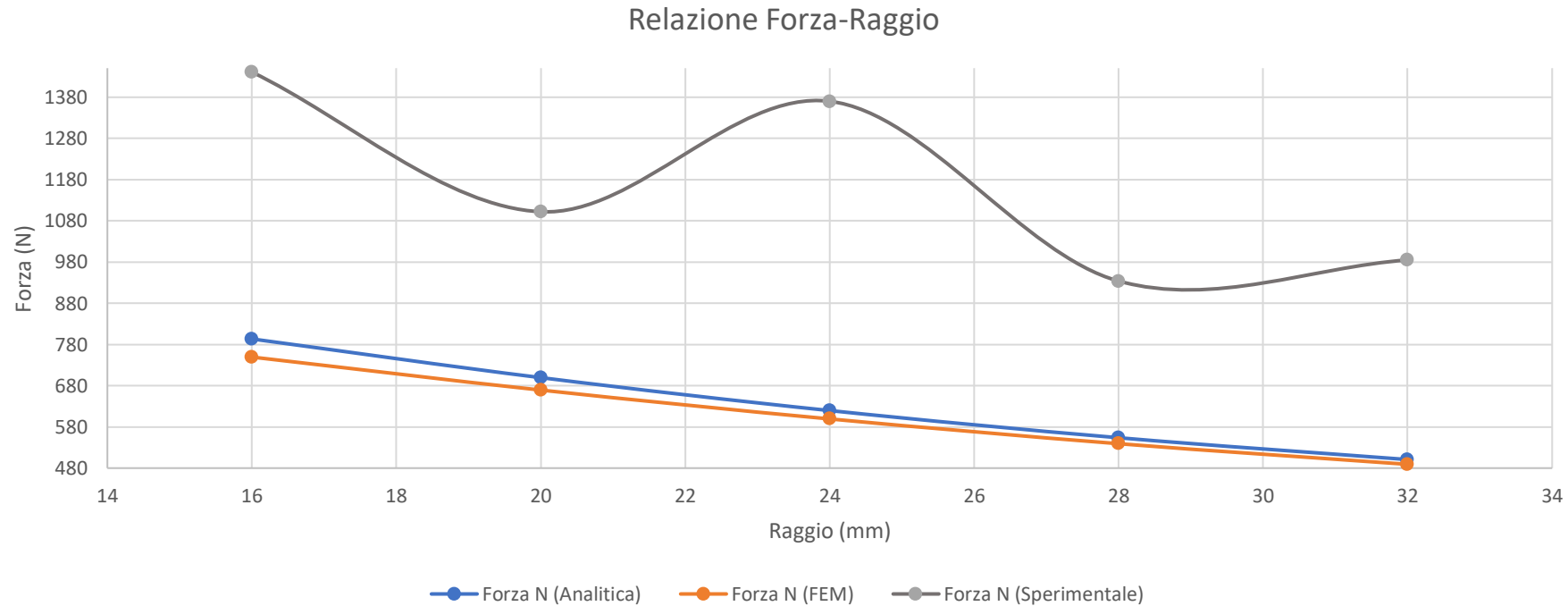
Il macchinario utilizzato per eseguire le prove di trazione è una EnginLAB Servo-pneumatic ASM Testing Machine. I test sono stati eseguiti in controllo di forza, con l'applicazione graduale di 25 N/s. Per ogni provino si può rilevare **forza massima applicata**, **deformazione massima a rottura** e **osservarne il punto di rottura**. È stato creato un grafico che riporta questi dati e permette allo stesso tempo di confrontarli con le analisi FEM. (Esempio con Provino 3)



Numero Provino	3	
Raggio	24	mm
Lunghezza provino	168	mm
Allungamento a rottura	1,757	mm
Deformazione percentuale	1,045833333	%
Carico massimo	1370,947	N 139,75 kg
Tipo di rottura	quasi fragile	
Rottura secondo previsione	si	



## Confronto dei risultati:



Raggio mm	Forza N (Analitica)	Forza N (FEM)	Forza N (Sperimentale)	Scarto Percentuale FEM-SPERIMENT.
16	794	750	1441	81,49%
20	700	670	1102	57,43%
24	620	600	1370	120,97%
28	554	540	934	68,59%
32	501	490	985	96,61%

## Dal confronto tra FEM e prove di trazione emerge:

- Elevato scarto percentuale tra risultati FEM e Prove di trazione;
- Il materiale che compone i ganci si è rivelato più prestante del previsto;
- I ganci sopportano pienamente il carico calcolato mediante FEM e si rompono a forza maggiore;
- La geometria si può migliorare aumentando il raggio di raccordo tra gambo e parte ricurva del gancio;
- Il software di programmazione per la stampante 3D ha creato delle difettologie rilevanti sui provini causando rotture in zone impreviste;
- I test andrebbero rieseguiti fino ad ottenere ripetibilità.

Nuova geometria proposta per i test con raggio di raccordo tra gambo e parte ricurva aumentato da 2 a 7 mm.



Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Grazie per l'attenzione***

Laureando: *Giulio Bojan*

Padova, 18/03/2024