

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria chimica e dei materiali

Relazione per la prova finale
«Direct Ink Writing e fotoreticolazione per lo sviluppo di
componenti porosi a base di nitruro di silicio per
applicazioni biomedicali»

Tutor universitario: Prof. Dr. Ing. Giorgia Franchin

Laureanda: *Belliato Martina*

Padova, 15/11/2022

- *Perché il **nitruro di silicio**?*
- *Perché la **porosità** è importante?*
- *Perché l'impiego della **stampa 3D DIW**?*
- *Perché l'utilizzo della **fotoreticolazione**?*

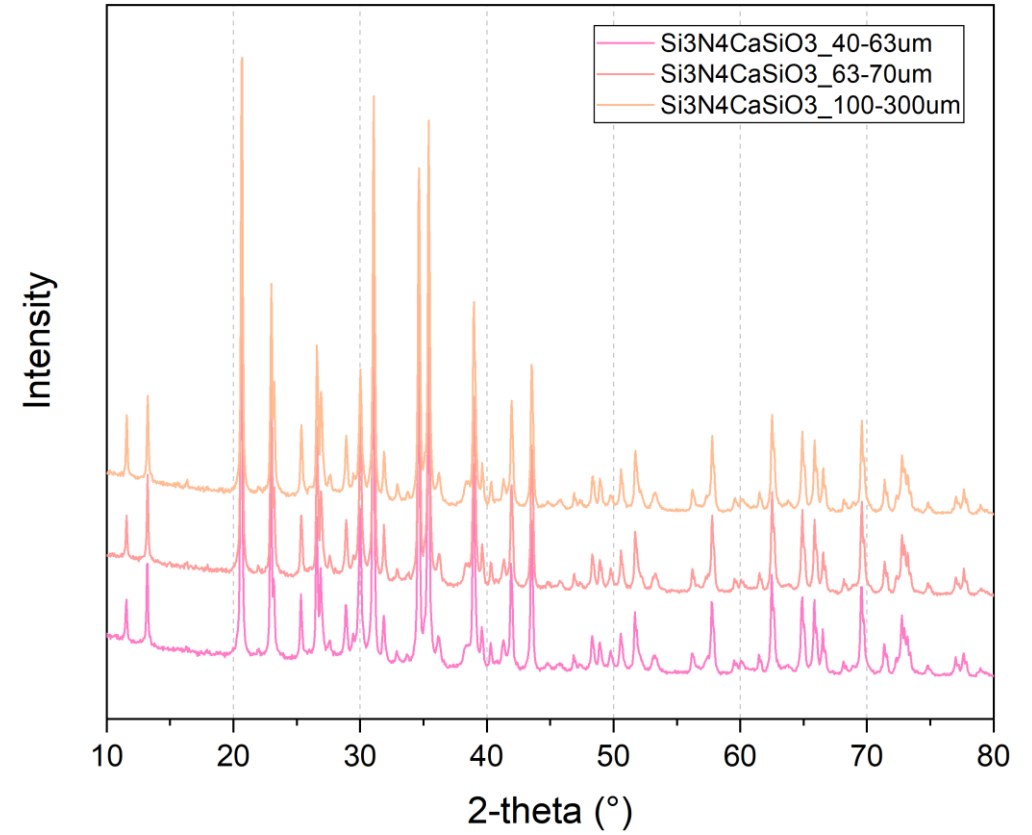
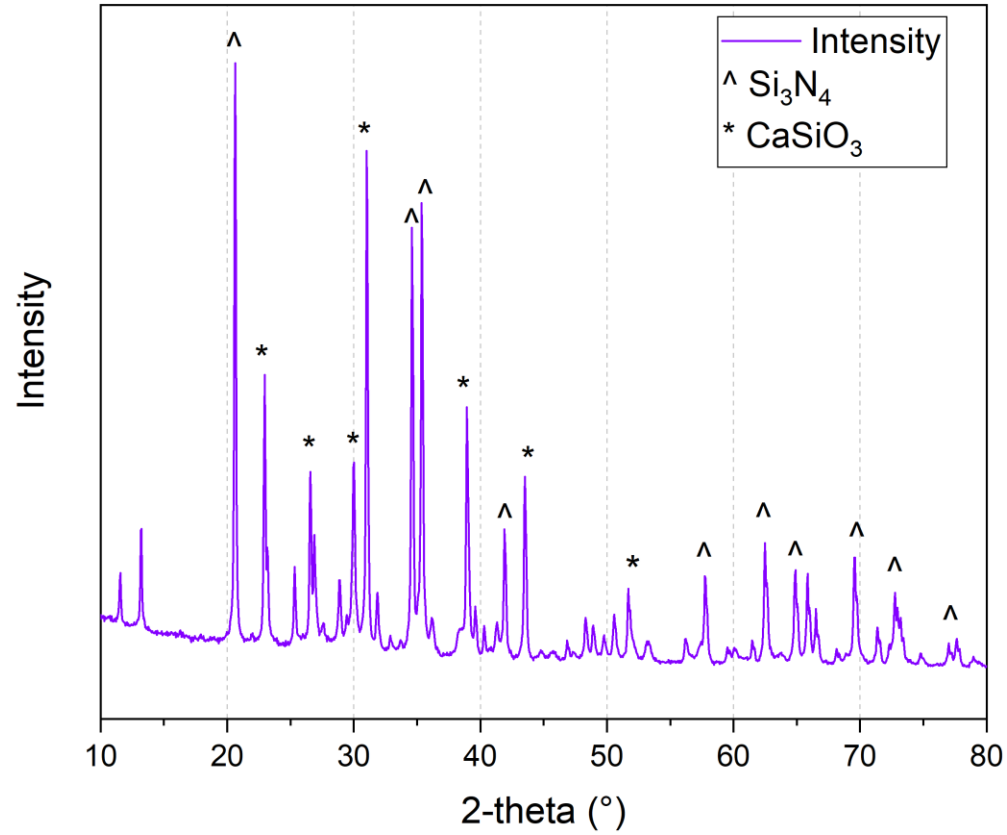


Obiettivo principale: produzione di *scaffold* porosi a base di $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-CaSiO}_3$ mediante l'utilizzo della tecnologia UV-DIW

Obiettivi secondari:

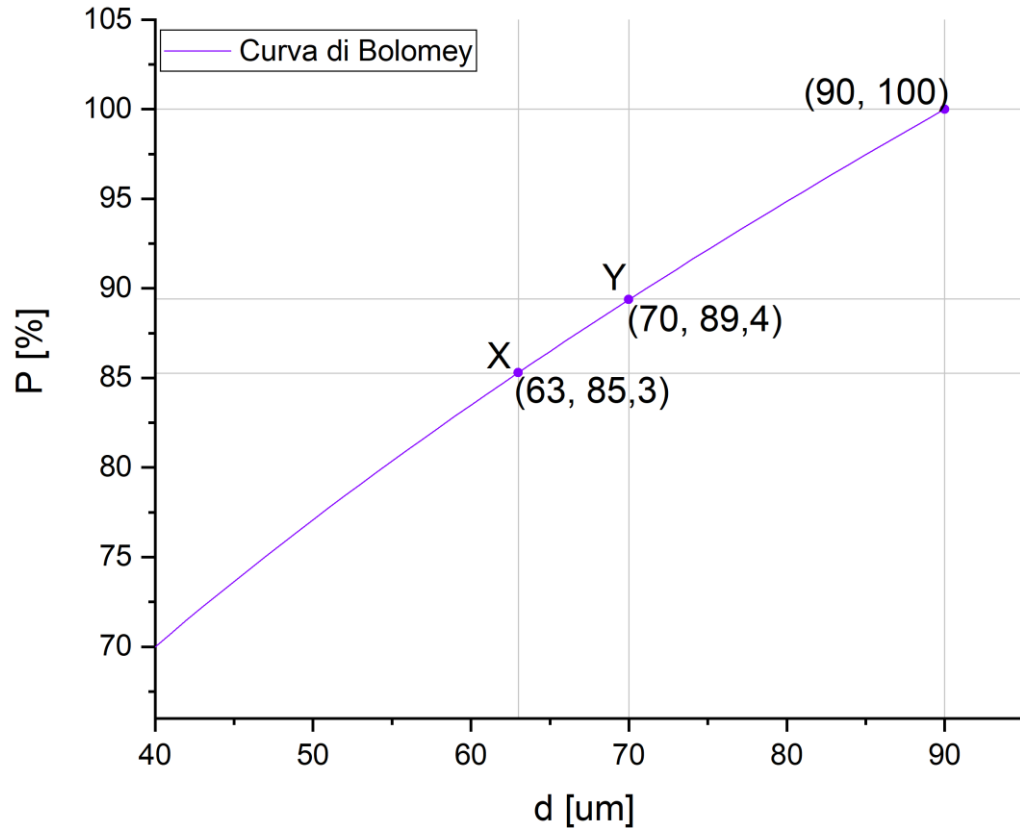
- Verificare che l'inchiostro prodotto rispetti i requisiti che stanno alla base di questa tecnologia
- Controlli dimensionali e morfologici sui componenti stampati
- Rimozione del legante
- Controlli morfologici e stima della densità post trattamenti termici





Scopo: ottenere una distribuzione granulometrica ottimale per massimizzare il contenuto solido mantenendo una buona lavorabilità

$$P = A + (100 - A) \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

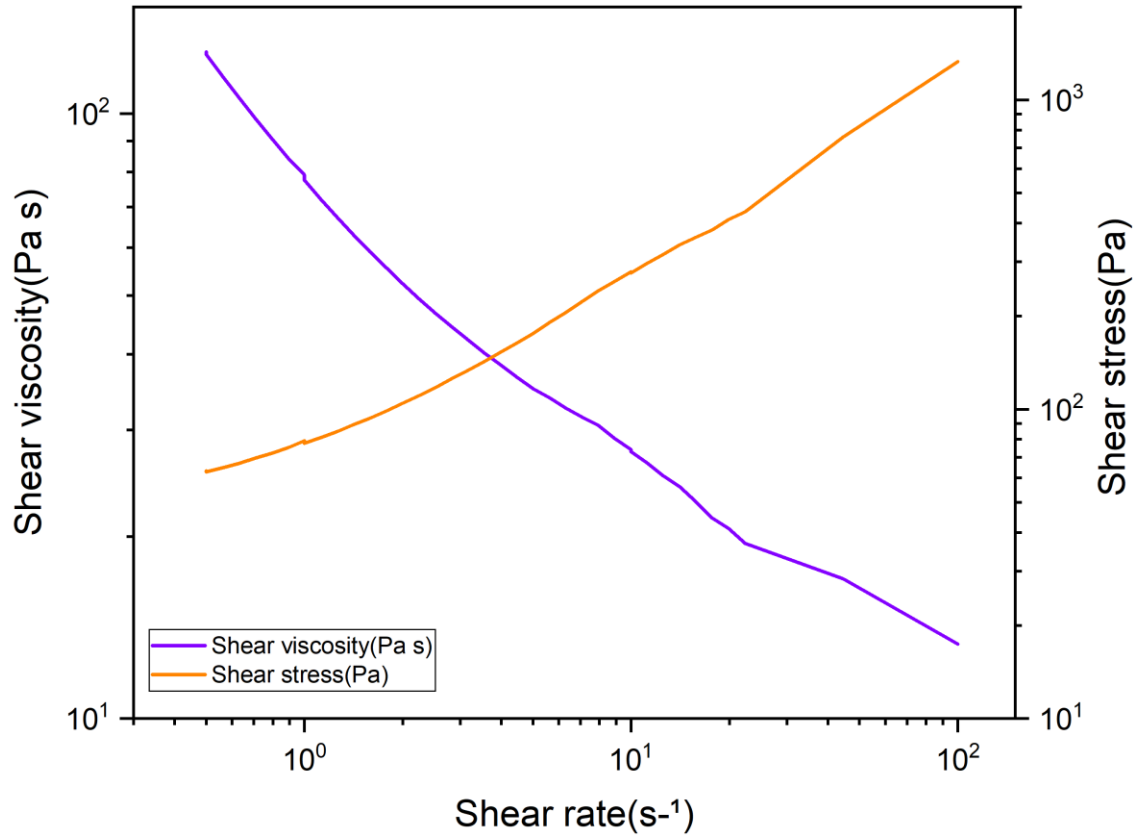


Range [μm]	Wt%
40 ÷ 63	85.3
63 ÷ 70	4.1
70 ÷ 90	10.6

- I granuli (o la polvere) sono stati **funzionalizzati con GLYMO** avente una quantità pari al 8% wt rispetto ai granuli (o alla polvere)
- Preparazione di diversi inchiostri mantenendo costante la concentrazione del $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-CaSiO}_3$ **variando il rapporto TMPTA (più reattivo)/UDMA (più viscoso)**
- Il **fotoiniziatore (Omnirad 819)** è stato aggiunto al 4% di peso rispetto alla quantità totale di acrilati

Inchiostro	% wt Acrilati (UDMA + TMPTA)	%wt $\text{Si}_3\text{N}_4\text{CaSiO}_3$	TMPTA/UDMA	
1	a	43.5	56.5	0.6
	b	43.5	56.5	1.6
2	a	45.0	55.0	(solo UDMA)
	b	45.0	55.0	1.5
	c	44.5	55.5	1.0

Variazione della viscosità con la velocità di deformazione



Variazione della viscosità simulando il processo di stampa

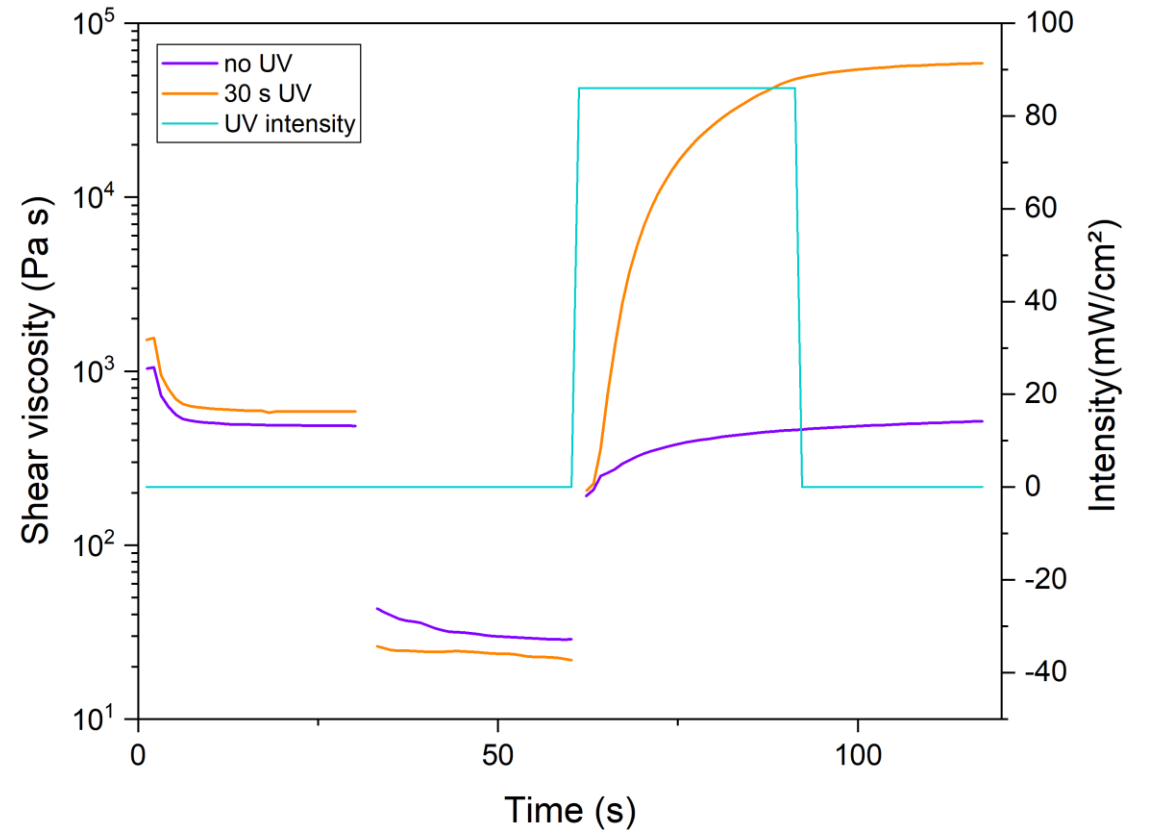
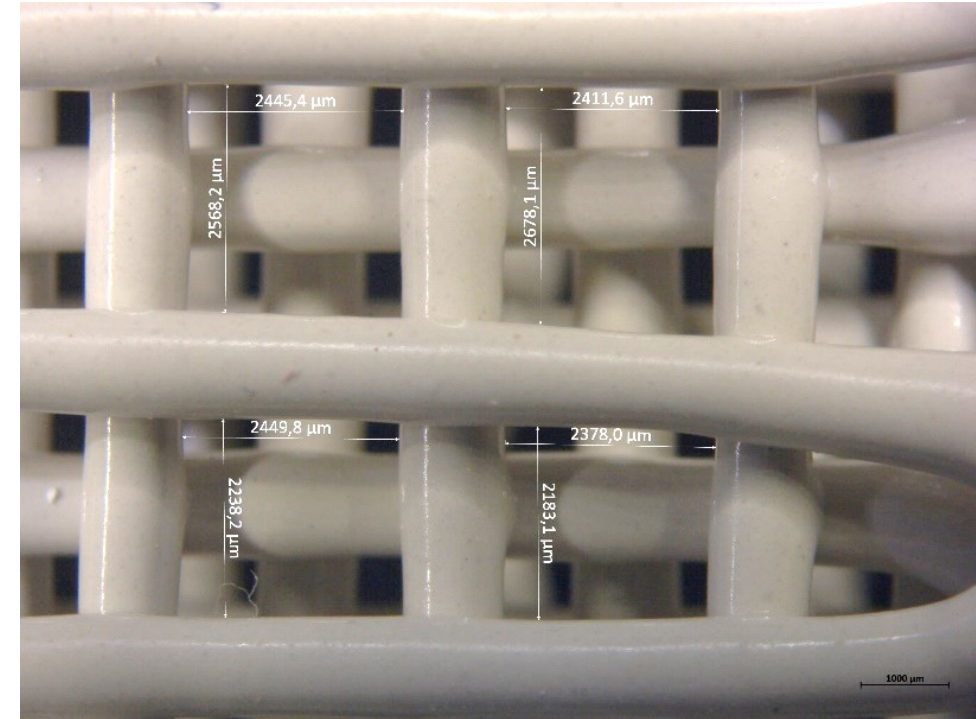
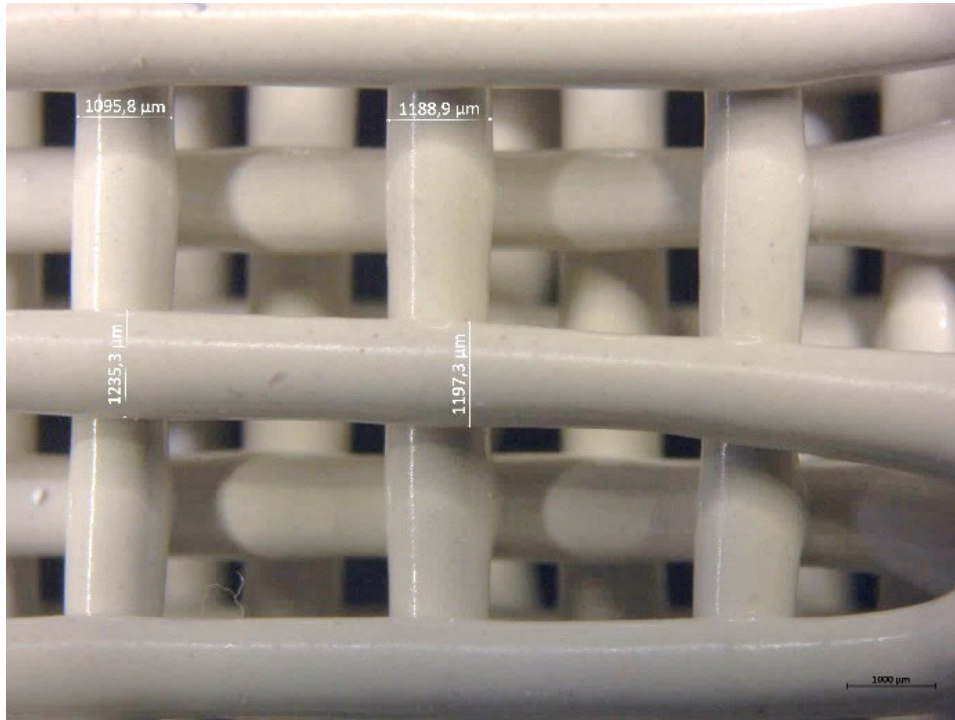
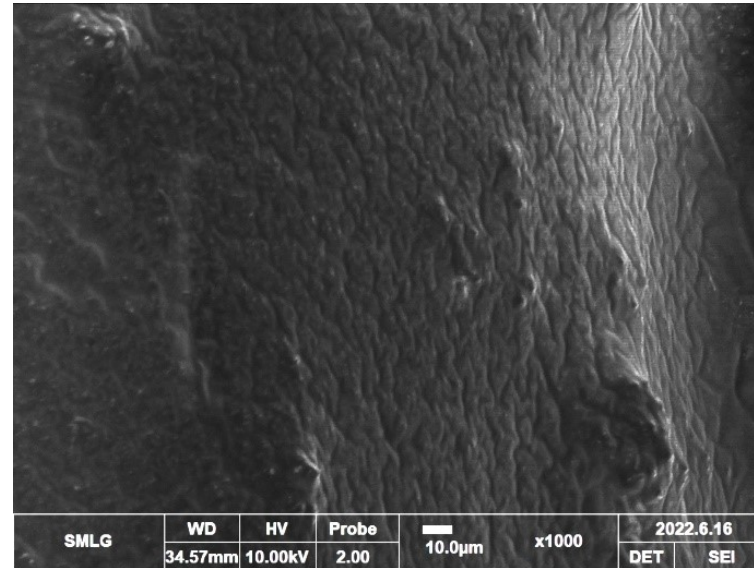
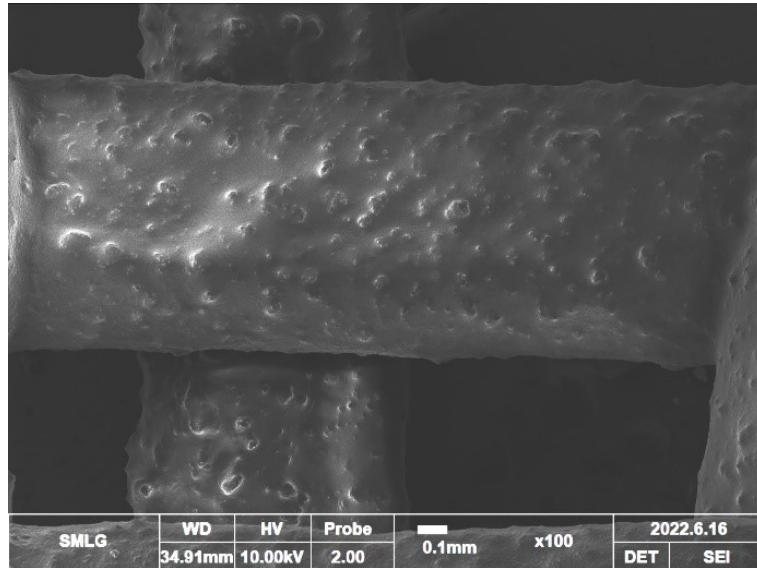


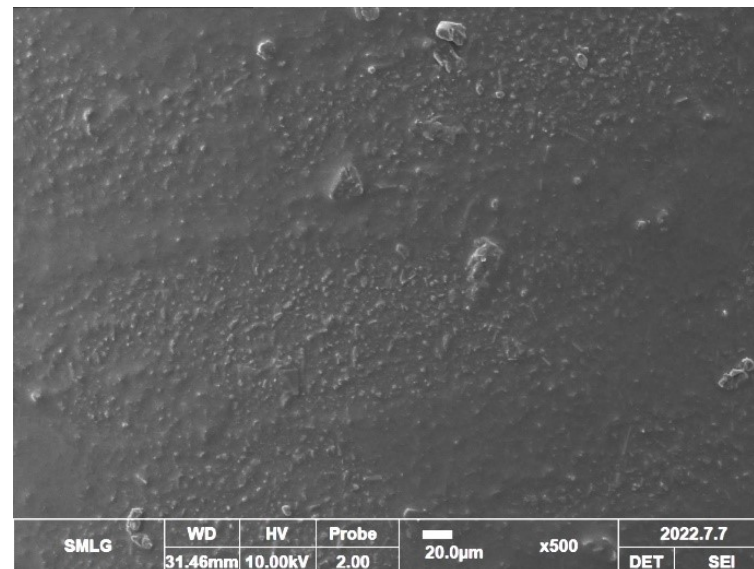
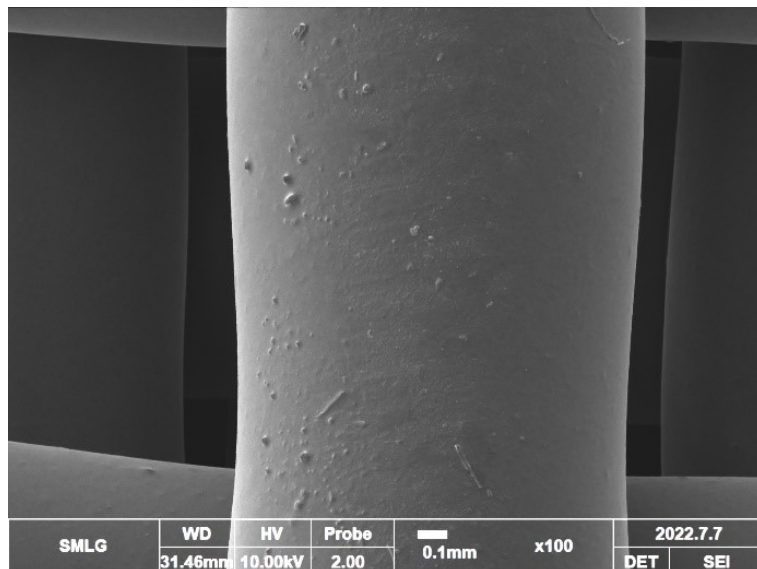
Immagine di un campione *scaffold* 60% (porosità geometrica) avente composizione 60% di polvere e 40% di UDMA ottenute allo stereomicroscopio: verifica dei parametri dimensionali



Parametri di stampa: Pressione 0.5-1 bar, velocità 4-7 m/s;
Dimensioni teoriche: diametro 1.19 mm; distanza reale filamenti shiftati 2.40 mm.

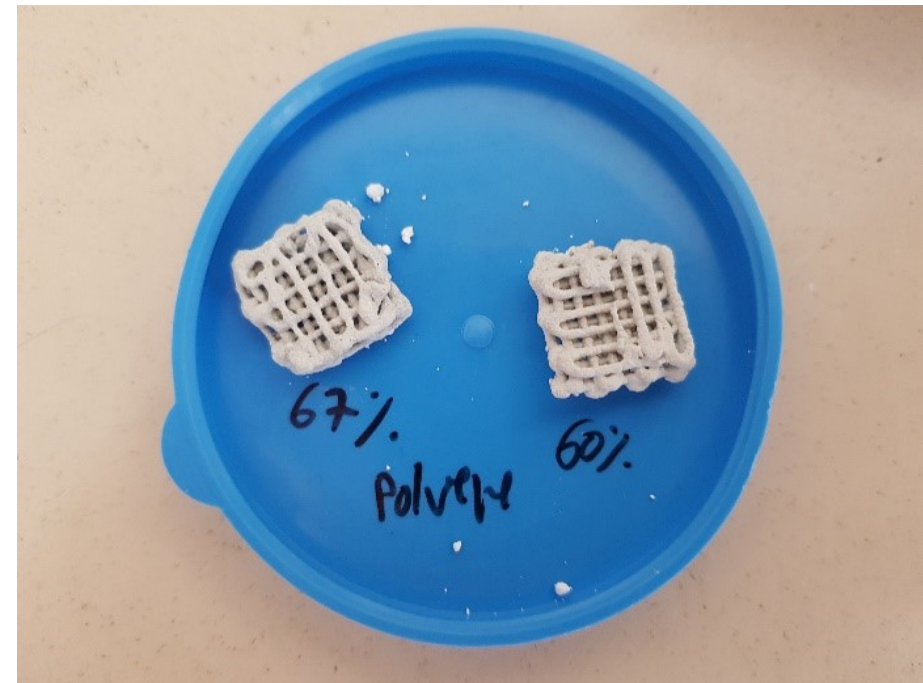


Immagini di un campione *scaffold* **70%** avente composizione 55% di **granuli** e 45% di UDMA ottenute al SEM.

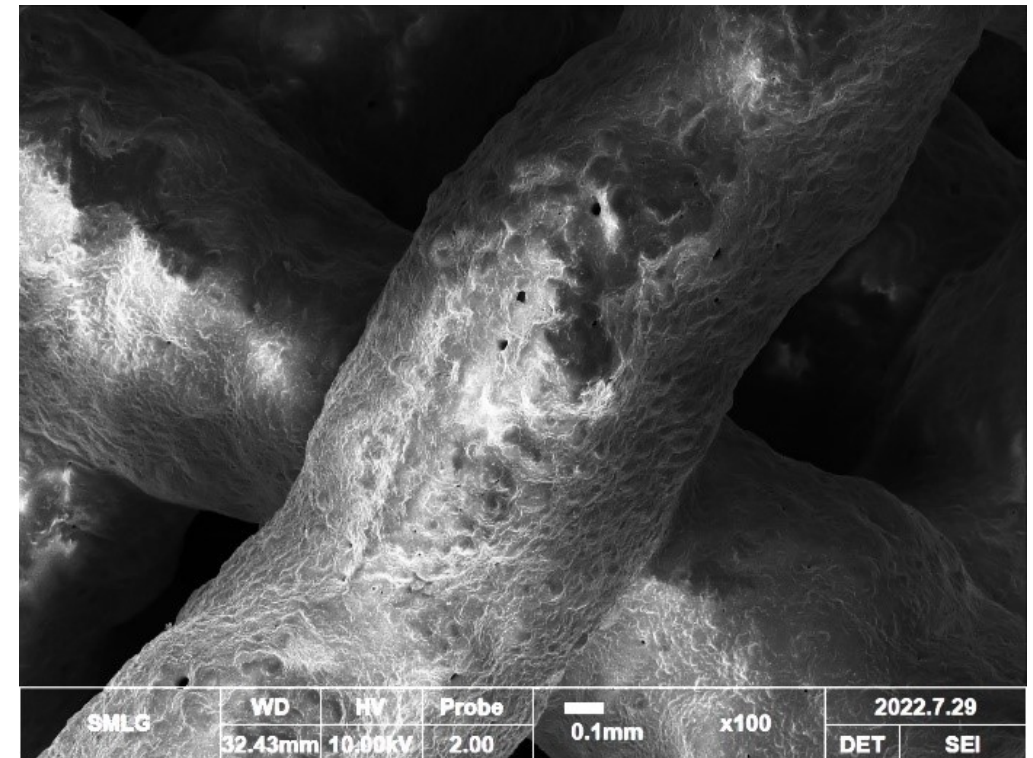
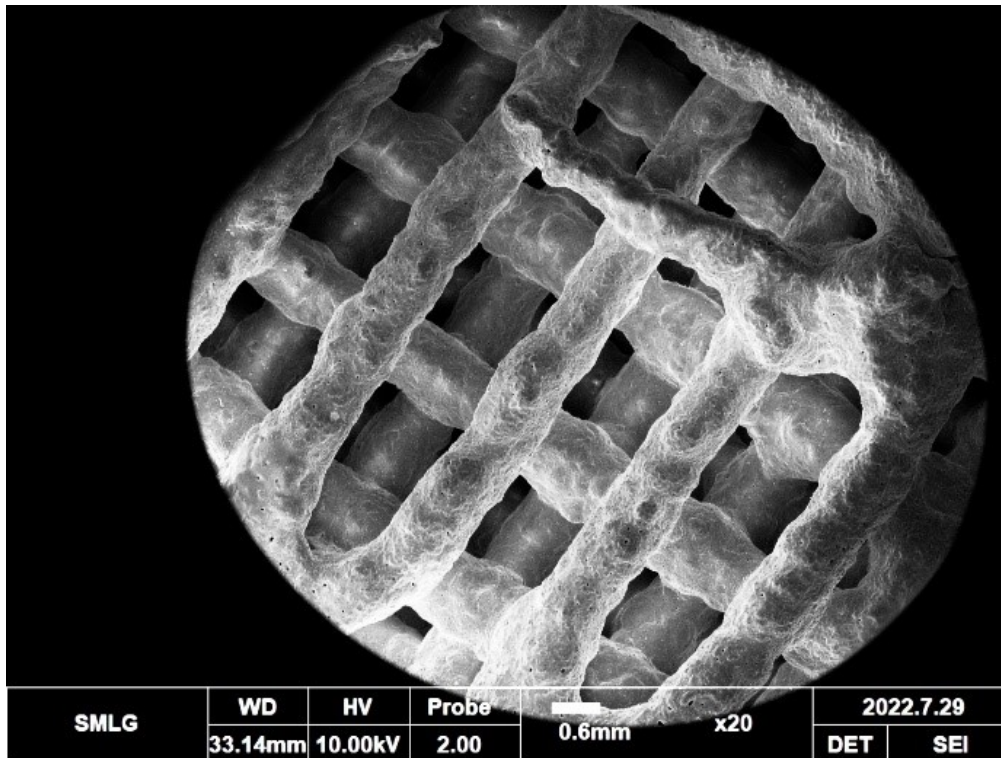


Immagini di un campione *scaffold* **60%** avente composizione 60% di **polvere** e 40% di UDMA ottenute al SEM.

- **Debinding:** rimozione legante (UDMA) dal campione mediante decomposizione e successiva espulsione dei gas di combustione
- **Sintering:** densificazione e ritiro del campione posto ad alte temperature in atmosfera di azoto (inerte)



Immagini al SEM di un campione scaffold 60% ottenute dopo trattamento termico.
Scopo: osservare la morfologia del campione post trattamento.



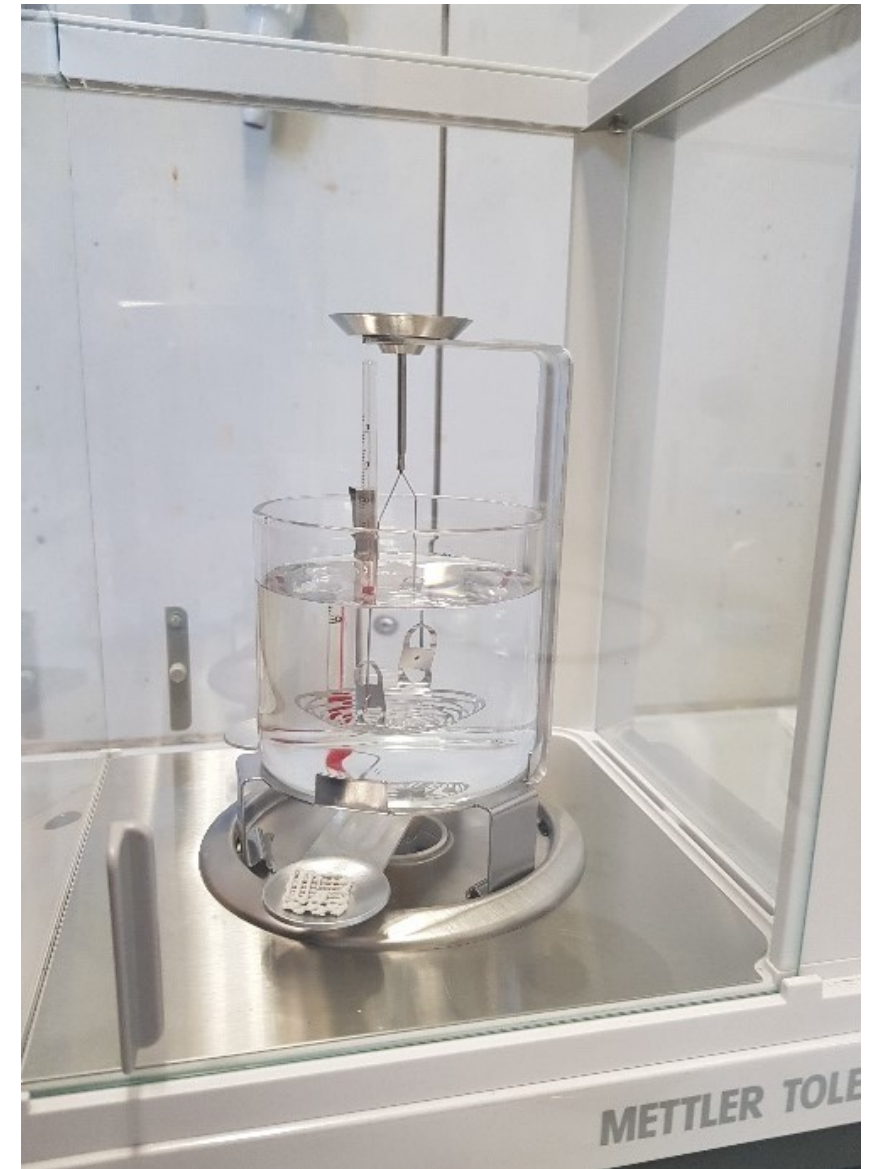
Stima della densità con il **Metodo di Archimede**:

$$p = \frac{A}{A - B} (p_0 - p_L) + p_L$$

Densità reale del materiale: $p=3.17 \text{ g/cm}^3$

Valore ottenuto: $p=2.06 \text{ g/cm}^3$

ELEVATA POROSITÀ APERTA



POLVERE:

- ✓ Ripetibilità dell'inchiostro
- ✓ Ottenimento di scaffold aventi diversa porosità
- ✓ Ottimizzazione della distribuzione dimensionale → minore separazione dell'inchiostro
- ✓ Superficie omogenea → poca presenza di agglomerati

GRANULI:

- ✗ Scarsa ripetibilità dell'inchiostro
- ✗ Separazione dell'inchiostro
- ✗ Superficie non omogenea → presenza di agglomerati