



Università degli Studi di Pavia
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea triennale
in Ingegneria Civile- Ambientale
A.A. 2013– 2014

Caratterizzazione meccanica di materiali per stampa 3D con tecnologia FDM

Relatore: Professor Ferdinando Auricchio

Correlatore: Stefania Marconi

Laureando:

Stefano Dainotti

Caratterizzazione meccanica dei materiali per la stampa 3D con tecnologia FDM

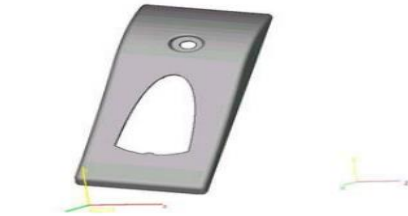


OBIETTIVI DEL LAVORO

- **Capire funzionamento della stampa 3D**
- **Definire materiali utilizzati**
- **Individuare prove meccaniche**
- **Ricerca modelli ideali**

Funzionamento della stampa 3D

- Software CAD



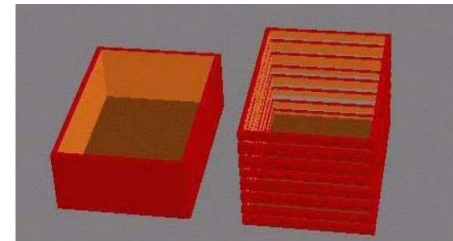
MODELLO CAD

- Modello STL



MODELLO STL

- Software per la stratificazione

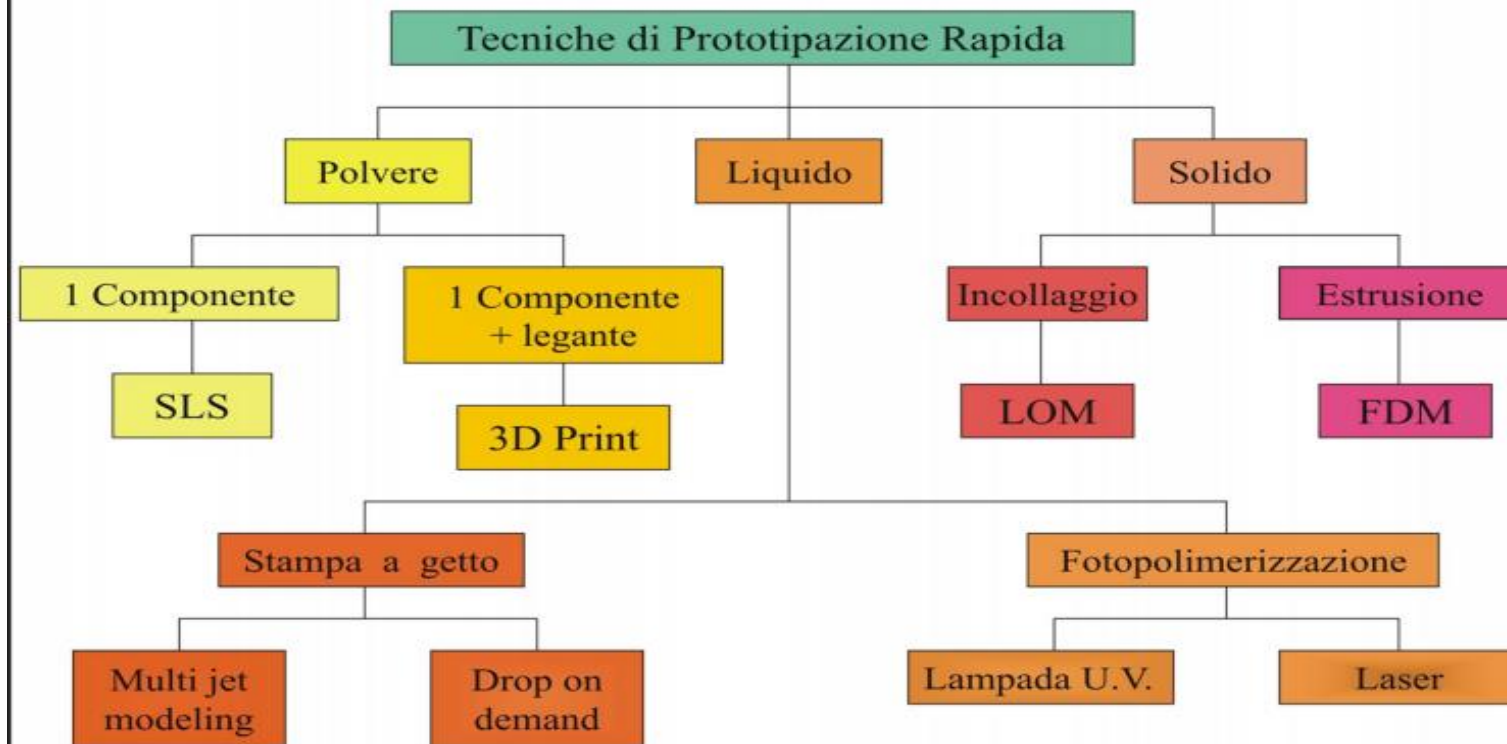


- Trasmissione dati alla stampa



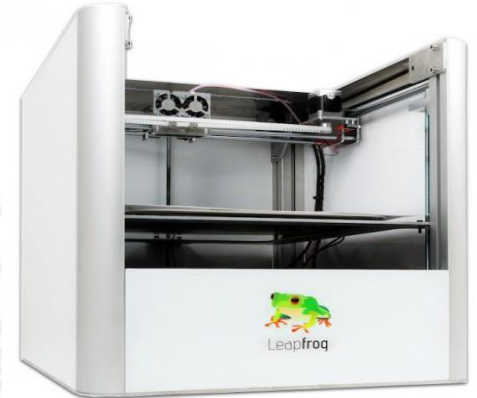
SUDDIVISIONE tecnologie in base ai MATERIALI utilizzati

CLASSIFICAZIONE DELLE TECNICHE in base ai materiali utilizzati



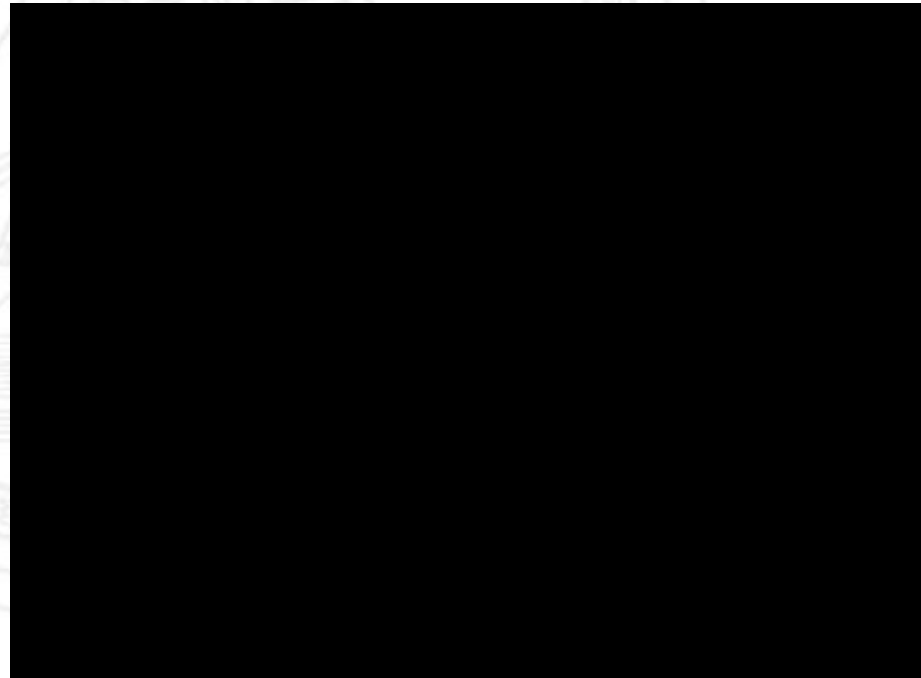
La stampa FDM

La ricerca si è basata su una delle tecnologie in possesso dell'Università di Pavia ovvero la FDM (modello LeapFrog):



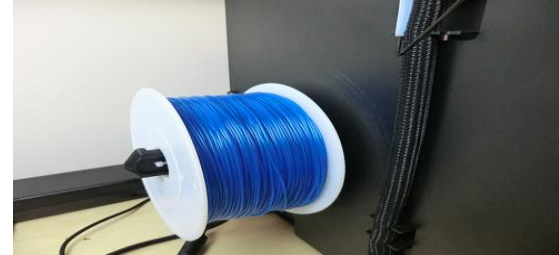
E' caratterizzata da:

- **Semplicità**
- **Economicità**
- **Velocità**

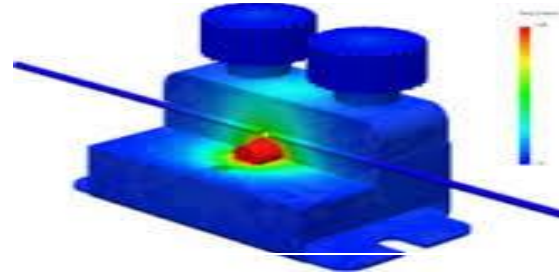


Componenti

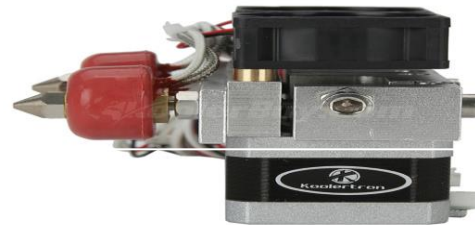
- Sistema di alimentazione



- Elemento riscaldante



- Ugello di estrusione



- Sistema di raffreddamento



Materiali Utilizzati

Tra i più COMUNI, i materiali più utilizzati sono i **POLIMERI TERMOPLASTICI**



- ABS
- PLA
- PC
- Nylon
- PVA
- TPU

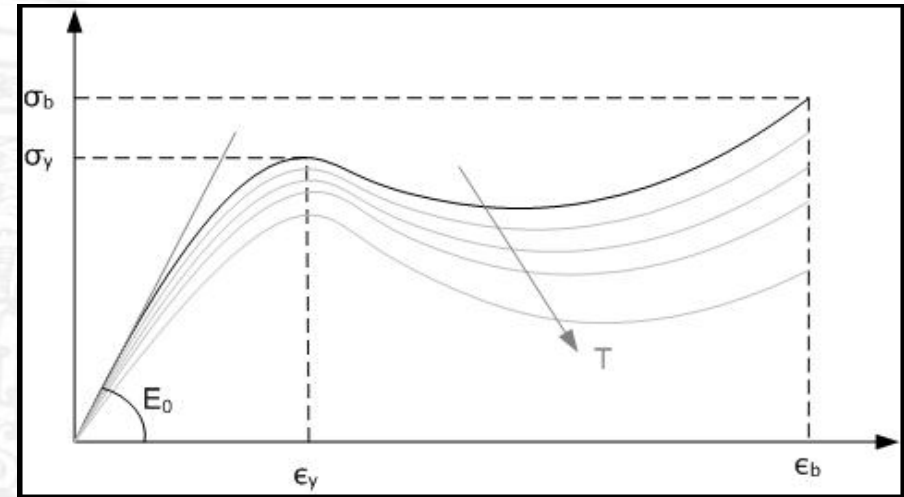


Diagramma sforzi-deformazioni polimeri termoplastici



Prove Meccaniche

Ricerca bibliografica → Obiettivo:

- **Caratterizzazione dei modelli stampati**
- **Relazione tra i parametri**
- **Risposte alle prove**

a) Primo articolo: Campioni **ABS** → Prova di **trazione, flessione e resistenza agli urti**

b) Secondo articolo: Campioni **ABS** → Prova di **compressione**

c) Terzo articolo: Campioni **PLA** → Cicli di **raffreddamento e riscaldamento**, con prova di **trazione**

d) Quarto articolo: Campioni **ABS** → Prova di **trazione e flessione** studiati assieme alla **finitura superficiale**

I parametri che sono stati considerati nelle analisi sono:

- **Spessore degli strati** (che dipende dalla tipologia di ugello)
- **Orientamento raster** (inclinazione sulla piattaforma di costruzione rispetto agli assi X, Y e Z)
- **Angolo di raster** (direzione della trama rispetto all'asse X)
- **Larghezza della trama** (larghezza del modello utilizzato per riempire regioni interne delle parti curve)
- **Traferro** (divario tra due raster adiacenti sullo stesso livello)

PROVA A TRAZIONE

Resistenza a trazione diminuisce per poi crescere.

- Spessore ↑ - Resistenza ↑
- Traferro ↓ - Resistenza ↑
- Traferro ↓ - Tensioni interne ↑

Curva Sforzi-Deformazioni per Trazione

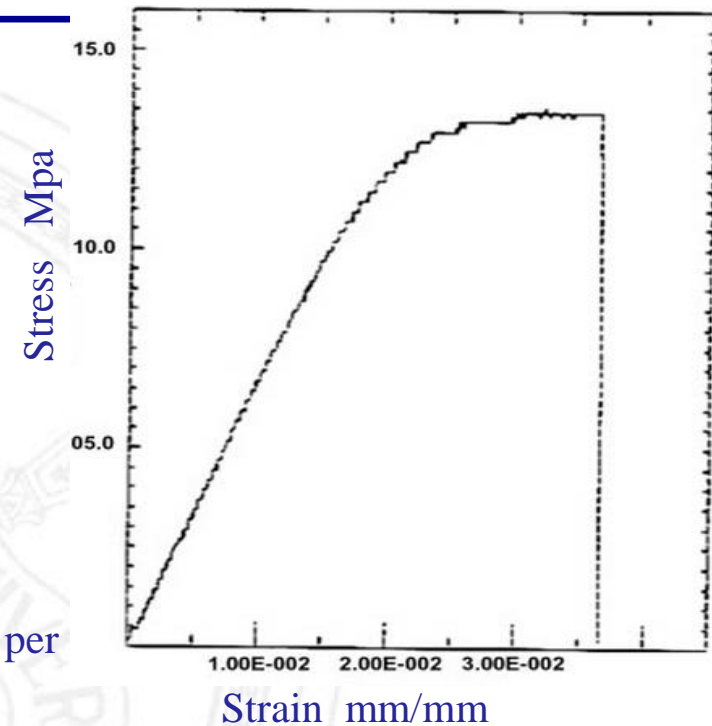
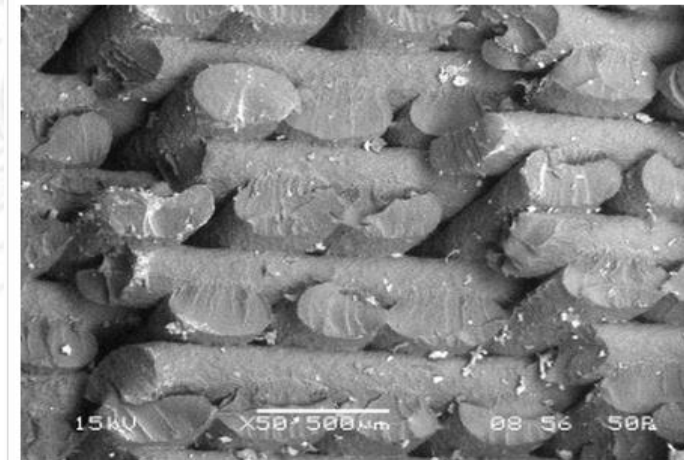


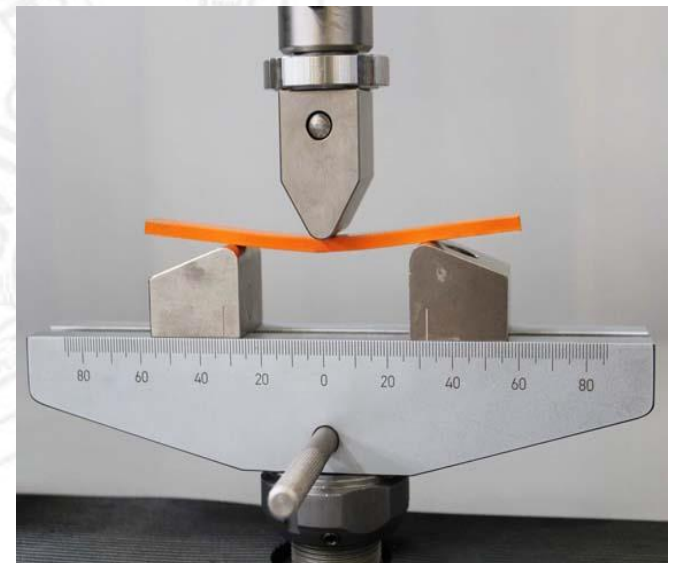
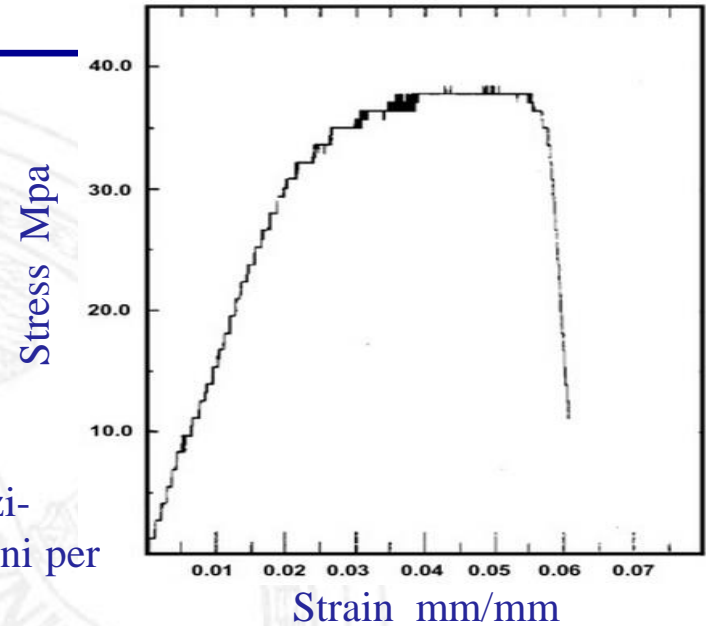
Immagine SEM (Scanning Electron Microscope) per rottura a trazione



PROVA A FLESSIONE

- Traferro ↓ - Resistenza ↑
- Angolo raster ↓ - Resistenza ↑

Curva Sforzi-Deformazioni per Flessione



Prova a Flessione

PROVA DI RESISTENZA AGLI URTI

La resistenza aumenta inizialmente per poi diminuire.

- Larghezza raster ↓ - Resistenza ↓
- Orientamento ↑ - Resistenza ↑

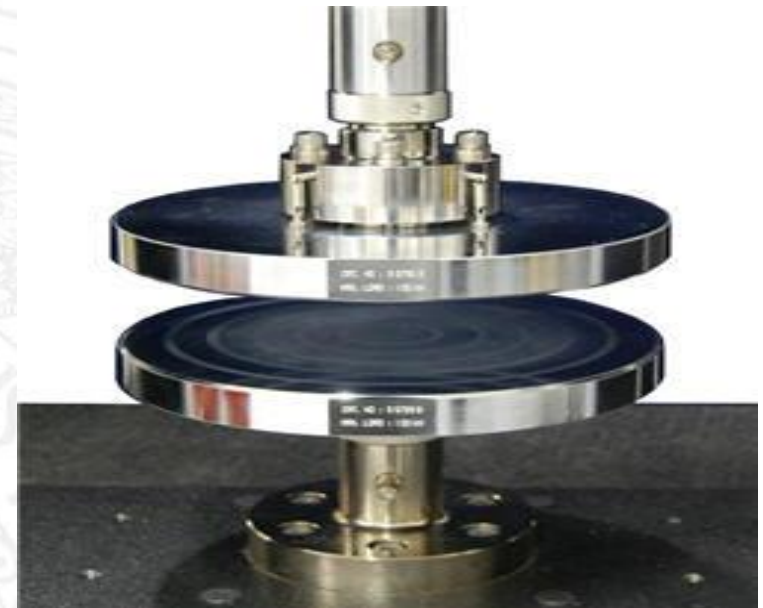
Prova di
resistenza agli
urti: Martello
Charpy



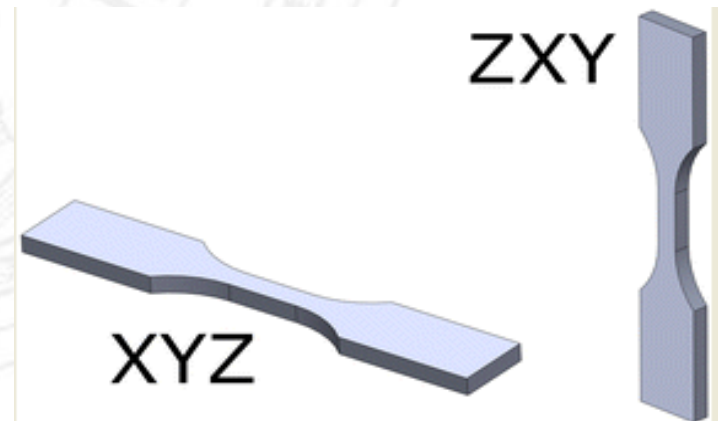
PROVA A COMPRESSIONE

La resistenza a
compressione risulta:

- Inizialmente piuttosto bassa
per la natura anisotropica
dell'oggetto
- Maggiore in direzione assiale
piuttosto che trasversale



Prova a
compressione



Modelli Ideali

Materiali con buone caratteristiche + accorgimenti e trattamenti



- **RINFORZANDO** con altri materiali come fibra di **JUTA**, **TiO₂** ed **ELASTOMERI**
- Esponendo il materiale a **RADIAZIONI IONIZZANTI** agendo sull'anisotropia
- Sottoponendo i campioni a **TRATTAMENTI CHIMICI**
- Miscelando percentuali di **MATERIALI VERGINI** e **RITRATTATI**

Concludendo

Per la caratterizzazione di un materiale:

- **Scelta dei parametri**
- **Calcolo deformazione con trazione video-controllata**
- **Verifica a flessione mediante prova a tre punti**
- **Determinazione resistenza agli urti con Martello Charpy**
- **Studio sulla resistenza a compressione con sistema automatizzato**

**GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE**

