

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale
«RIPROGETTAZIONE E STAMPA DI
SUPPORTO METALLICO IN LEGA AlSi10Mg
MEDIANTE PRODUZIONE ADDITIVA
(LPBF)»

Tutor universitario: Prof. Calliari Irene

Laureando: *Gallo Francesco*

Padova, 10/07/2024

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Padova, Via Marzolo 8.

Gruppo di lavoro: DIAM

Nato nel 2016, il DIAM si occupa della ricerca e sviluppo nell'ambito della produzione additiva(AM).

In particolare si sofferma sulla tecnologia di fusione laser su letto di polvere(LPBF) di metalli e leghe metalliche.

L'obiettivo di questo lavoro è stata la riprogettazione e stampa di un supporto metallico mediante LPBF in lega d'alluminio(AlSi10Mg) utilizzando la stampante EOS M280.

L'esperienza di tirocinio si è suddivisa in tre diversi momenti principali:

- Introduzione alla produzione additiva
- Progettazione e stampa
- Caratterizzazione del materiale

E' una tecnica di produzione additiva che utilizza una sorgente laser focalizzata per fondere la materia prima in polvere, uno strato per volta, fino a completamento del pezzo (precedentemente progettato al 3D CAD).

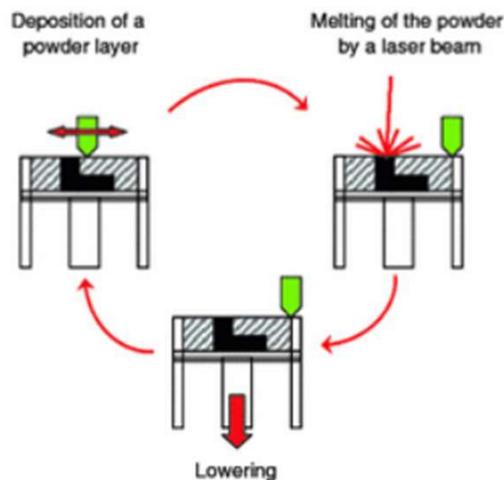


Figura 1 – funzionamento stampante 3D

Durante il processo di produzione si posiziona uno strato di polvere che viene fuso selettivamente dal laser seguendo il disegno CAD, la piattaforma si abbassa e lo strato successivo di polvere viene adagiato sopra il precedente e il laser scansiona nuovamente.

I parametri di processo sono fondamentali per garantire la qualità e le proprietà del componente finale. Essi influenzano la densità, le proprietà meccaniche, la rugosità superficiale e la precisione dimensionale del pezzo prodotto.

I parametri principali sono:

- Potenza del laser
- Velocità di scansione
- Distanza tra le passate
- Strategia di stampa

Il pezzo prodotto tramite tecniche tradizionali, riscontrerebbe diversi problemi nel caso in cui si volesse stampare tramite produzione additiva.

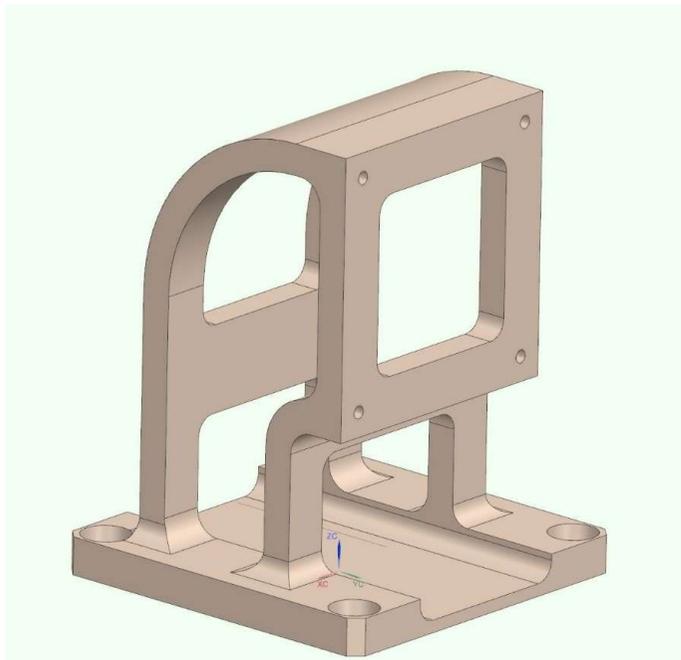


Figura 2 – Supporto iniziale

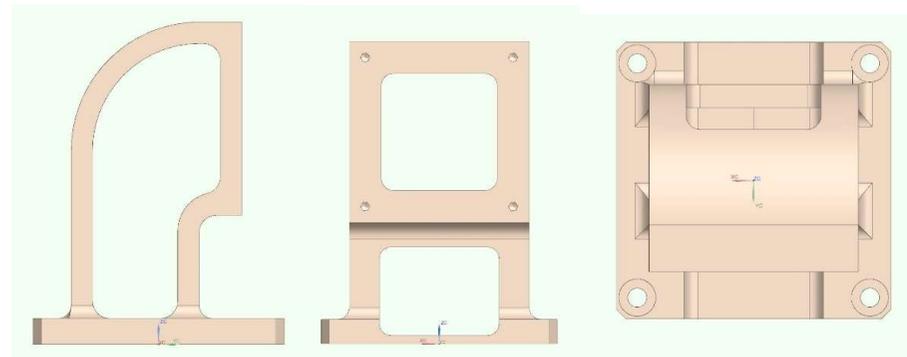


Figura 3 - Vista in X(a sinistra); vista in Y(centrale); vista in Z(a destra)

Questo modello presenta numerose superfici piane e parti rivolte verso il basso che possono creare problemi durante la stampa.

Il supporto ottimizzato è stato disegnato tramite il software di progettazione 3D CAD Siemens NX, anche grazie all'utilizzo di strumenti di ottimizzazione topologica.



Figura 4 – Supporto ottimizzato

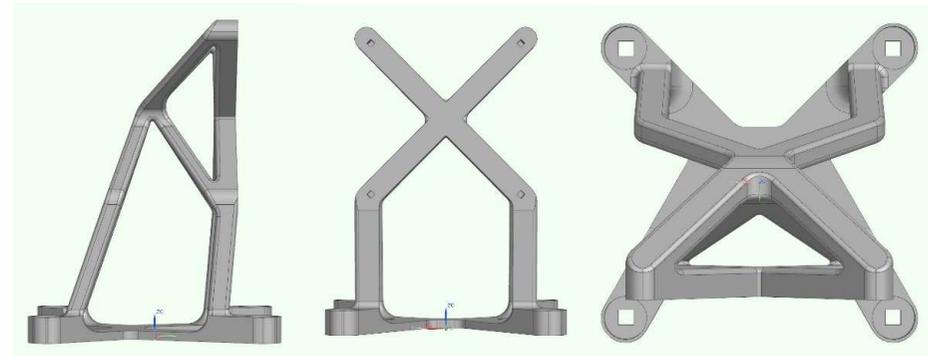


Figura 5 - Vista in X(a sinistra); vista in Y(centrale); vista in Z(a destra)

Il nuovo design azzerava quasi completamente la presenza di superfici piane e le superfici rivolte verso il basso sono drasticamente diminuite rendendolo ideale per la manifattura tramite LPBF.

I supporti sono strutture stampate insieme al pezzo ideate per sostenere i punti critici durante la produzione.

Essi garantiscono:

- Stabilità strutturale
- Qualità di stampa delle superfici
- Dissipazione del calore
- Precisione dimensionale

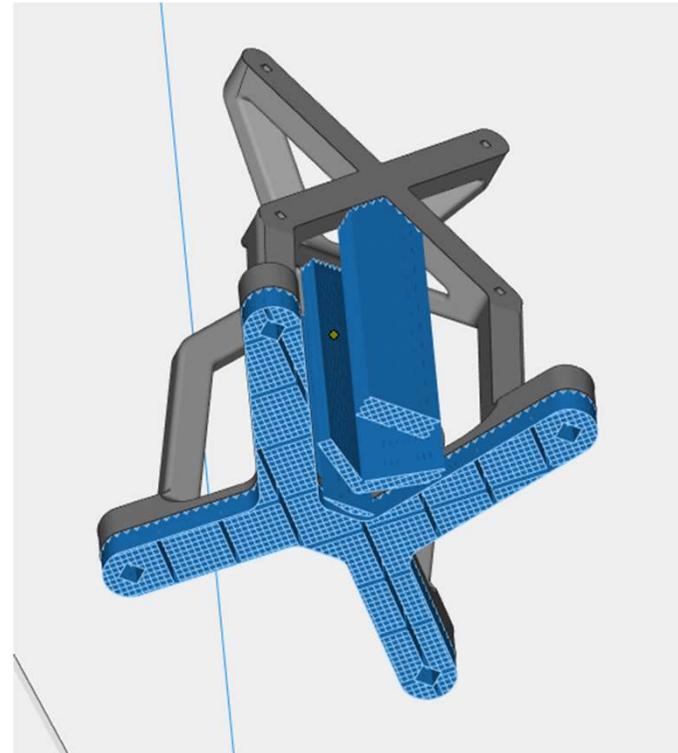


Figura 6 – Supporti di stampa

Nella produzione additiva uno dei maggiori problemi che si possono riscontrare è la presenza di porosità, che diminuisce la densità del pezzo e può avere effetti negativi sulle proprietà termiche e meccaniche.

La densità della stampa effettuata è stata determinata tramite il metodo di Archimede.

Numero campione	Densità campione [g/cm ³]	Densità materia prima [g/cm ³]	Densità relativa [adim]	Porosità [adim]
1	2.6548	2.6700	0.9943	0.0057
2	2.6540	2.6700	0.9940	0.0060
3	2.6549	2.6700	0.9944	0.0056

I risultati mostrano una porosità limitata, con la densità del campione che si avvicina molto al valore iniziale.

Il campione è stato analizzato al microscopio ottico sia in direzione di stampa (direzione Z) sia in direzione laterale (direzione X, perpendicolare alla direzione di stampa). La preparazione del campione è avvenuta tramite: levigatura, lucidatura e attacco acido con reagenti di Graff e Sargent.

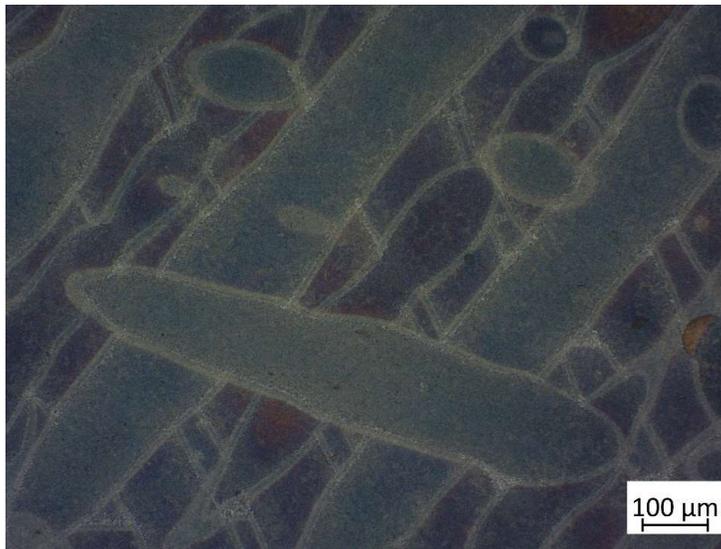


Figura 7 – Microstruttura in direzione Z.



Figura 8 – Microstruttura in direzione X

La microdurezza è stata misurata tramite la prova Vickers applicando un carico di 0.300 Kg per un tempo di 30 secondi.

Le prove sono state eseguite anche in questo caso sia in direzione di stampa (asse Z) sia in direzione perpendicolare (asse X).

Nella tabella superiore sono riportate le prove eseguite in direzione Z, in quella inferiore sono in direzione X.

Si nota una minima diminuzione della durezza in direzione X, tipica dei materiali di produzione additiva.

Numero prova	Diagonale 1 [μm]	Diagonale 2 [μm]	Area d'impronta [mm^2]	Carico applicato [Kg]	Durezza Vickers [N/mm^2]
1	70.2	71.9	0.00505	0.300	110
2	69.0	70.3	0.00485	0.300	115
3	69.9	69.5	0.00486	0.300	114
4	69.0	70.3	0.00485	0.300	115
5	70.2	70.7	0.00496	0.300	112

Numero prova	Diagonale 1 [μm]	Diagonale 2 [μm]	Area d'impronta [mm^2]	Carico applicato [Kg]	Durezza Vickers [N/mm^2]
1	70.7	72.0	0.00509	0.300	109
2	72.0	75.9	0.00547	0.300	102
3	69.8	74.5	0.00521	0.300	107
4	83.6	86.8	0.00726	0.300	77
5	69.4	75.4	0.00524	0.300	106

- La tecnologia di fusione laser su letto di polvere (LPBF) permette la produzione di elementi metallici impensabili tramite le tecniche tradizionali.
- Le caratteristiche principali risultano la libertà di design (ottimizzazione topologica) e un uso minore delle materie prime.
- Il supporto ottimizzato ha permesso lo studio della progettazione CAD e dello sviluppo dei supporti di stampa.
- Le prove di caratterizzazione hanno riportato i risultati aspettati: porosità molto bassa, microstruttura complessa e diversificata, prove di microdurezza con lavori leggermente diversi tra le due direzioni di prova.