

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale

RESISTENZA STATICA E A FATICA DI COMPONENTI OTTENUTI DA STAMPA 3D

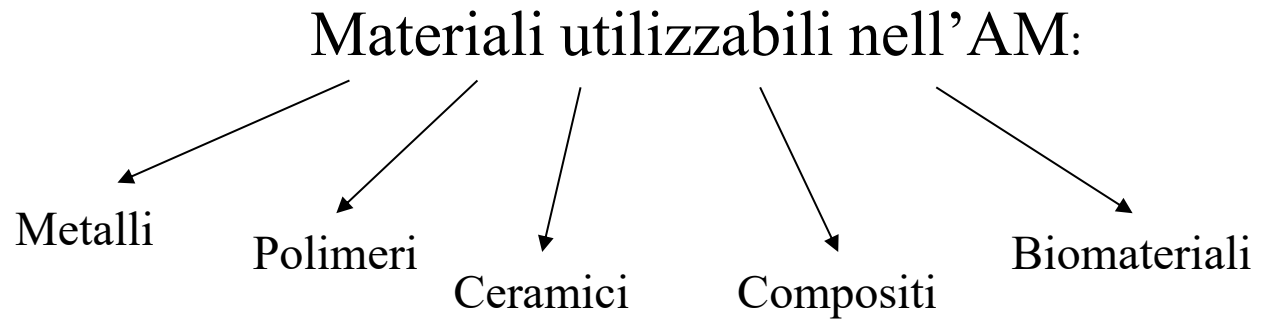
Tutor universitario: Campagnolo Alberto

Laureando: *Zambon Pietro*

Padova, 19/11/2024

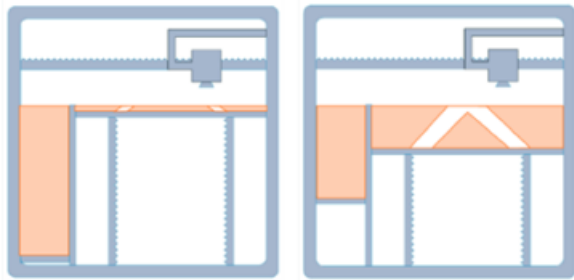
Cos'è l'additive manufacturing?

- Produzione strato su strato
- Non richiede particolari utensili
- Produzione di componenti con elevata complessità geometrica
- Elevata rugosità superficiale



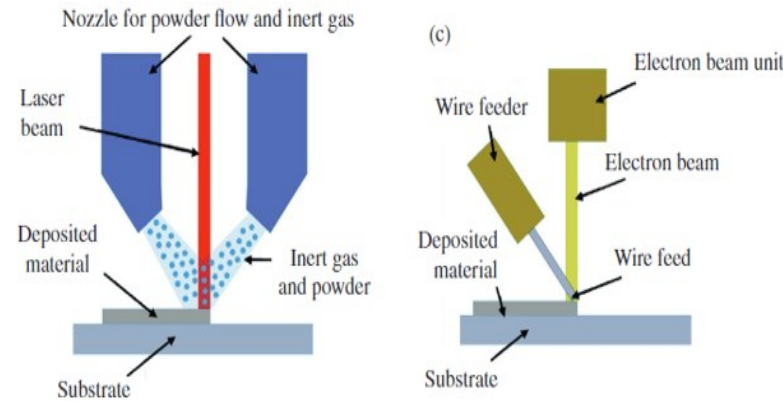
Le principali tecniche per produrre componenti in materiale metallico mediante additive manufacturing sono:

BINDER JETTING



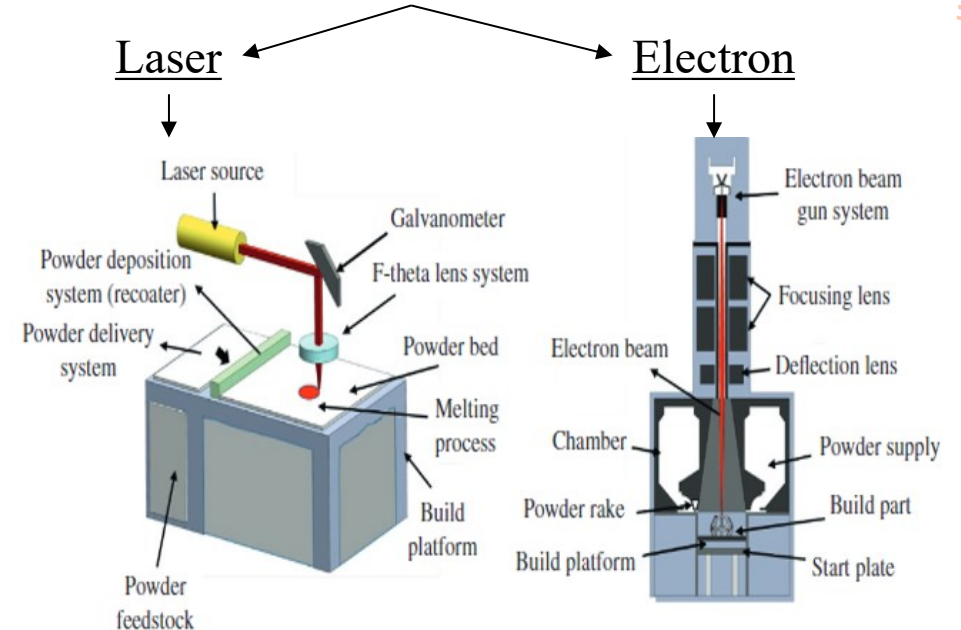
Acciaio inox, titanio, sabbia silicea, gesso e ceramica.

DIRECT ENERGY DEPOSITION



Alluminio, rame, titanio, acciaio inox.
Non si possono usare materiali con elevata conducibilità termica.

POWDER BED FUSION



Leghe di alluminio, rame. No materiali con elevata riflettività.

Rame puro, titanio, nichel e materiali conduttivi.

VANTAGGI:

- Geometria complessa del componente
- Scarti di lavorazione minimi
- Riduzione della manodopera

SVANTAGGI:

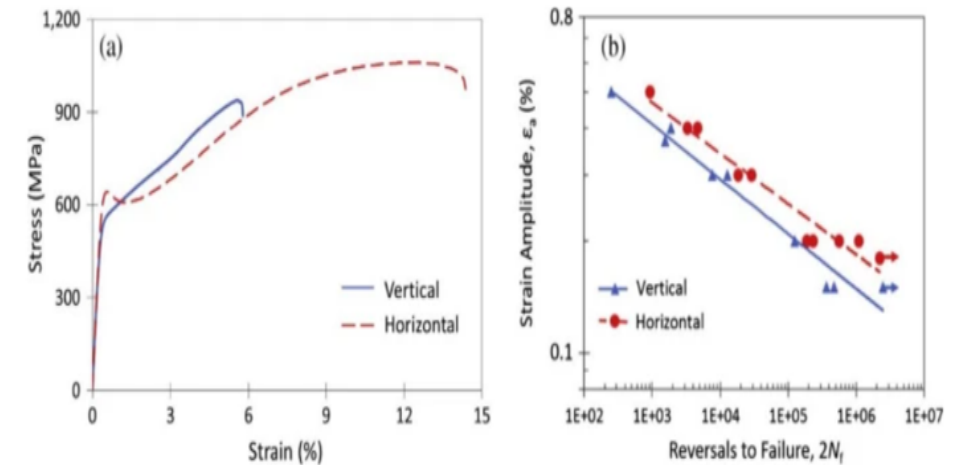
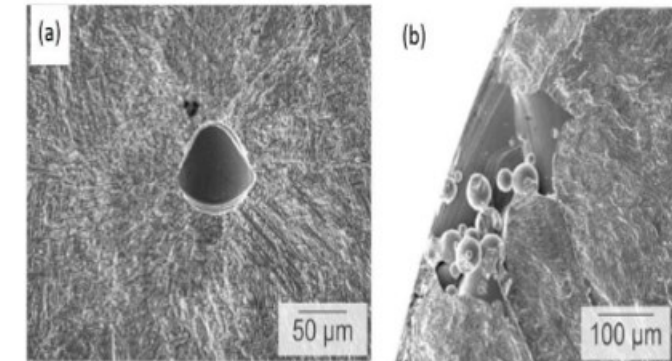
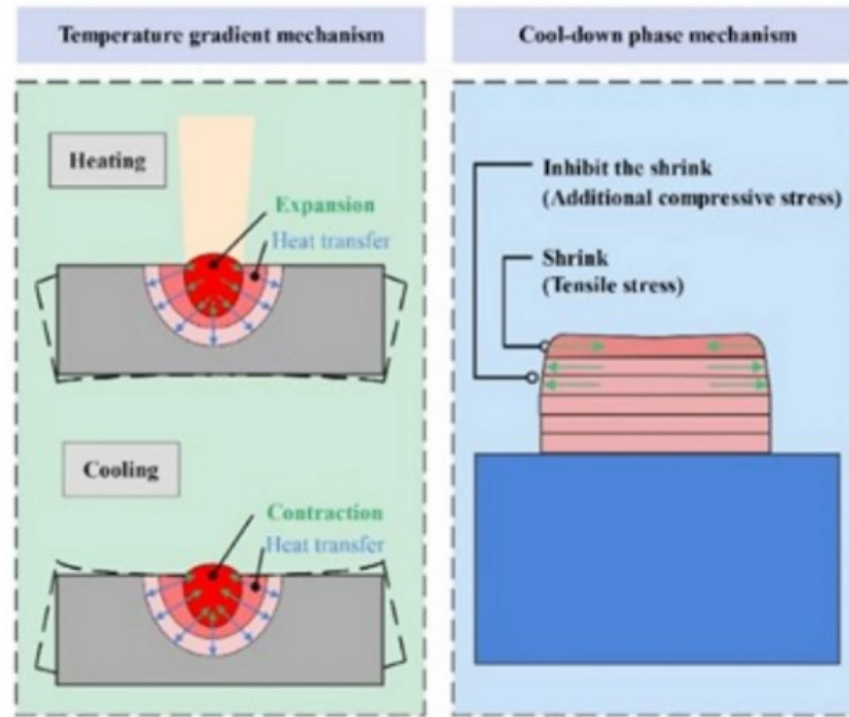
- Elevata rugosità superficiale
- Presenza di pori interni
- Non ottimale per la produzione di massa

I principali parametri che influiscono sulle performance a fatica dei componenti stampati 3D sono:

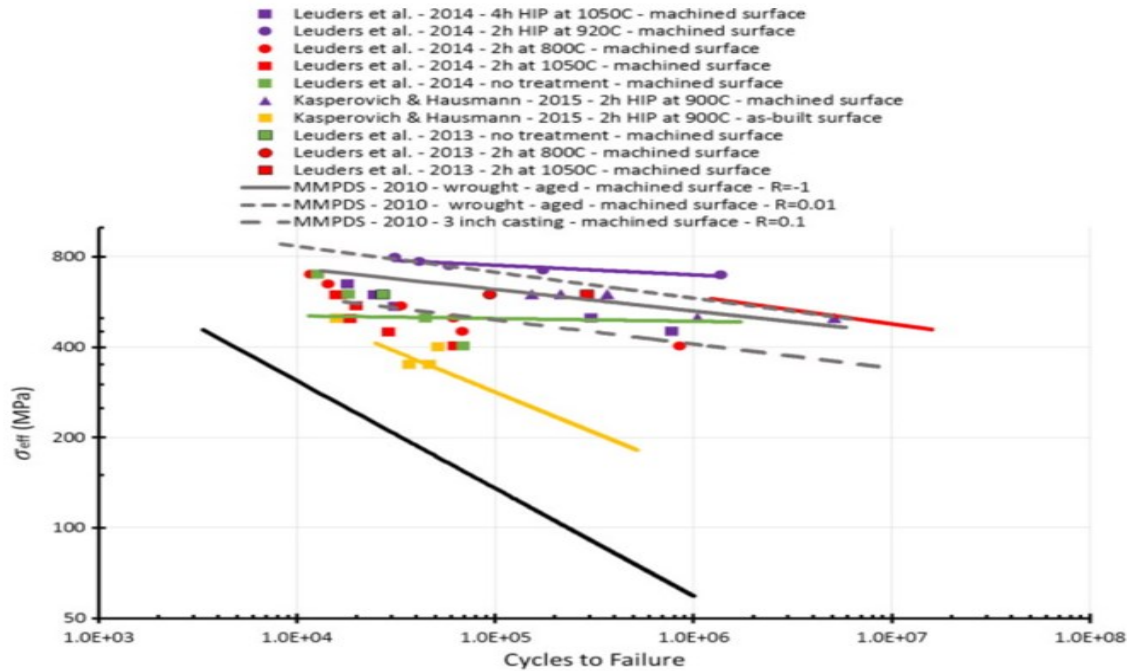
- Microstruttura;
- Orientazione degli strati e della costruzione;
- Finitura superficiale;
- Tensioni residue;
- Geometria e dimensioni.

Si può intervenire mediante:

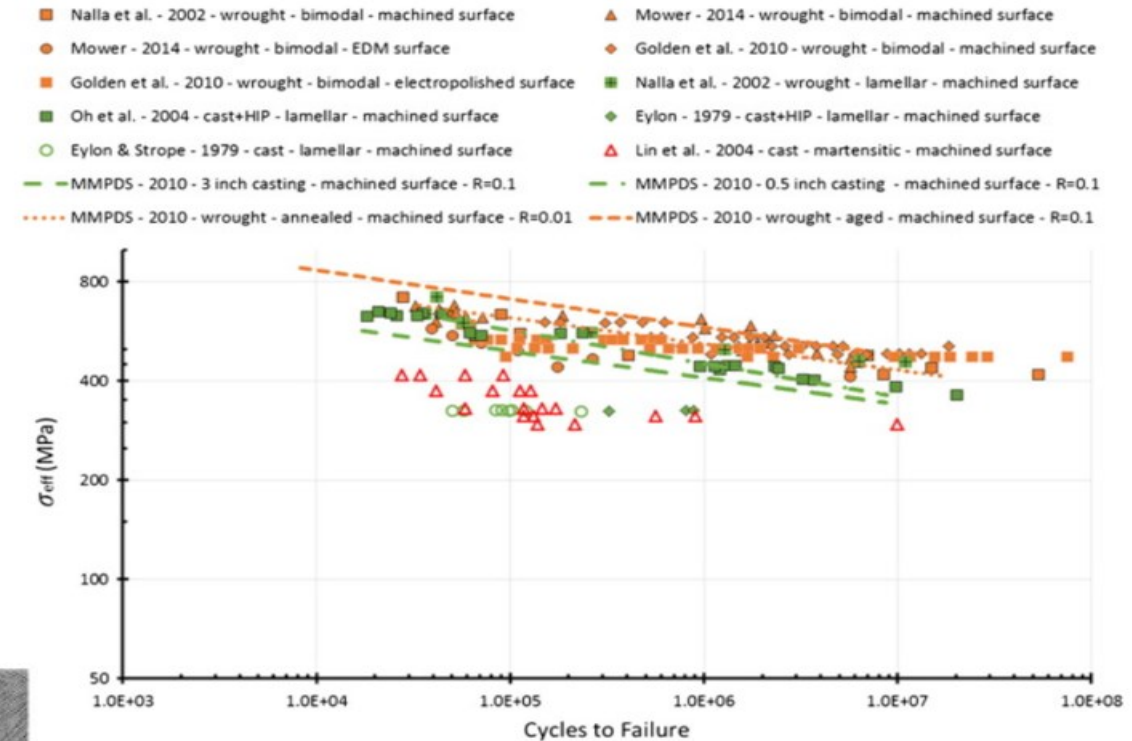
- Trattamenti termici;
- Lavorazioni meccaniche.



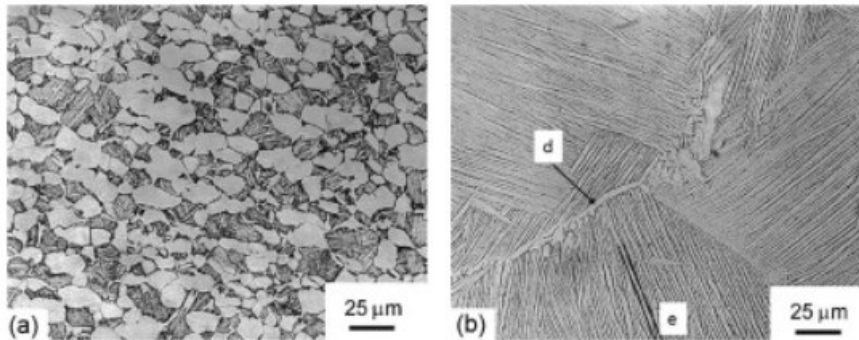
Prodotti per AM: PBF



Prodotti per vie tradizionali: forgiatura



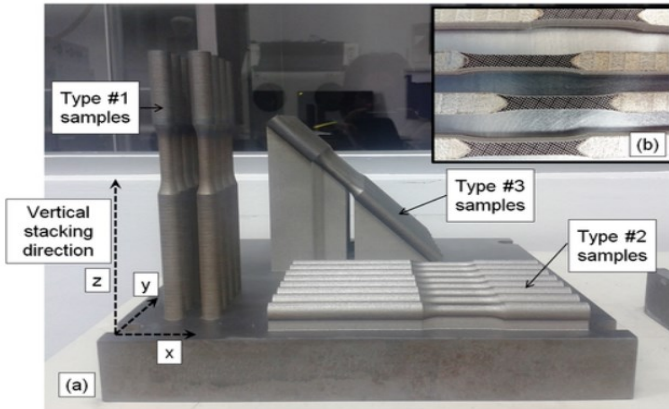
I difetti più popolati sono la maggiore causa di innesco cricche.



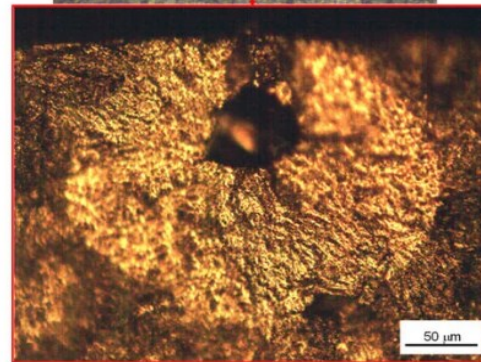
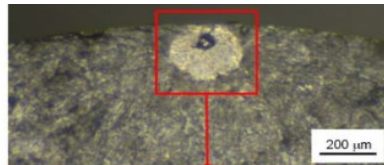
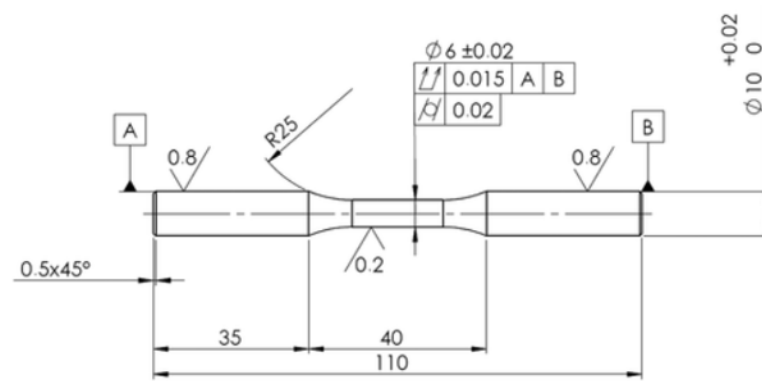
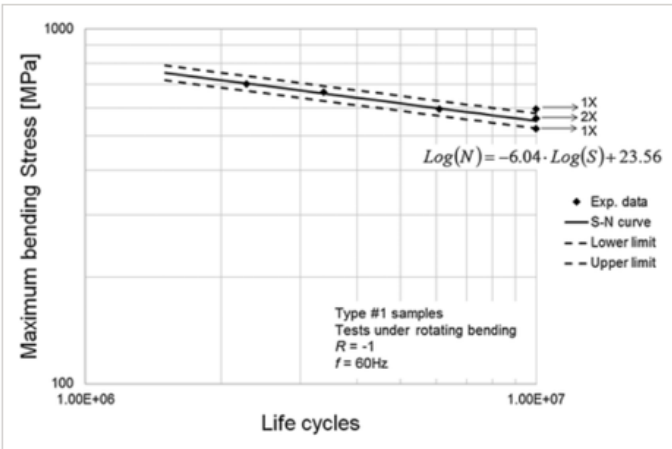
R= -1, provini non intagliati caricati in modo uniassiale in controllo del carico.

Migliori performance a fatica rispetto ai provini realizzati in AM privi di lavorazioni post-produzione.

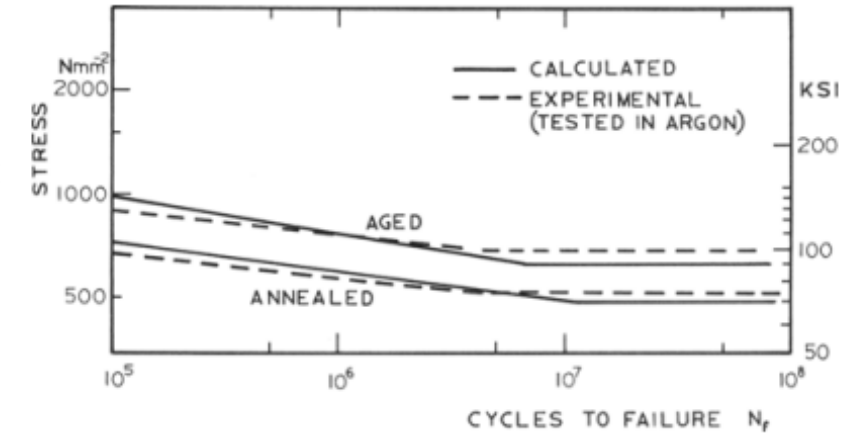
Prodotti per AM: L-PBD



A fatica sono migliori i provini con asse parallelo alla direzione di costruzione



Prodotti per vie tradizionali

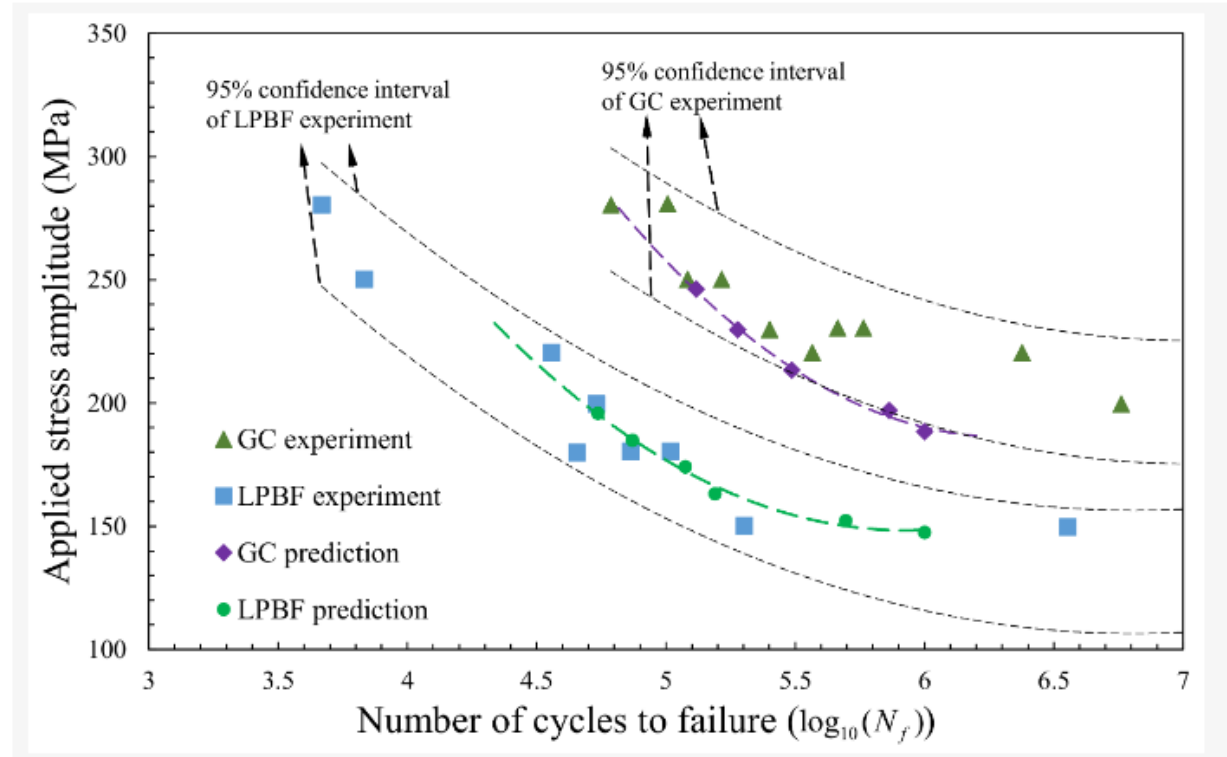
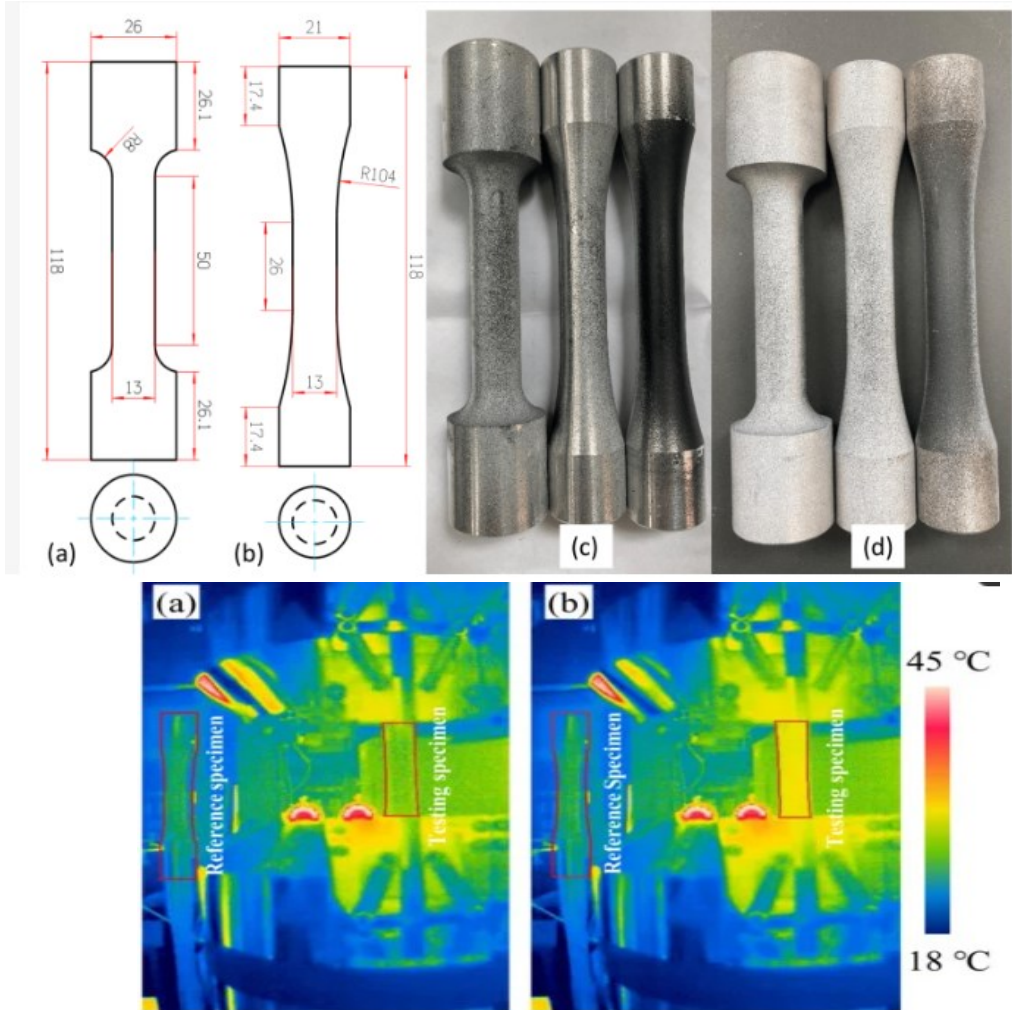


R = -1 alla frequenza di 60 Hz mediante modalità di carico in flessione rotante

In entrambi i casi le lavorazioni di distensione delle tensioni e diminuzione della rugosità hanno effetto benefico a fatica.

I risultati a fatica tra i provini realizzati in AM e con tecniche tradizionali sono molto simili. I materiali AM hanno però subito anche un processo di diminuzione della rugosità superficiale.

Fonti: Influence of the build orientation on the fatigue strength of EOS maraging steel produced by additive metal machine. Elangeswaran, Chola; Gurung, Kopila ; Koch, Raphael ; Cutolo, Antonio ; Van Hooreweder, Brecht. Oxford: Wiley Subscription Services, Inc. Fatigue & fracture of engineering materials & structures, 10/2020. Fatigue behavior of maraging steel 300. Van Swam, L.F., Pelloux, R.M. & Grant, N.J. Metallurgical and materials transactions. 1975. Effect of the Position in the Build Chamber on the Fatigue Strength of Additively Manufactured Maraging Steel by Dario Crococolo ,Snezana Ćirić-Kostić, Massimiliano De Agostinis, Stefano Fini, Giorgio Olmi, Nebojša Bogojević, Zlatan Šoškić.



$R = -1$ alla frequenza di 10 Hz in modalità di carico uniassiale.

I test a fatica sono stati eseguiti su provini che hanno subito lo stesso trattamento termico e superficiale. I provini ottenuti da colata in gravità godono di performance a fatica nettamente superiore rispetto a quelli realizzati in AM.

Osservando i grafici raffiguranti le curve a fatica ottenute sperimentalmente per i tre materiali si può osservare:

- **Ti6Al4V:** → La resistenza a fatica del provino realizzato con tecnologia tradizionale è superiore rispetto quella ottenuta dal provino in AM di circa 150 MPa.
- **Acciaio maraging:** → La performance a fatica del provino ottenuto da L-PBF è inferiore rispetto quella del provino realizzato con tecnologia tradizionale di circa 200 MPa.
- **AlSi10Mg:** → La resistenza a fatica del provino ottenuto con colata per gravità è superiore rispetto a quella del provino realizzato con L-PBF di circa 80 MPa.

La vita a fatica nei componenti AM è influenzata prevalentemente da:

- Porosità interne o zone non completamente fuse → Tensioni residue → Trattamenti termici
- Rugosità superficiale → Lavorazioni meccaniche → Difficili da eseguire a causa della complessità geometrica del componente
- Orientazione di costruzione → Favoriti i componenti con asse parallelo alla direzione di costruzione

I provini realizzati, nei tre materiali in esame, con tecnologie tradizionali godono di performance a fatica superiori rispetto ai loro pari realizzati in AM, entrambi privi di lavorazioni post-produzione.