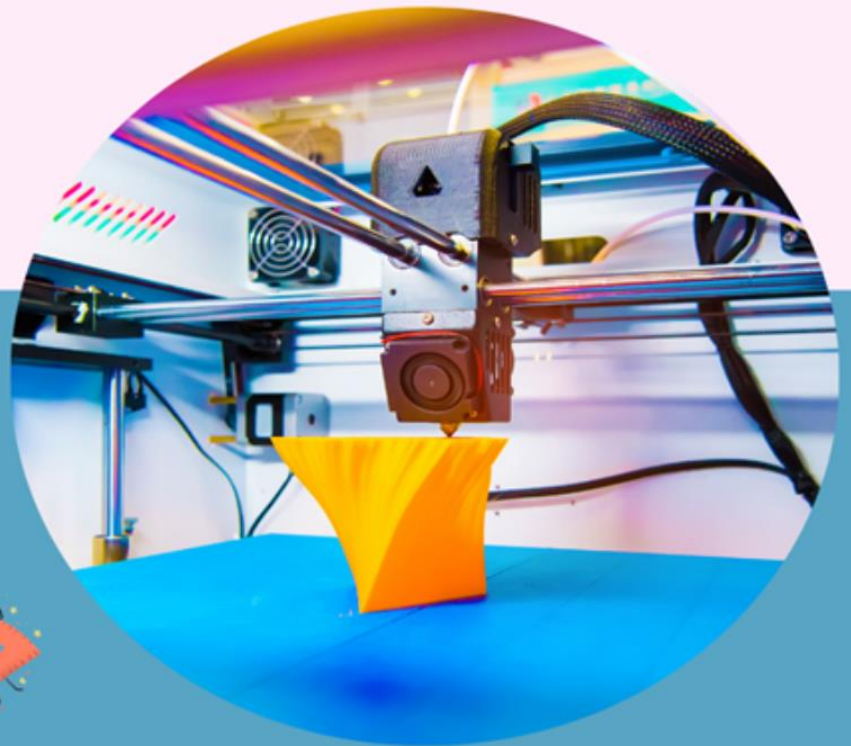


# Manuale di Laboratorio per la Stampa 3D



Consigli pratici & regole di sicurezza  
per una stampa 3D di successo



Con l'introduzione della stampa 3D in molti consigli scolastici, ai dipartimenti viene chiesto di fornire il loro contributo e le loro raccomandazioni per l'implementazione di questa tecnologia. I consigli scolastici si trovano spesso in acque inesplorate quando elaborano le loro raccomandazioni e/o condividono le **linee guida sulla salute e la sicurezza** per l'uso delle stampanti 3D nelle loro scuole e aule.



Figura 1 / Insegnante e studenti con le loro parti stampate in 3D

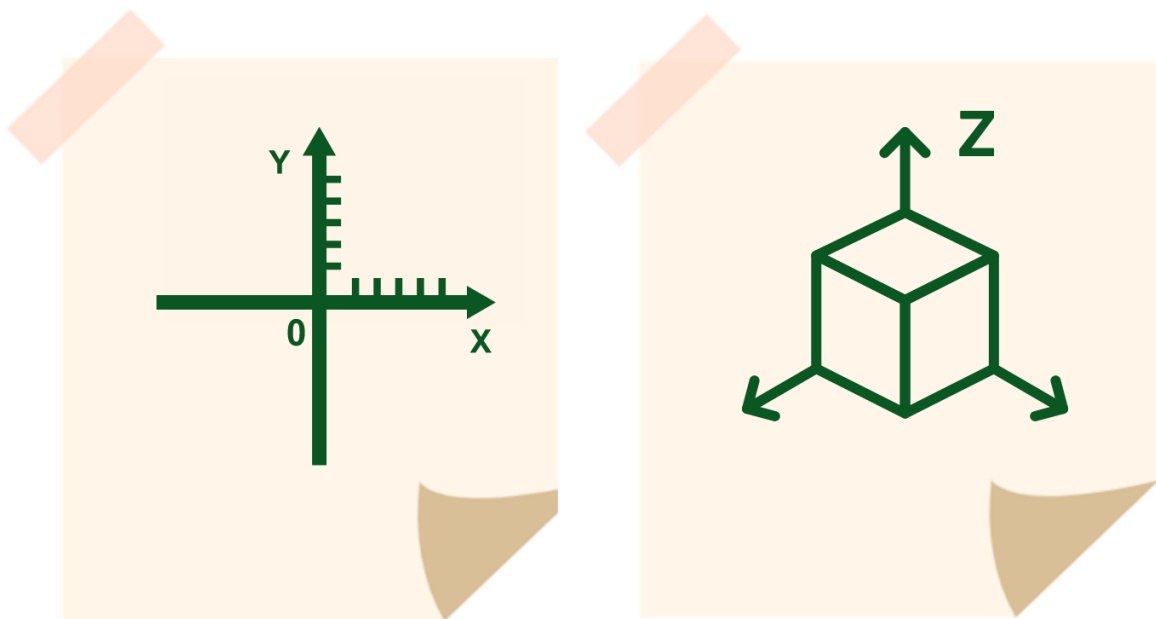
Seguendo il "**Modulo di stampa 3D di recreaMATHS**", questo "**Manuale di laboratorio non formale**" fornisce informazioni sugli aspetti tecnici del processo di stampa 3D (temperature, impostazione, ecc.) e fornisce una chiara comprensione delle funzionalità di una stampante 3D.



## Parti di una stampante 3D

Se siete un principiante che vuole iniziare a stampare in 3D, la vostra prima stampante 3D sarà molto probabilmente una stampante FDM. L'FDM è il processo di stampa 3D più conosciuto. Si tratta di una tecnica bottom-up basata sulla fusione del filamento e sul suo posizionamento su un tavolo, strato per strato, in base al modello affettato.

Il modo più semplice per capire come funziona la FDM è quello di conoscere le parti di una stampante 3D FDM. Prima di parlare di parti specifiche, però, è bene ricordare che le stampanti 3D utilizzano **tre assi: X, Y e Z**.



L'asse X è responsabile del movimento orizzontale, a sinistra e a destra; l'asse Y è responsabile del movimento in avanti e indietro.

L'asse Z gestisce i movimenti verticali (su e giù).



Vediamo i **componenti principali di una stampante 3D**:

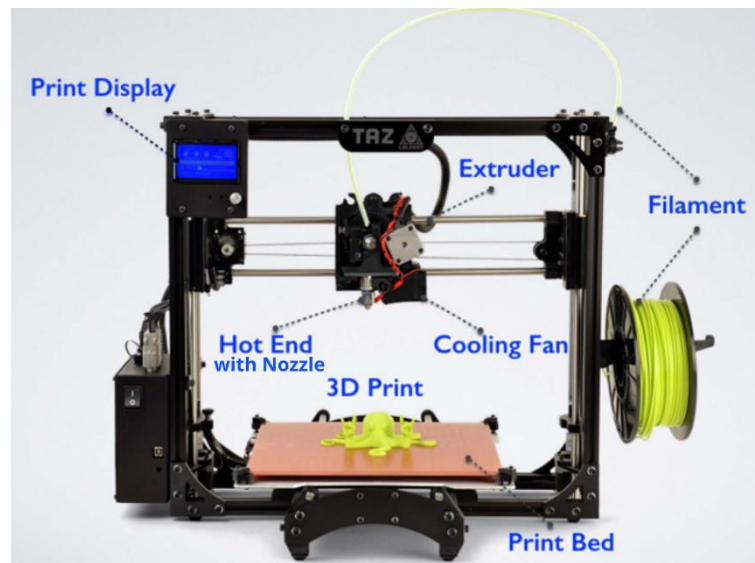


Figura 2 / Componenti principali di una stampante 3D

Fonte: <http://my3dconcepts.com/explore/main-components-of-desktop-3d-printers/>

L'hot end è **uno dei componenti più essenziali di una stampante 3D, in quanto riscalda il filamento e lo spinge attraverso l'ugello collegato.**

Per comprendere appieno cosa significhi stampare un oggetto con una macchina 3D, esaminiamo le parti principali della stampante 3D:

### Filamento per stampa 3D

**Il filamento per la stampa 3D è un materiale termoplastico, o polimero, che si scioglie quando viene riscaldato e viene estruso attraverso un ugello strato per strato per creare un oggetto tridimensionale.**

L'acido polilattico, comunemente noto come PLA, è uno dei materiali più utilizzati nella stampa 3D desktop. È il filamento preferito dalla maggior parte delle stampanti 3D a estrusione perché può essere stampato a bassa temperatura e non richiede un letto riscaldato. Il PLA è un ottimo primo materiale da utilizzare quando si impara a stampare in 3D perché è facile da stampare, molto economico e crea pezzi che possono essere utilizzati per un'ampia varietà di



Figura 3/ Filamento per stampa 3D

Fonte: [allthat3d.com](http://allthat3d.com)



applicazioni. Inoltre, è uno dei filamenti più ecologici oggi disponibili sul mercato.

## Ugello (si trova collegato a tuo hotend)

Gli ugelli sono disponibili in vari diametri, la cui scelta influisce su molti aspetti della stampa, dalla precisione alla velocità. **L'obiettivo è quello di bilanciare velocità e precisione nelle stampe.**

Ugelli più grandi (>0.4 mm)	Ugelli più piccoli (<0.4mm)
✓ Tempo di stampa più rapido	✓ Alta precisione
✓ Meno manutenzione / errori legati agli ugelli	✓ Maggiore manutenzione - intasamento

0.2mm 0.3mm 0.4mm 0.5mm 0.6mm 0.8mm 1.0mm



Si usa comunemente l'ugello da 0,4 mm perché ha un buon equilibrio tra velocità e precisione. **Per questo motivo, è comunemente consigliato l'uso di ugelli da 0,4 mm.**



## Estrusore

L'estrusore è una delle parti più importanti della stampante. Conosciuto anche come cold end, **è responsabile della guida e della conduzione del filamento dalla bobina all'hotend per la fusione.**

L'estrusore è la parte superiore del gruppo estrusore. Il suo compito è quello di trasportare e spingere il filamento nella parte inferiore del gruppo, l'hot end.



Figura 4 / Estrusore di una stampante 3D

Fonte: <https://3dprinterly.com/wp-content/uploads/2021/08/What-Are-the-Parts-of-a-Filament-3D-Printer-Extruder-3D-Printerly.jpg>

## Hotend

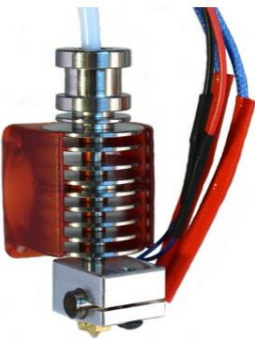


Figura 4 / Hotend

Fonte:

<https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>

L'hotend è un'altra parte essenziale della stampante 3D. È la parte che fonde, estrude e deposita il filamento sul letto della stampante per la stampa.

Dopo che l'estrusore alimenta il filamento nell'hotend, il filamento passa attraverso un percorso riscaldato chiamato zona di fusione. Qui il filamento si scioglie per effetto del calore. Grazie alla pressione esercitata dall'estrusore, viene spinto fuori dalla piccola apertura dell'ugello.



## Superficie di costruzione / Letto di stampa

La superficie di costruzione della stampante 3D si riferisce alla piattaforma su cui viene depositato il filamento per formare la stampa. A seconda del modello di stampante, la superficie di costruzione può essere stazionaria o muoversi in una direzione specifica.

Nella stampa 3D, la qualità della stampa è fortemente influenzata dal primo strato e dall'adesione della piastra di costruzione. Pertanto, la superficie di costruzione svolge un ruolo importante nel processo di stampa.

A seconda del materiale di filamento, ci sono diverse cose da considerare quando si usa un letto di stampa. Queste cose includono:

- ✓ **Riscaldamento:** Alcuni letti di stampa sono dotati di un cuscinetto riscaldante per aumentare la temperatura della superficie di costruzione. L'aumento della temperatura favorisce l'adesione del primo strato e la deformazione.
- ✓ **Materiale:** Il materiale della piastra di costruzione determina anche le sue prestazioni. Determina la resistenza della piastra di costruzione al calore e la capacità del filamento di aderire ad essa.

## Raffreddamento (ventole di raffreddamento parziali)

Le ventole di raffreddamento dei pezzi raffreddano la plastica calda appena estrusa non appena esce dall'ugello. In questo modo si eliminano vari tipi di problemi di stampa. Tuttavia, alcuni materiali come l'ABS creano maggiori problemi con una ventola di raffreddamento. Per questo motivo, si consiglia di verificare sempre la necessità di una ventola di raffreddamento per i diversi materiali. Per la maggior parte dei filamenti, come il PLA, si consiglia di

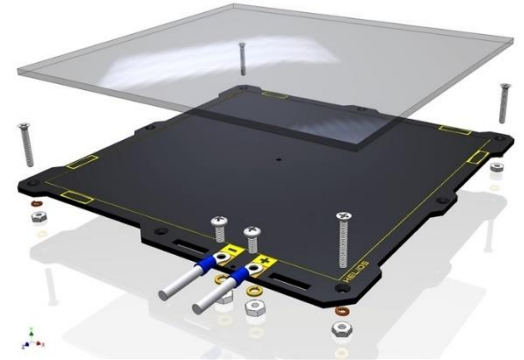


Figura 5 / Superficie di costruzione – Letto di Stampa

Source: <https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>



Figura 6 / Ventole di raffreddamento

Fonte: <https://8059blank.github.io/individual/3D-printers-102/>



utilizzare una ventola di raffreddamento.

## Display di stampa

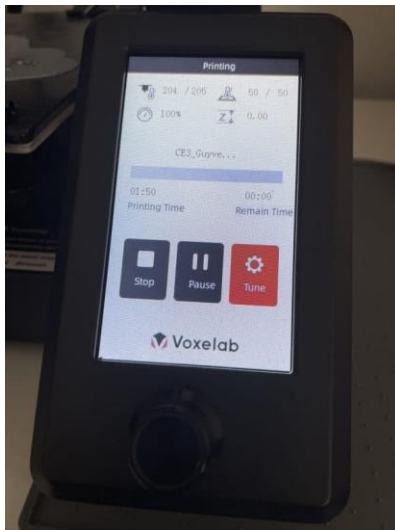


Figura 7 / Display di Stampa

Risorsa: <https://3dprinterly.com/wp-content/uploads/2021/08/What-Are-the-Parts-of-a-Filament-3D-Printer-Control-Screen-3D-Printerly.jpg>

Il display di stampa (o box di controllo) è l'interfaccia uomo-macchina della stampante 3D. È il modo in cui l'operatore della stampante comunica direttamente con la stampante 3D senza utilizzare un PC o un altro dispositivo.

Utilizzando la centralina di controllo, l'operatore **può avviare, mettere in pausa o interrompere la stampa**. Può anche caricare i file di stampa da supporti esterni come una chiavetta USB o una scheda SD. Tutto dipende dal tipo di firmware caricato sulla stampante.

L'interfaccia della centralina può essere un touchscreen o un semplice LCD con pulsanti fisici o una manopola di controllo.

La scatola di controllo può contenere anche altri componenti elettronici sensibili necessari per il corretto funzionamento della stampante 3D. Questi componenti elettronici includono l'alimentatore, la scheda di alimentazione, la scheda madre, le porte USB e le antenne Wi-Fi.







## Preparare

### la scuola per la stampa 3D



Le stampanti 3D richiedono una configurazione adeguata per essere utilizzate in modo efficace.

#### 1. Posizionamento della stampante 3D

È essenziale assicurarsi che le stampanti si trovino in un ambiente che ne consenta l'uso e le prestazioni ottimali. In primo luogo, è necessario valutare in quale ambiente collocare le stampanti. Esistono diversi ambienti in cui è possibile collocare le stampanti e ognuno di essi offre un vantaggio diverso. **Se si prevede di acquistare più stampanti, è possibile collocarle in un ambiente di tipo laboratorio.** Può anche aiutare gli educatori a razionalizzare interi piani di lezione su più stampanti 3D. Se si prevede di acquistare solo una o un paio di stampanti, una tipica configurazione da classe potrebbe essere più vantaggiosa, in quanto offre agli studenti un accesso immediato ai progetti di progettazione e stampa 3D. Tuttavia, bisogna fare attenzione a non posizionare le stampanti in una zona di passaggio o in una finestra aperta, poiché le stampanti a camera aperta sono più soggette a problemi di stampa a causa delle correnti d'aria. Le stampanti a camera chiusa sono sicure, ma sono tra le più costose.

#### 2. Selezione e conservazione dei materiali della stampante 3D

Il tipo di materiali di stampa 3D che si sceglie ha un impatto sulla sicurezza. Sebbene tutti i tipi di materiali per la stampa 3D producano COV o UFP, alcuni materiali sono considerati più dannosi. Mentre un materiale come l'ABS produce livelli potenzialmente dannosi di un VOC chiamato stirene, un materiale come il PLA produce lattide, che è più sicuro per gli studenti e produce quantità inferiori di UFP rispetto al materiale ABS. **Pertanto, si consiglia l'uso di materiali in PLA o PVA in un ambiente scolastico. Il PLA, che di solito si ottiene dall'amido di mais, è anche biodegradabile, inodore e non richiede una piastra di costruzione riscaldata sulla stampante.** Inoltre, un materiale da



considerare quando si stampa con una stampante a doppia estrusione (una stampante che utilizza 2 testine di stampa contemporaneamente) è il PVA. Come il PLA, il PVA è sicuro da usare in classe. Fornisce un supporto idrosolubile per la stampa di modelli complessi che richiedono il supporto di grandi sporgenze, cavità interne profonde e geometrie intricate. Inoltre, per evitare che il filamento sia esposto all'umidità, che potrebbe causare la deformazione della stampa o il suo fallimento durante la costruzione, cercate di conservarlo in un luogo fresco e asciutto (possibilmente nella confezione originale).



It is recommended to use PLA or PVA materials, as they are odorless and do not require a heated build plate on the printer. They are also safer than ABS.

### 3. Formazione adeguata per gli educatori

Una delle critiche più comuni mosse dagli amministratori che possiedono stampanti 3D è che le stampanti sono "ferme nell'armadio" o "prendono polvere". Questo perché gli insegnanti non si sentono a proprio agio nell'uso delle stampanti o faticano a trovare il modo di integrarle nelle loro lezioni. La formazione fornisce agli insegnanti le competenze necessarie per integrare le stampanti nei loro programmi di studio. Lo sviluppo professionale di persona rappresenta un'ottima opportunità per gli insegnanti di ricevere una formazione pratica da parte di esperti di stampa 3D e di familiarizzare con le stampanti.

### 4. Tools and Supplies



Di seguito sono riportati alcuni suggerimenti su strumenti e forniture che renderanno più semplice la manutenzione e l'utilizzo delle stampanti 3D:

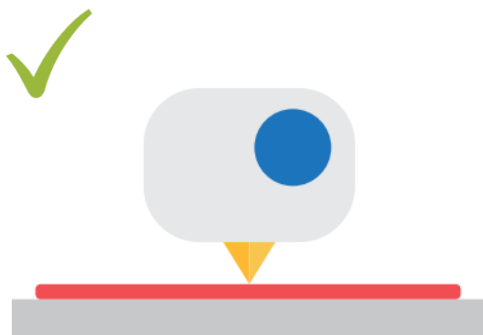


- **Chiavetta USB** – Si tratta di uno strumento eccellente per le scuole che hanno una connettività Internet limitata. Le scuole possono archiviare, organizzare e stampare i disegni senza bisogno di una connessione a Internet.
- **Taglierine a filo e pinze a becchi d'ago** – Ogni volta che si stampa un modello che presenta una sporgenza, è necessario stampare l'oggetto con materiale di supporto. Questi strumenti consentono di rimuovere in modo sicuro il materiale di supporto dal modello dopo la stampa.
- **Spatola Craft** - Aiuta a rimuovere in modo sicuro ed efficiente le stampe dalle piastre di costruzione utilizzando la colla.

## Calibrazione

Mettere in piano il letto della stampante può sembrare ovvio, ma fa davvero la differenza! **Per calibrazione si intende il processo che consente di garantire che il piano di stampa sia in piano e alla giusta distanza dall'ugello della stampante.** Sebbene questo non abbia a che fare con la preparazione dei file, è uno degli aspetti più essenziali del processo di stampa.

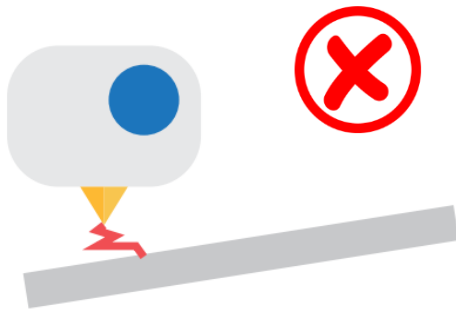
Alcune stampanti possono disporre di una funzione di "autolivellamento" che esegue automaticamente questo processo. Con altre stampanti, invece, potrebbe essere necessario regolare manualmente le viti per garantire che il letto di stampa sia nella posizione corretta. Vediamo due scenari per spiegare perché la calibrazione è così importante.



In questo scenario, **il letto di stampa è completamente livellato.**

Quando inizia la stampa, l'ugello schiaccia il filamento sul letto di stampa. L'effetto di schiacciamento conferisce al modello una buona adesione al letto, fondamentale per la **buona riuscita** della stampa.





Se il letto di stampa non è livellato, possono verificarsi diversi problemi. Nei punti in cui il letto di stampa è troppo lontano dall'ugello, **la stampante stamperà essenzialmente a mezz'aria, lasciando filamenti disordinati nell'area di costruzione.** Se il letto di stampa è troppo vicino all'ugello, quest'ultimo si graffia sul letto di stampa e non viene estruso alcun filamento. Questo può anche impedire al modulo estrusore di muoversi liberamente.

## Temperatura

**La temperatura di estrusione è importante.** Se l'estrusore è impostato su una temperatura troppo alta o troppo bassa per il filamento che si sta utilizzando, si sta operando al di fuori delle condizioni di stampa ottimali per le quali il filamento è stato progettato.

Controllate le linee guida di produzione ed eseguite alcuni test a un paio di gradi di distanza dal livello ottimale per vedere la differenza. È necessario assicurarsi che il primo strato di stampa sia più caldo degli altri per garantire una buona adesione della stampa al letto della stampante.



**Se l'estrusore è troppo caldo, si otterranno più stringhe di filamento fuso dall'ugello, con il rischio di perdite costanti di filamento sul progetto.**

**Se l'estrusore è troppo freddo, è possibile che gli strati stampati non aderiscano molto bene e che sia necessario sturare spesso l'ugello.**

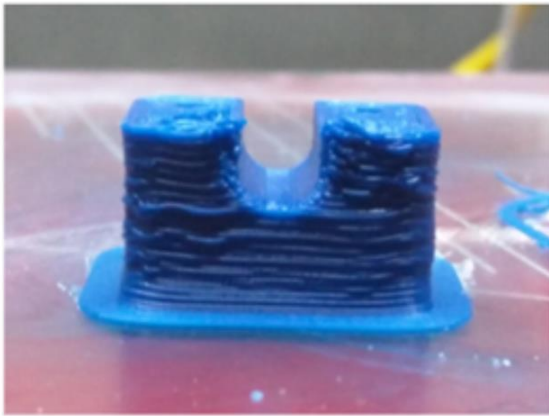
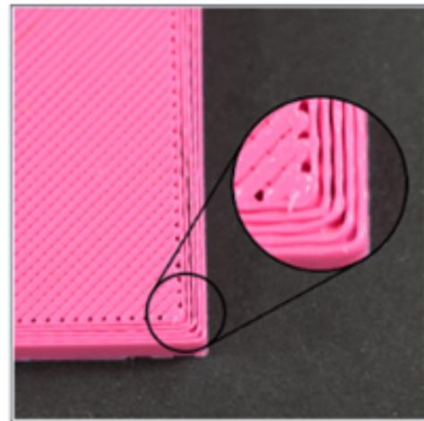


Figura 8/ Fonti:

Foto a sinistra: [https://www.reddit.com/r/FixMyPrint/comments/3usovy/print\\_bed\\_too\\_hot\\_something\\_else/](https://www.reddit.com/r/FixMyPrint/comments/3usovy/print_bed_too_hot_something_else/),

Foto a destra: <https://www.simplify3d.com/support/print-quality-troubleshooting/under-extrusion/>



Estrusore **troppo caldo**Estrusore **troppo freddo**

### Materiale di supporto della stampante 3D

La stampa 3D costruisce le parti strato per strato, quindi deve sempre esserci uno strato precedente su cui costruire. A seconda della tecnologia di stampa 3D specifica e della complessità del modello 3D, potrebbe essere necessario produrre il pezzo con strutture di supporto.

Nella stampa 3D FDM, **le strutture di supporto sono necessarie quando la stampa presenta sporgenze o elementi sospesi a mezz'aria**. Esse consentono di stampare con successo forme complesse **puntellando queste aree altrimenti non supportate**. Il materiale di supporto della stampante 3D è semplicemente il materiale in cui vengono stampati questi supporti.

Tuttavia, il materiale di supporto è essenziale solo quando un elemento **viene stampato con una sporgenza superiore a 45 gradi**.

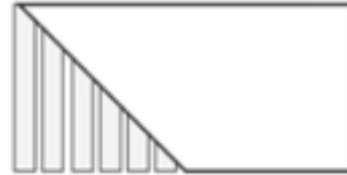




## Ma, quando è necessario il supporto materiale?



Sporgenza **minore** di 45 gradi  
**Non è necessario il supporto**



Sporgenza **maggiore** di 45 gradi  
**E' necessario il supporto**

Immaginiamo di dover stampare in 3D i modelli delle lettere Y, H e T.



Nonostante le "braccia" della lettera Y siano distese, se la sporgenza non supera i 45 gradi, **non è necessario il supporto.**



- Se il ponte centrale è sotto i 5 mm



**Non è necessario il supporto.**

- Se il ponte centrale è sopra i 5 mm



**E' necessario il supporto.**

La lettera H, invece, è un po' più complicata da stampare in 3D.





Infine, diamo un'occhiata alla lettera T.

**Richiede il supporto** per le caratteristiche principali che si estendono da entrambi i lati del modello. Non c'è nulla su cui stampare queste braccia e **il materiale cadrà senza supporto.**

Ecco come appaiono questi modelli una volta stampati. La seconda immagine mostra il risultato della T stampata senza supporto. La superficie presenta un significativo cedimento e richiederà una notevole post-elaborazione per essere ripulita.



Models of Y, H and T printed with supports by an FDM printer



Without support, FDM deposits material in the air and fails to print the letter T

Figura 9 / Fonte: hubs.com



Quasi tutte le stampe 3D richiedono una sorta di post-elaborazione dopo la stampa. La post-elaborazione può migliorare l'estetica di una parte stampata, ma anche la sua resistenza e altre proprietà. Ci sono molte tecniche tra cui scegliere, **dalla pulizia di base o dall'incollaggio di diverse parti del modello alla verniciatura e alla lucidatura**. A seconda dell'applicazione dell'oggetto, queste tecniche sono di solito i primi passi della post-elaborazione, ma possono anche essere l'unica cosa da fare, a seconda di quanto si vuole o si deve fare.



#### Rimozione del supporto

La rimozione del supporto è la forma più semplice di post-elaborazione. Di solito, la rimozione del supporto non richiede molto sforzo, a meno che non ci siano supporti negli angoli stretti o in altri punti difficili da raggiungere.

Le strutture di supporto sono stampate in 3D per avere una densità inferiore rispetto alla costruzione principale. In quanto tali, possono essere facilmente rimossi dalla stampa 3D estraendoli con cura a mano o, per i supporti più difficili da rimuovere, utilizzando pinze ad ago, stuzzicadenti o pinzette.



#### Levigatura

Oltre alla rimozione del supporto, la levigatura è la forma più comune di post-elaborazione. Generalmente le stampe 3D FDM possono avere una superficie leggermente ruvida, l'invio di sabbia è il modo più semplice per levigarla.

Dopo la stampa, una parte potrebbe avere alcune macchie rimaste sulla sua superficie o potrebbero esserci dei segni dopo aver rimosso i supporti. Il modo ideale per rimuovere tali imperfezioni è utilizzare la carta vetrata. È sempre meglio iniziare con carta vetrata a grana bassa (150-400) e passare a carta vetrata a grana più alta (fino a 2000) in alcune fasi di levigatura.



#### Incollaggio

Fortunatamente, le stampe 3D realizzate con PLA possono essere unite mediante incollaggio. Questo è generalmente utilizzato quando qualcosa non può essere stampato in un unico pezzo.

La migliore colla per il filamento PLA è il super legame standard tra le parti stampate in pochi secondi e si asciuga.

**Infine, per ottenere un risultato ottimale, si eseguono tecniche come la verniciatura, la levigatura, la lucidatura o l'immersione.** Lo sforzo supplementare per eseguire le tecniche di finitura è sicuramente ripagato alla fine. Applicando queste tecniche, sarà possibile eliminare gli strati visibili e creare una superficie il più possibile liscia.





La stampa 3D è una tecnologia e un settore relativamente nuovi ed è anche una delle ultime tecnologie entrate nelle scuole. Prima di acquistare una stampante 3D per una scuola, è essenziale considerare tutti i requisiti di struttura, sito e sicurezza dell'hardware e delle termoplastiche da utilizzare, in modo da ridurre al minimo i rischi.

Per proteggere voi stessi e i vostri figli quando utilizzate le stampanti 3D, dovrete:

- Utilizzare la stampante 3D in un ambiente **ben ventilato**, dove gli odori e le emissioni possano uscire dallo spazio e aprire le finestre e le porte. **Non utilizzare la stampante in un armadio o in uno spazio chiuso.**
- **Non permettete ai bambini, o a chiunque altro, di sostare sopra la stampante o di avvicinarsi troppo ad essa.** Nella maggior parte dei casi la stampante impiega almeno quattro ore (o una notte) per costruire l'oggetto, quindi accendetela, andate via e tornate a riprenderla più tardi quando ha finito.
- **Acquistate filamenti a basse emissioni.** Cercate una certificazione che attesti che la stampante 3D che state acquistando soddisfa gli standard di bassa emissione. Se ne avete già una, chiedete i dati al produttore.
- Se si sente un odore proveniente dalla macchina, allontanarsi e prestare attenzione perché questi vapori indicano emissioni che possono essere pericolosi agenti contaminanti.
- **Tenere lontane le persone dalla stampante,** soprattutto se soffrono di asma o allergie, assicurando che tutti i bambini non corrano rischi.





**Indossa occhiali protettivi**

Ciò ridurrà il rischio di lesioni agli occhi durante l'utilizzo della stampante 3D.

**Non toccare**

A seconda del tipo di stampante 3D e del materiale che viene depositato, si può raggiungere una temperatura di 200 gradi Celsius. Pertanto, toccare la stampante 3D può causare ustioni dolorose.



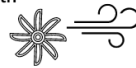
**Controlla la temperatura**

Il controllo della temperatura della stampante 3D può ridurre il rischio di lesioni. I materiali sono progettati per polimerizzare e indurire a temperature specifiche.



**Ventilazione**

Con un'adeguata ventilazione, eventuali fumi tossici o nocivi verranno eliminati dallo spazio interno circostante in modo che non vengano inalati.



**Tenendo conto di tutte queste informazioni, non è consigliabile lasciare i bambini incustoditi quando le stampanti 3D sono in funzione.**

Se si acquista una stampante non completamente chiusa, è necessario tenerla in una stanza ben ventilata per evitare i pericoli che potrebbe rappresentare per l'ambiente circostante.



È inoltre consigliabile **evitare di radunarsi intorno alla stampante** una volta che è stata messa in funzione, per evitare di respirare le particelle pericolose che provengono dalla stampante.

Fonte: 3dprintschooling.com





## Fonti

1. Teq's Marketing Team, 2018, 4 Ways to Prepare your School for 3D Printing
2. Michelson, 2019, How to keep kids safe from 3D Printers
3. 3D Print Schooling Team, 2021, How to Explain 3D Printing to Kids & Pre-schoolers? Why you should get them one!
4. Hubs Team, A protolabs Company, What are supports in 3D printing? When and why do you need them?, 2019, Available Online:  
<https://www.hubs.com/knowledge-base/supports-3d-printing-technology-overview/>

