3D PRINTING TECHNOLOGY



SHIFTVET

Digital Transformation for
Wood and Furniture VET

SHIFTVET
Digital Transformation for Wood and Furniture VET

Content

Termini chiave 4
1. Introduzione 6
1.1 Panoramica del progetto ShiftVET 6
1.2 Scopo della guida 6
1.4 Come usare la guida? 8
2. Descrizione della tecnologia 10
2.1 Cos'è una stampante 3D? 10
2.2 Come funziona una macchina a controllo numerico? 11
2.3 Tipologie di stampanti 3D. 15
Stampa 3D FDM 15
Stampa 3D SLA 16
Stampa 3D SLS 16
2.4 Applicazioni generali 17
2.5 Equipaggiamento richiesto 18
2.6 Errori tipici da evitare 22
2.7 Checklist di configurazione tecnica 23
Prontezza dell'attrezzatura 23
Controlli di sicurezza 23
Risorse digitali 24
3. Potenziale della tecnologia nella formazione professionale (VET) per la falegnameria 25
3.1 Benefici educativi 25
3.2 Vantaggi tecnici della stampa 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria e la carpenteria 26
3.3 Checklist pedagogica 27
3.4 Esempi di attività per la formazione professionale (VET) in falegnameria 29
4. Integrazione nella classe 31
4.1 Raccomandazione metodologiche 31

4.2 Piano di implementazione 33
4.3 Checklist di integrazione nelle classi 35
4.4 Consigli per i docenti 37
5. Sicurezza e sostenibilità nella stampa 3D 39
6. Risorse aggiuntive 42
7. Conclusioni 43
Bibliography 44

Figures

Figure 1: 3D printing [2]. 10
Figure 2: FDM printer [3]
Figure 3: SLS printer [4] 12
Figure 4: Piece being printed [5]. 14
Figure 5: Figure before and after finishing it [6] 15
Figure 6: Steps of 3D printing. Open IA (2025) 15
Figure 7: Parts of a FDM 3D printer machine. Open IA (2025). 20
Figure 8: The 'Cocoon' lamp by HagenHinderdael, made using 3D printing [11]. 27
Figure 9: Extruder of a 3D printer [17]. 33
Figure 10: Filament of 3D printer [18]. 33
Figure 11: Nozzle of a 3D printer machine [22]. 41

Termini chiave

CAD (Computer-Aided Design)
Software utilizzato per progettare modelli digitali tridimensionali che possono essere successivamente stampati.

STL (STereoLithography)
Formato di file standard per la stampa 3D che rappresenta la geometria di un oggetto 3D. Non contiene informazioni su colore o materiale.

OBJ / 3MF
Formati di file 3D alternativi allo STL. Come lo STL, sono comunemente utilizzati per la preparazione alla stampa 3D.

Slicer / software di slicing
Software che converte un modello 3D (STL, OBJ, 3MF) in istruzioni stampabili suddividendolo in strati e definendo i parametri di stampa.

G-code
Linguaggio di istruzioni macchina generato dallo slicer. Indica alla stampante 3D come muoversi, quale temperatura utilizzare e come costruire ogni strato.

FDM (Fused Deposition Modelling)
Tecnologia di stampa 3D che fonde e deposita filamento plastico strato dopo strato. È la più comune negli ambienti educativi.

SLA (Stereolithography)
Tecnologia di stampa 3D che utilizza la luce per polimerizzare resina liquida strato dopo strato, producendo stampe ad alta definizione.

SLS (Selective Laser Sintering)
Tecnologia di stampa 3D industriale che utilizza un laser per fondere materiale in polvere in parti solide.

PLA (Polylactic Acid)
Plastica biodegradabile e facile da stampare, comunemente utilizzata in ambito educativo.

PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol)
Filamento plastico più resistente e flessibile rispetto al PLA.

PPE (Personal Protective Equipment)
Dispositivi di protezione individuale come guanti, occhiali o respiratori utilizzati durante l'uso delle stampanti.

VOC (Volatile Organic Compounds)
Composti organici volatili che possono essere emessi durante la stampa, particolarmente rilevanti per le considerazioni sulla ventilazione.

1. Introduzione

1.1 Panoramica del progetto ShiftVET

Il progetto ShiftVET è pensato per supportare i formatori dell'Istruzione e Formazione Professionale iniziale (i-VET) nell'introduzione delle tecnologie digitali nella didattica della falegnameria. L'obiettivo è contribuire alla modernizzazione degli attuali programmi formativi, affinché gli studenti possano sviluppare le competenze digitali richieste nei settori della falegnameria e della manifattura. Rendendo l'apprendimento più innovativo e coinvolgente, il progetto mira inoltre ad aumentare l'interesse degli studenti verso questi percorsi professionali.

Per guidare questa trasformazione, ShiftVET si concentra su quattro obiettivi chiave:

- aiutare i formatori a comprendere come le tecnologie digitali possano essere applicate nella VET per la falegnameria e in che modo possano migliorare l'insegnamento e l'apprendimento;
- creare un repository online gratuito di materiali, esempi ed esercitazioni accessibili, facilmente integrabili nelle attività didattiche;
- sperimentare strumenti digitali pratici, come le macchine CNC, con gli studenti, per esplorare come queste tecnologie possano potenziare l'apprendimento pratico;
- promuovere l'uso di tecnologie avanzate non solo tra i partner di progetto, ma anche in altri centri di formazione professionale, esplorando al contempo come tali strumenti possano apportare benefici anche ad altri settori industriali.

1.2 Scopo della guida

L'obiettivo di questa guida è supportare i formatori della formazione professionale (VET) nel settore della falegnameria nell'introduzione e integrazione della lavorazione CNC nella pratica didattica. Poiché le tecnologie digitali stanno incidendo in modo sempre più rilevante sui settori della falegnameria e della manifattura, il Controllo Numerico Computerizzato (CNC) è diventato una tecnologia chiave per la lavorazione di precisione, la fabbricazione digitale e l'efficientamento dei flussi produttivi. Comprenderne il potenziale è essenziale per

preparare gli studenti a operare in contesti professionali moderni e tecnologicamente avanzati.

Questa guida è stata sviluppata specificamente per aiutare i docenti ad acquisire conoscenze, sicurezza e competenze pratiche necessarie a utilizzare in modo efficace le macchine CNC nell'insegnamento della lavorazione del legno. Offre un'introduzione chiara e accessibile ai fondamenti della manifattura digitale sottrattiva: cos'è il CNC, come funziona e perché rappresenta un complemento fondamentale alle tecniche tradizionali di falegnameria.

Più nello specifico, la guida si propone di:

- costruire una solida base sui principi della lavorazione CNC, includendo i concetti chiave, i componenti delle macchine, le configurazioni degli assi, gli utensili da taglio e i flussi di lavoro essenziali CAD–CAM–CNC;

- chiarirne la rilevanza per la lavorazione del legno, mostrando come la tecnologia CNC supporti attività quali il taglio di precisione, la lavorazione dei pannelli, la produzione di giunzioni, la manifattura ripetitiva, la validazione del design e la realizzazione di geometrie complesse, tra le altre applicazioni tipiche del settore legno-arredo;

- fornire strategie pratiche e immediatamente utilizzabili in aula per integrare le macchine CNC nei programmi VET, incluse idee di lezione, esercitazioni pratiche, indicazioni sulla sicurezza e buone pratiche per l'impostazione e l'utilizzo delle macchine;

- supportare formatori con diversi livelli di esperienza, offrendo spiegazioni chiare ed esempi applicativi che rendano la tecnologia CNC accessibile anche a chi ha una conoscenza limitata dei sistemi di manifattura digitale;

- rafforzare il legame tra fabbricazione digitale e artigianato tradizionale, aiutando gli studenti a comprendere come la lavorazione CNC migliori precisione, efficienza e ripetibilità, integrandosi — e non sostituendosi alle

competenze tradizionali della falegnameria.

In ultima analisi, lo scopo di questa guida è rendere la tecnologia CNC una risorsa accessibile, motivante e di elevato valore educativo sia per i formatori sia per gli studenti, sostenendo la transizione dalle pratiche tradizionali di falegnameria a flussi di lavoro professionali digitalmente abilitati nel settore del legno e dell'arredo.

1.4 Come usare la guida?

Questa guida è progettata come una risorsa pratica e flessibile per aiutare i formatori a integrare la stampa 3D nella formazione professionale in falegnameria.
Può essere utilizzata in modo progressivo, tornando alle diverse sezioni man mano che aumentano la comprensione e la sicurezza. Non è necessario leggerla tutta in una volta; al contrario, può accompagnarti durante tutta la tua pratica didattica.

Ecco come utilizzarla al meglio:

Iniziare dalle basi – Inizia esplorando i capitoli introduttivi per comprendere che cos'è la stampa 3D, come funziona e perché sta diventando sempre più rilevante nella lavorazione del legno. Questa base ti aiuterà a collegare la tecnologia ai metodi di formazione tradizionali.

Familiarizzare con strumenti e materiali – Consulta le sezioni che descrivono i tipi di stampanti 3D, i materiali più comuni, i flussi di lavoro software e la terminologia essenziale.

Esplorare le applicazioni pedagogiche – La guida include esempi e spiegazioni che illustrano come la stampa 3D possa essere applicata nella formazione professionale in falegnameria. Queste sezioni ti aiuteranno a visualizzare le opportunità in aula.

Utilizzare le attività pratiche – Troverai dimostrazioni per la classe. Queste attività sono progettate per essere flessibili, in modo da poter essere adattate a diversi livelli.

Sperimentazione e riflessione con gli studenti – L'implementazione è più efficace quando formatori e studenti esplorano insieme la tecnologia. Utilizza attività pratiche per sperimentare, discutere i risultati, risolvere problemi e incoraggiare gli studenti a migliorare i propri progetti.

Usarla come riferimento continuo – La guida non è pensata per essere letta una sola volta e poi messa da parte. È un riferimento a cui puoi tornare ogni volta che hai bisogno di chiarimenti, esempi o ispirazione per progettare nuove lezioni. Può inoltre essere combinata con le risorse successive che saranno sviluppate nel progetto ShiftVET.

2. Descrizione della tecnologia

2.1 Cos'è una stampante 3D?

La stampa 3D è il processo di creazione di oggetti mediante la deposizione di strati di materiale uno sopra l'altro.
Questa tecnologia esiste da molto tempo, poiché è stata inventata all'inizio degli anni Ottanta, e nel corso degli anni si è evoluta dal punto di vista tecnologico. Oggi è una delle tecnologie più utilizzate nei processi produttivi, in quanto è più accessibile ed economica e più veloce rispetto al passato.
La progettazione assistita da computer (CAD) viene utilizzata nella stampa 3D con l'obiettivo di creare oggetti tridimensionali tramite stratificazione.
La realizzazione dell'oggetto avviene quindi attraverso processi additivi, depositando strato su strato [1].

La stampa 3D presenta tre caratteristiche da considerare:

- si tratta di processi produttivi che prevedono l'aggiunta di materiale per costruire un oggetto solido tridimensionale;
- l'oggetto viene realizzato sovrapponendo strati successivi di materiale;
- l'oggetto è prodotto a partire da un modello digitale 3D.

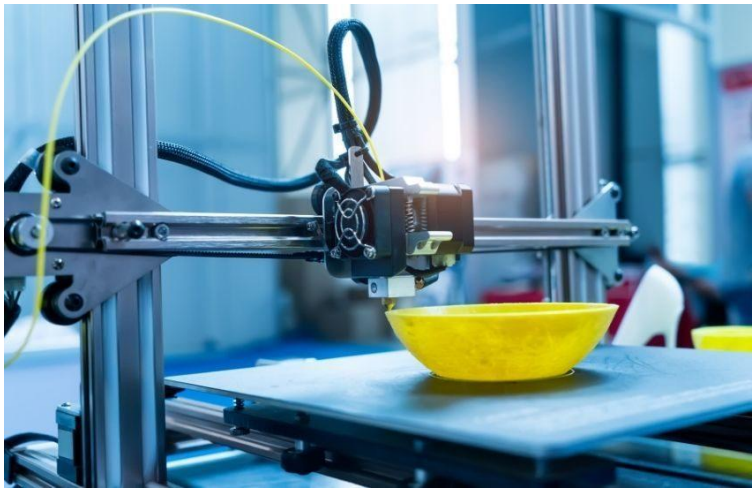


Figure 1: 3D printing [2].

2.2 Come funziona una macchina a controllo numerico?

La stampa 3D è un modo diverso di produrre componenti rispetto ad altre tecnologie.
Il processo di stampa 3D inizia sempre da un modello digitale 3D, che funge da progetto per l'oggetto fisico. Il software della stampante suddivide poi questo modello in sottili strati bidimensionali e lo converte in un insieme di istruzioni in linguaggio macchina che la stampante può eseguire.

Dopo questa fase, il processo può variare a seconda del modello di stampante. Nel caso delle stampanti FDM da tavolo, il filamento plastico viene fuso e depositato su una piattaforma di stampa attraverso un ugello.
Nel caso di grandi macchine industriali come le SLS, vengono utilizzati laser per fondere sottili strati di materiale.

Anche i materiali utilizzati per creare l'oggetto variano in base al processo. Le plastiche sono le più comuni, ma possono essere impiegati anche altri materiali, come i metalli.

A seconda delle dimensioni del pezzo da realizzare, il processo può richiedere da 4 a 18 ore circa.

Tuttavia, il processo non termina con la stampa, poiché il pezzo raramente può essere utilizzato direttamente così come esce dalla stampante. Di solito è necessario un trattamento successivo per ottenere la finitura superficiale desiderata, che spesso richiede ulteriore tempo e lavoro, generalmente manuale.



Figure 2: FDM printer [3]



Figure 3: SLS printer [4]

Per vederlo in modo più dettagliato e comprenderlo meglio, analizzeremo passo dopo passo il processo di creazione di un pezzo con una stampante 3D.

Primo passaggio – Creare il contenuto:

La prima cosa da fare è creare un file digitale tridimensionale dell'oggetto che andremo a stampare. Il modo più comune per farlo è realizzare un progetto tramite progettazione assistita da computer (CAD), ma esistono anche altri software in grado di produrre il file.

Questo può essere fatto utilizzando software di progettazione come Blender, SketchUp, AutoCAD, SolidWorks, Maya, Photoshop, Thinker CAD, tra gli altri. Può essere fatto anche tramite scansione 3D, se disponibile. Un'altra possibilità è scaricare file pronti e open source per la stampa 3D.

Secondo passaggio – Convertire il progetto in formato STL:

Una volta completato il progetto, è il momento di inviarlo alla stampante. La prima operazione necessaria è convertirlo in un formato compatibile con la macchina. Il formato utilizzato per la stampa 3D si chiama STL (STereoLithography). Questo file è quello corretto per il passaggio successivo.

È importante notare che STL, .OBJ e .3MF, che sono alternative allo STL, non contengono informazioni sul colore, quindi se si desidera stampare a colori è necessario utilizzare formati come .X3D, WRL, DAE o PLY.

Terzo passaggio – Slicing:

In questa fase il file 3D viene tradotto in istruzioni che la stampante può seguire. Per farlo è necessario un software specifico.

Questo passaggio consiste essenzialmente nel dividere o "tagliare" il modello 3D in molti strati orizzontali, indicando alla macchina esattamente cosa deve fare. Dopo lo slicing viene generato un nuovo formato di file chiamato G-code, che è il linguaggio di programmazione numerico più utilizzato per controllare macchine automatiche come le stampanti 3D.

In breve, il G-code è il linguaggio macchina utilizzato per comunicare con la stampante e fornirle le istruzioni.

Quarto passaggio – Stampa:

Le stampanti sono composte da molte parti e richiedono una corretta manutenzione e calibrazione per garantire che il pezzo venga stampato correttamente.
La maggior parte dei modelli di stampante non necessita di supervisione durante la creazione del pezzo, poiché la macchina segue automaticamente le istruzioni del G-code. Pertanto, a meno che non si verifichi un errore software o la stampante esaurisca il filamento, non dovrebbero esserci problemi.

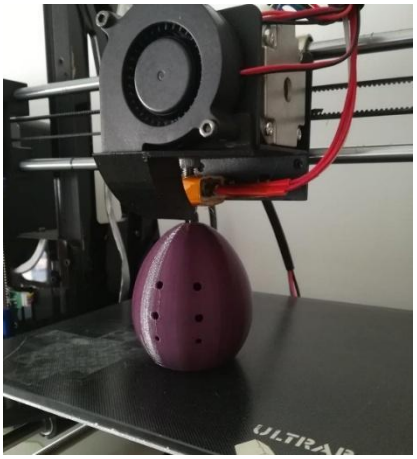


Figure 4: Piece being printed [5].

Quinto passaggio – Rimozione del pezzo dalla stampante:

Questo passaggio varia a seconda delle diverse tecnologie di stampa 3D. In alcuni casi, come nelle macchine da tavolo, è sufficiente separare l'oggetto dal piano di stampa.

In altri casi, come nelle stampanti industriali, la rimozione è un processo più tecnico che richiede competenze professionali.

Sesto passaggio – Post-processing:

Anche questa fase finale varia in base alle tecnologie di stampa 3D e ai materiali utilizzati.

Alcune tecnologie consentono di manipolare il pezzo immediatamente, mentre altre richiedono passaggi aggiuntivi per migliorare l'estetica e la funzionalità dell'oggetto.

Alcuni pezzi presentano una superficie ruvida, che può essere migliorata tramite lavorazioni artigianali come levigatura, lucidatura o altri metodi.

Quando invece sono importanti non tanto gli aspetti estetici quanto le proprietà meccaniche, il post-processing può risultare più complesso e richiedere competenze tecniche più avanzate [1].



Figure 5: Figure before and after finishing it [6]

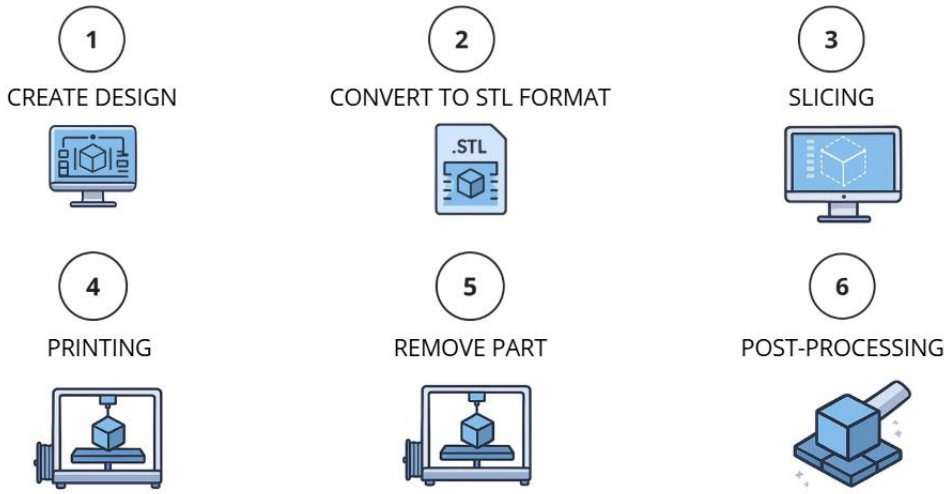


Figure 6: Steps of 3D printing. Open IA (2025)

2.3 Tipologie di stampanti 3D.

Esistono diverse tecnologie disponibili per la stampa 3D, ma le più comuni sono elencate di seguito:

Stampa 3D FDM

Questa è la tecnologia più diffusa tra i consumatori e la più riconoscibile per le persone che non hanno molta conoscenza dell'argomento. Le stampanti 3D FDM si trovano principalmente nelle aule scolastiche, nei

laboratori educativi e nei makerspace, dove vengono utilizzate come introduzione al mondo della produzione digitale. In ambito professionale, sono impiegate soprattutto per modelli di proof of concept, consentendo di validare le idee prima di realizzare prototipi più avanzati.

La loro popolarità è dovuta alla facilità d'uso e al costo accessibile, che riducono la barriera di ingresso per chi si avvicina per la prima volta alla stampa 3D. È vero però che questa tecnologia spesso sacrifica la qualità superficiale o la resistenza meccanica, poiché non è progettata per prestazioni elevate.

Stampa 3D SLA

La stampa 3D a stereolitografia (SLA) è stata la prima tecnologia di stampa 3D al mondo, ma ha impiegato più tempo rispetto alla precedente per essere accettata e ottenere il riconoscimento che merita, poiché tende a essere più costosa e il processo di stampa è leggermente più complesso per chi non ha molta familiarità con essa.

Questa tecnologia di stampa è un processo in cui una fonte di luce polimerizza una resina liquida, solidificandola strato dopo strato. In passato la fonte luminosa era un laser, ma recentemente è stata sostituita da un proiettore di luce digitale.

Queste stampanti producono pezzi con finiture più lisce, tolleranze più strette e una maggiore accuratezza dimensionale. Sono ideali per la prototipazione funzionale e per la creazione di prodotti finiti, grazie all'elevata qualità della superficie.

Stampa 3D SLS

La sinterizzazione laser selettiva (SLS) è la tecnologia di produzione additiva più comune per le applicazioni industriali. Ingegneri e produttori di molti settori la utilizzano per la sua capacità di realizzare componenti resistenti e funzionali.

Queste stampanti utilizzano generalmente un laser ad alta potenza per fondere piccole particelle di polvere polimerica. La polvere non fusa funge da supporto per il pezzo durante la stampa ed elimina la necessità di strutture di supporto.

I pezzi prodotti con la tecnologia SLS presentano caratteristiche meccaniche molto interessanti, con una resistenza paragonabile a quella dei componenti

stampati a iniezione. Il materiale più comunemente utilizzato è il nylon (termoplastico), poiché è leggero, resistente e flessibile[7].

2.4 Applicazioni generali

Oltre al settore del legno, è importante considerare la grande varietà di utilizzi offerti dalla stampa 3D, poiché i suoi benefici si estendono a numerosi ambiti industriali, educativi e creativi. Questa tecnologia consente l'ottimizzazione dei processi, la riduzione dei costi e l'innovazione in molteplici discipline.

Una delle applicazioni più rilevanti è la prototipazione rapida, che permette a progettisti, ingegneri e studenti di creare modelli fisici dei propri progetti in tempi molto brevi. Ciò rende possibile testare le funzionalità, individuare errori, valutare le proporzioni e migliorare il prodotto prima di passare a una fase produttiva più costosa. Questo riduce i rischi e accorcia i cicli di sviluppo.

La stampa 3D è inoltre fondamentale per la realizzazione di parti personalizzate. In settori come la medicina e l'odontoiatria viene utilizzata per creare protesi, tutori, impianti o modelli anatomici adattati alle caratteristiche specifiche di ogni paziente. In ambiti come l'ingegneria, la moda o lo sport, consente lo sviluppo di prodotti su misura, favorendo ergonomia e comfort.

Un'altra applicazione rilevante è la creazione di attrezzature industriali personalizzate, dispositivi di fissaggio e accessori. Molte aziende stampano supporti, guide, dime, adattatori o componenti di macchine, migliorando la precisione dei processi e riducendo i tempi di lavoro. Questa personalizzazione consente soluzioni immediate senza dipendere da fornitori esterni o da lunghi tempi di produzione.

La stampa 3D rappresenta inoltre un'opzione molto efficiente per la produzione di piccole serie. Quando è necessario realizzare pochi pezzi, prodotti personalizzati o lotti sperimentali, questa tecnologia risulta più economica rispetto ai metodi tradizionali, che richiedono stampi o macchinari specializzati. Per questo motivo ha trovato ampio utilizzo in settori come il design di prodotto, la gioielleria, l'architettura e i beni di consumo personalizzati.

La tecnologia è anche molto utile per le attività di riparazione e manutenzione. La possibilità di stampare componenti specifici su richiesta evita la necessità di mantenere grandi scorte di magazzino o di scartare macchinari a causa della mancanza di un componente difficile da reperire. Ciò contribuisce alla sostenibilità e riduce i costi di sostituzione.

Infine, la stampa 3D è utilizzata anche in ambiti come l'istruzione, per supportare l'apprendimento pratico e lo sviluppo delle competenze STEM; nella ricerca e nello sviluppo di materiali; nell'architettura, per la modellazione di edifici e arredi; e persino nel settore artistico, dove consente la produzione di sculture, elementi decorativi e riproduzioni complesse [8].

2.5 Equipaggiamento richiesto

L'implementazione di questa tecnologia nei centri educativi richiede una corretta selezione di attrezzature e materiali per garantire un utilizzo corretto, efficiente e adeguato alle esigenze educative del VET. Di seguito sono riportate alcune raccomandazioni essenziali per iniziare a utilizzare questa tecnologia. Poiché questa guida è rivolta all'ambiente educativo VET, ci concentreremo sulle attrezzature consigliate per i centri di formazione.

Le stampanti FDM (Fused Deposition Modelling) sono la tecnologia più comune in ambito educativo perché sono semplici, accessibili ed facili da apprendere. Secondo Formlabs, le stampanti FDM continuano a essere le più diffuse perché:

- hanno processi intuitivi adatti a insegnanti e studenti che si avvicinano per la prima volta a questa tecnologia;
- offrono una curva di apprendimento accessibile, poiché è possibile vedere chiaramente gli strati di produzione;
- hanno un prezzo adatto alle istituzioni, in quanto generalmente costano tra 850 € e 3.450 €.

Di seguito è riportata una serie di raccomandazioni di base per i centri che desiderano integrare questa tecnologia in aula:

- area di stampa minima di 200 × 200 × 200 mm (l'area di stampa è lo spazio all'interno della stampante in cui vengono creati gli oggetti);
- piatto riscaldato (è la superficie su cui il pezzo poggia durante la stampa);
- livellamento automatico o assistito (per stampare correttamente, la stampante necessita che il piano sia perfettamente livellato);
- sensore del filamento (il filamento è il "materiale" utilizzato dalla macchina per stampare, simile a un filo di plastica. Il sensore avvisa quando la bobina sta per terminare, mette in pausa la stampa se il filamento si rompe e previene la perdita di pezzi lunghi dovuta alla mancanza di materiale);
- struttura chiusa o semi-rigida, per una maggiore sicurezza (una stampante con cabina chiusa ha una "scatola" intorno all'area di stampa);
- software di slicing accessibile (Cura, PrusaSlicer, ecc.);
- manutenzione semplice e ricambi a costi contenuti (pulizia dell'ugello, sostituzione di cinghie o ruote, o cambio del piano di stampa quando si usura).

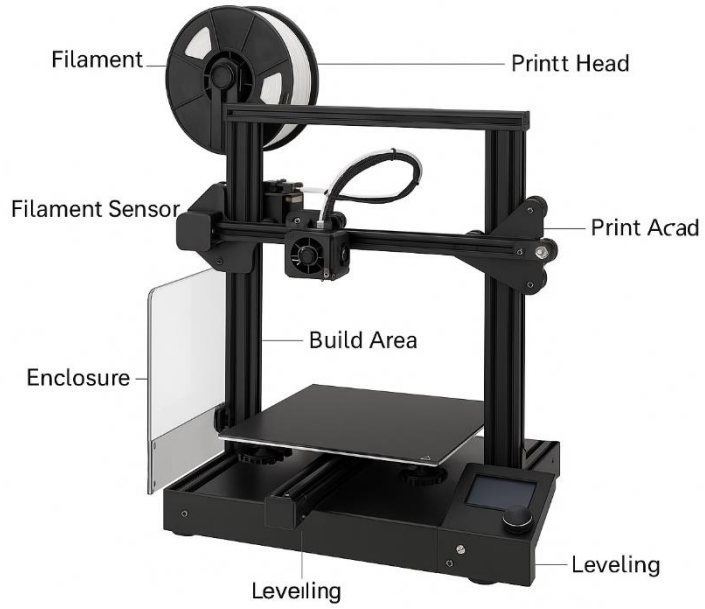


Figure 7: Parts of a FDM 3D printer machine. Open IA (2025).

A. Materiali.

La scelta del materiale influisce anche sulla qualità, sulla resistenza e sull'estetica del pezzo. Tra i materiali più consigliati per l'utilizzo nei corsi VET vi sono:

- PLA (Polylactic Acid) – È il materiale più comune grazie alla facilità di stampa, alla stabilità dimensionale, alla sicurezza e alla buona finitura.

- PETG (Polyethylene Terephthalate Glycolate) – Questo materiale è leggermente più resistente e flessibile.

- Filamenti effetto legno – Esistono anche filamenti di questo tipo, realizzati con una miscela di PLA e vere fibre di legno [9].

Materiale	Vantaggi	Limiti	Uso tipico nel sistema VET
PLA (Polylactic Acid)	Facile da stampare, basso warping, buona finitura superficiale,	Minore resistenza meccanica, minore resistenza al calore	Ideale per principianti, prototipi, elementi

	biodegradabile, basse emissioni di fumi		decorativi, utensili di base
PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol)	Più resistente e flessibile del PLA, buona adesione tra gli strati, resistente all'umidità	Leggermente più difficile da stampare, può causare filamenti (stringing)	Parti funzionali, accessori da laboratorio, elementi esposti a stress moderato
ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)	Elevata resistenza e resistenza al calore	Richiede alte temperature, stampante chiusa, produce fumi, soggetto a warping	Solo per uso avanzato; generalmente non consigliato in aula

B. Software

Per lavorare con la stampa 3D è necessario utilizzare due principali tipi di software: uno per modellare ciò che si desidera stampare in 3D e un altro per preparare e convertire il modello in istruzioni che la stampante possa comprendere.

Software di modellazione:

Il CAD (Computer-Aided Design) consente di creare modelli digitali tridimensionali che possono poi essere esportati per la stampa. Alcuni software consigliati per principianti sono:

- Tinkercad (livello base)
- Fusion 360 (livello intermedio–avanzato)
- FreeCAD (software completamente gratuito)

Slicer:

Lo slicer converte il modello 3D creato in un file che la stampante può comprendere, solitamente G-code. Alcuni esempi sono:

- Ultimaker Cura (il più diffuso), gratuito e compatibile con quasi tutti i modelli di stampanti FDM

- PrusaSlicer, anch'esso gratuito, che consente un controllo più dettagliato degli aspetti tecnici

Requisiti tecnici minimi:

Per il corretto funzionamento dei programmi CAD e slicer, si raccomanda che i computer del centro rispettino i seguenti requisiti:

- Computer (PC o laptop) – Processore: Intel i5 o equivalente; RAM: minimo 8 GB (idealmente 16 GB per Fusion 360); scheda grafica: integrata sufficiente per Tinkercad e FreeCAD, dedicata consigliata per Fusion 360; spazio di archiviazione: 10–20 GB liberi; sistema operativo: Windows 10/11, macOS o Linux (solo per alcuni programmi)
- Connessione Internet

Per la stampa 3D:

- Porta USB, lettore di schede SD o connessione Wi-Fi (a seconda del modello di stampante)

- Spazio su disco per gestire file STL e G-code [10].

2.6 Errori tipici da evitare

Nella stampa 3D, i principianti commettono spesso errori che, se non affrontati fin dall'inizio, possono causare problemi di qualità, spreco di materiale o stampe fallite. Tra gli errori più comuni vi sono il mancato corretto livellamento del piano di stampa o una errata regolazione dell'altezza dell'asse Z, che compromettono l'adesione del primo strato; l'uso di temperature non adeguate al materiale scelto o velocità di stampa eccessive, che provocano difetti come lo stringing o

strati poco saldati; e il mancato adattamento delle impostazioni dello slicer a ciascun modello o filamento, che può portare a sotto-estrusione o deformazioni. Evitare questi errori di base fin dall'inizio consente di risparmiare tempo, ridurre la frustrazione e lo spreco di materiale, migliorando in modo significativo la qualità dei risultati.

2.7 Checklist di configurazione tecnica

Prima di iniziare qualsiasi attività didattica con la stampa 3D, è essenziale assicurarsi che l'attrezzatura sia correttamente configurata e sicura da utilizzare. La seguente checklist riassume i principali elementi tecnici che gli insegnanti dovrebbero verificare prima della stampa. Può essere utilizzata come strumento di consultazione rapida per garantire affidabilità, sicurezza e un funzionamento fluido della stampante.

Prontezza dell'attrezzatura

- ☐ La stampante è installata in un'area stabile, ventilata e sicura.
- ☐ Il piano di stampa è pulito e correttamente livellato (manuale o assistito).
- ☐ La bobina di filamento è caricata correttamente e la stampante la rileva.
- ☐ Ugello ed estrusore sono privi di polvere, filamento bruciato o ostruzioni.
- ☐ È disponibile abbastanza filamento per completare l'intera stampa.
- ☐ Il software di slicing è aggiornato e compatibile con la stampante.
- ☐ I file STL sono esportati correttamente e non presentano errori di mesh.
- ☐ Il G-code è stato controllato (altezza dello strato, supporti, riempimento, temperature).

Controlli di sicurezza

- ☐ Gli studenti sono stati informati della presenza di superfici calde.
- ☐ Indumenti larghi o capelli lunghi non si trovano vicino alla macchina.

- Sono disponibili materiali ignifughi e DPI, se richiesti.
- Sono fornite istruzioni chiare su cosa gli studenti possono o non possono toccare durante la stampa.

Risorse digitali

- È disponibile un software CAD per eventuali modifiche dell'ultimo minuto.
- I modelli provenienti da fonti esterne dispongono di licenze appropriate per l'uso in aula.

3. Potenziale della tecnologia nella formazione professionale (VET) per la falegnameria

3.1 Benefici educativi

L'integrazione della stampa 3D nella formazione professionale presenta numerosi vantaggi educativi che arricchiscono l'apprendimento. Questa tecnologia facilita la comprensione di alcuni concetti più astratti, ma promuove anche competenze chiave per il futuro professionale degli studenti, poiché il settore sta diventando sempre più digitalizzato sotto molti aspetti.

Apprendimento pratico:

Uno dei principali vantaggi è che la stampa 3D trasforma l'apprendimento tradizionale, focalizzato sulla teoria e sulla memorizzazione, in un processo più dinamico. Gli studenti possono progettare e realizzare le proprie creazioni, creando una connessione reale con i contenuti. Questo rende gli studenti più motivati e aumenta la partecipazione in classe.
Questo approccio è particolarmente efficace nei percorsi VET di falegnameria e carpenteria, dove la sperimentazione e la prototipazione fanno parte del processo di progettazione e produzione.

Sviluppo del pensiero critico:

Inoltre, la stampa 3D potenzia anche competenze cognitive come l'individuazione di errori di progettazione, l'analisi dei fallimenti e il miglioramento dei prototipi e delle regolazioni dei parametri per ottimizzare i risultati.
È un dato di fatto che l'apprendimento pratico consente agli studenti di individuare i problemi più rapidamente, favorendo una mentalità analitica e orientata alla soluzione.

Preparazione per i lavori futuri:

Guardando al futuro, l'uso della stampa 3D in classe aiuta gli studenti ad acquisire competenze digitali allineate alle crescenti esigenze del settore. Utilizzando queste tecnologie durante la formazione, gli studenti si sentono più preparati per le attività reali che incontreranno nella loro vita professionale.
Nei corsi VET di falegnameria, queste competenze possono tradursi in una maggiore autonomia nello sviluppo di componenti, modelli e strumenti, una capacità che può essere davvero utile nel lavoro presente e futuro.

Lavoro collaborativo:

Questa tecnologia incoraggia anche la collaborazione tra studenti in classe, poiché promuove comunicazione, coordinamento e condivisione delle conoscenze tra diverse discipline come moda, ingegneria, design, arte... Non è applicabile a un solo settore, ma è una tecnologia versatile che può essere adattata a molti ambiti.

Incoraggiamento della creatività:

Avere la possibilità di trasformare le proprie idee in oggetti reali stimola la creatività degli studenti.
Alcune testimonianze di studenti della scuola superiore pubblica di Dorchester, Massachusetts, dove Formlabs e TechBoston Academy hanno tenuto un corso di stampa 3D, rivelano che, grazie all'accesso alle stampanti 3D in classe, sono riusciti a sviluppare idee innovative, prototipi reali e progetti complessi che non sarebbero stati in grado di realizzare con metodi tradizionali. Gli studenti affermano che questa tecnologia ha dato loro la libertà di sperimentare [9].

3.2 Vantaggi tecnici della stampa 3D nella formazione professionale (VET) per la falegnameria e la carpenteria

Più specificamente nel settore del legno, l'implementazione della tecnologia di stampa 3D può offrire numerosi vantaggi. Integrare questa tecnologia nei progetti consente di ampliare gli orizzonti creativi e ottimizzare il lavoro.
La stampa 3D permette di creare design nei progetti di carpenteria, offrendo la possibilità di realizzare pezzi personalizzati con motivi complessi che non possono essere ottenuti manualmente.



Figure 8: The 'Cocoon' lamp by HagenHinderdael, made using 3D printing [11].

La stampa 3D consente inoltre di migliorare la precisione e il livello di dettaglio nelle creazioni in legno. L'utilizzo di questa tecnologia garantisce finiture più raffinate che elevano la qualità dei progetti.

Inoltre, questa tecnologia ottimizza l'uso dei materiali in laboratorio riducendo gli sprechi e controllando con precisione la quantità di materiale necessaria per ciascun componente.

È vero che la realizzazione di un manufatto in legno richiede una lavorazione artigianale delicata e molto tempo, quindi in alcuni casi l'applicazione di questa tecnologia può risultare molto utile.

La stampa 3D non è un sostituto dell'artigianato, poiché si tratta di un'arte di grande valore che vogliamo preservare, ma può talvolta essere uno strumento utile perché la realizzazione di un pezzo con una stampante riduce i costi e accelera il processo di produzione e, come già accennato, minimizza lo spreco di materia prima [12], [13].

3.3 Checklist pedagogica

Introdurre la stampa 3D nella formazione professionale (VET) in ambito falegnameria non è solo un compito tecnico, ma anche un'opportunità pedagogica. Prima di progettare attività in aula, gli insegnanti dovrebbero verificare che gli obiettivi di apprendimento, il livello di preparazione degli studenti e l'allineamento con il curriculum siano chiari. Questa checklist aiuta a garantire

che la stampa 3D venga utilizzata in modo significativo, motivante ed efficace dal punto di vista educativo.

Obiettivi di apprendimento

- L'attività è allineata con il curriculum di falegnameria.
- Gli studenti comprendono la differenza tra CAD, slicing e stampa.
- Il compito rafforza il pensiero critico (individuazione dei problemi e miglioramento).
- L'attività include opportunità di apprendimento pratico.

Preparazione pedagogica

- Hai stampato un esempio del pezzo finale da mostrare alla classe.
- Hai identificato i potenziali errori che gli studenti possono incontrare (warping, fallimento dei supporti, ecc.).
- Hai preparato domande guida (ad es. Perché questo strato ha fallito? Come possiamo risolverlo?).
- Hai pianificato momenti di collaborazione tra pari e discussione di gruppo.

Adattamento dei materiali alla falegnameria

- Il modello stampato è collegato a processi reali di falegnameria (prototipi di giunzioni, ausili per utensili, dime, elementi decorativi...).
- Gli studenti possono confrontare i prototipi digitali con componenti reali in legno.

- Hai esempi che mostrano come la stampa 3D completi l'artigianato — senza sostituirlo.

3.4 Esempi di attività per la formazione professionale (VET) in falegnameria

Per aiutare i docenti a visualizzare come la stampa 3D possa essere integrata nella formazione in falegnameria, i seguenti esempi presentano attività pronte all'uso che possono essere adattate a diversi livelli e alle esigenze del laboratorio. Queste attività mostrano come la manifattura additiva possa supportare l'apprendimento, la prototipazione, la realizzazione di utensili e la sperimentazione nella carpenteria.

Progetto breve – Livello base (1–2 sessioni): Stampa di un semplice utensile da falegnameria (battuta di arresto, distanziatore, accessorio per dime)
Obiettivo: Introdurre gli studenti al flusso di lavoro della stampa 3D utilizzando un oggetto funzionale ma semplice per il laboratorio.
Descrizione: Gli studenti scaricano o creano un modello di base come una battuta di taglio, una guida di foratura o un blocchetto distanziatore. Eseguono lo slicing del modello, lo stampano e lo testano nel laboratorio di falegnameria.
Risultati di apprendimento: Comprendere il flusso STL/G-code; osservare tolleranze e precisione; collegare oggetti stampati in 3D all'uso reale in laboratorio.
Variazione: Gli studenti modificano il progetto per adattarlo a una macchina o a una misura specifica.

Progetto medio – Livello intermedio (3–4 sessioni): Progettazione e prototipazione di una giunzione complessa (ad es. coda di rondine, incastro a pettine, mortasa e tenone con geometria speciale)

Obiettivo: Esplorare le giunzioni attraverso la progettazione digitale e la prototipazione iterativa.
Descrizione: Gli studenti progettano una giunzione in CAD, ne stampano una versione in scala, valutano l'accoppiamento, regolano le tolleranze e infine realizzano la giunzione in vero legno. Questo consente di comprendere angoli, giochi e comportamento meccanico delle giunzioni prima di tagliare materiale

costoso.
Risultati di apprendimento: Sviluppare competenze di progettazione CAD; analizzare l'accoppiamento e il comportamento meccanico; ridurre lo spreco di materiale in laboratorio.
Variazione: Gli studenti confrontano più progetti di giunzione e presentano quale funziona meglio.

Progetto lungo – Livello avanzato (1–2 settimane): Progettazione di un oggetto ibrido che combina legno + parti stampate in 3D (ad es. una lampada, una piccola mensola, una maniglia, una cerniera, un pannello decorativo)
Obiettivo: Combinare l'artigianato tradizionale con la fabbricazione digitale.
Descrizione: Gli studenti realizzano un oggetto in cui gli elementi in legno sono completati da componenti stampati in 3D. Ad esempio, una lampada in cui la struttura è in legno e il paralume è stampato in 3D; una dima per il laboratorio; oppure un motivo decorativo che non può essere facilmente intagliato a mano.
Risultati di apprendimento: Comprendere il ruolo complementare della manifattura additiva; pianificare l'assemblaggio tra due materiali diversi; applicare competenze digitali e tradizionali in un unico progetto.
Variazione: Gli studenti documentano l'intero processo (progettazione →stampa →lavorazione del legno →assemblaggio).

4. Integrazione nella classe

4.1 Raccomandazione metodologiche

L'integrazione della stampa 3D in classe dovrebbe avvenire in modo graduale, poiché è preferibile iniziare con attività semplici e procedere passo dopo passo per comprendere appieno il funzionamento di questa tecnologia.

Secondo Miaulatec, la stampa 3D funziona al meglio quando si comincia con attività molto basilari, come la stampa di modelli già esistenti o di parti semplici. Questo aiuta gli studenti a comprendere l'intero processo e, lavorando per fasi e suddividendo il progetto in piccoli compiti, consente loro di afferrare completamente il flusso di lavoro necessario per creare un oggetto stampato in 3D.

Altre fonti importanti, come Formlabs, sottolineano che la stampa 3D favorisce metodologie di apprendimento pratico e l'apprendimento basato su progetti (Project-Based Learning – PBL). Potendo manipolare oggetti fisici, gli studenti comprendono meglio i concetti e diventano più coinvolti nelle attività in aula. È inoltre molto importante conoscere il livello di competenza della classe rispetto a questa tecnologia, in modo che il docente possa adattare e progettare attività adeguate al livello degli studenti, iniziando con esercizi semplici e affrontando successivamente progetti più complessi.

Prima di implementare questa tecnologia in classe, è fondamentale che gli insegnanti siano ben formati sul suo funzionamento, così da poter supportare gli studenti e condurre le lezioni in modo corretto.

In sintesi, gli aspetti più importanti per introdurre questa tecnologia in classe sono:

- iniziare con progetti pratici semplici;
- stabilire attività progressive per avanzare gradualmente attraverso tentativi ed errori;

- incoraggiare competenze trasversali legate a questa tecnologia, come creatività, lavoro di squadra e pensiero critico, per analizzare gli errori commessi e trovare soluzioni;

- accompagnare gli studenti durante tutto il processo;

- formarli all'uso responsabile delle attrezzature e dei materiali [14], [15], [16].

Una delle principali sfide nell'integrare la stampa 3D nelle classi VET è la gestione dei tempi di stampa, poiché alcune stampe possono richiedere diverse ore. Per affrontare questo aspetto, gli insegnanti possono applicare le seguenti strategie:

- Pianificare stampe che possano essere completate all'interno di una singola sessione per le attività di livello base.

- Utilizzare esempi già stampati quando si introducono nuovi concetti, consentendo agli studenti di concentrarsi sull'analisi e sulla discussione.

- Programmare stampe di lunga durata al di fuori dell'orario delle lezioni o tra una sessione e l'altra.

- Suddividere la classe in ruoli (progettazione, slicing, monitoraggio, documentazione) per mantenere tutti gli studenti coinvolti.

- Incoraggiare gli studenti a stimare i tempi di stampa e a riflettere su efficienza e ottimizzazione.

Una gestione efficace del tempo garantisce che la stampa 3D rimanga uno strumento di supporto all'apprendimento piuttosto che un ostacolo organizzativo.

4.2 Piano di implementazione

Fase 1 – Preparare l'ambiente e le attrezzature

Prima di iniziare a utilizzare questa tecnologia, è importante installare e configurare la stampante in uno spazio adeguato, ben ventilato e facilmente accessibile. È consigliabile iniziare con stampe di prova per verificare il corretto livellamento del piano di stampa, controllare l'estrusore e assicurarsi di disporre dei materiali di base, come il PLA (filamento).

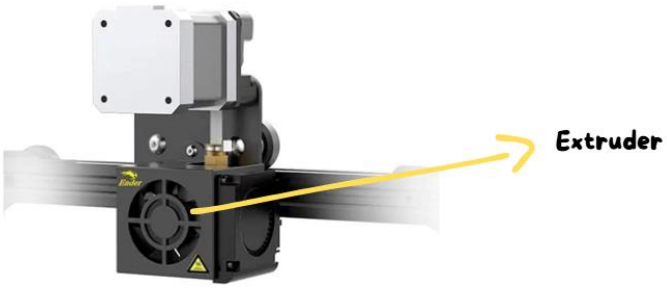


Figure 9: Extruder of a 3D printer [17].

Fase 2 – Formazione iniziale dei docenti

Prima di lavorare con gli studenti, i formatori devono avere familiarità con il funzionamento di base delle attrezzature: caricamento del filamento, avvio e arresto delle stampe, utilizzo del software di slicing e riconoscimento dei guasti più comuni.

Con docenti adeguatamente formati, le lezioni si svolgeranno in modo più fluido e l'apprendimento degli studenti sarà più efficace.

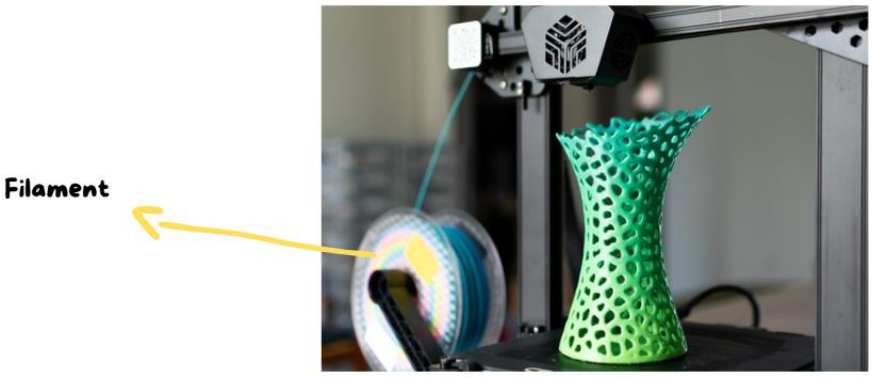


Figure 10: Filament of 3D printer [18].

Fase 3 – Introduzione alla progettazione digitale (CAD)

Questa fase dovrebbe iniziare con strumenti intuitivi e facili da usare come Tinkercad, che consentono agli studenti di progettare oggetti semplici senza richiedere molte conoscenze pregresse. Una volta acquisita familiarità con questo programma, gli studenti possono passare ad altri software più professionali e precisi; tuttavia, Tinkercad rappresenta un buon punto di partenza per comprendere il processo di progettazione.

Fase 4 – Prime esperienze pratiche

Si consiglia di iniziare il lavoro pratico con progetti semplici e già pronti. Questi esercizi permettono agli studenti di concentrarsi sul funzionamento della macchina senza essere sovraccaricati da troppi concetti. Modelli pronti da scaricare possono essere trovati online e inviati direttamente in stampa.

Fase 5 – Integrazione progressiva nei progetti di falegnameria

Una volta che gli studenti hanno compreso i concetti teorici di base e le regole operative, è possibile introdurre direttamente progetti legati al curriculum, come modelli di mobili, dime utili per il laboratorio di falegnameria, giunzioni per pezzi in legno o elementi decorativi.
La stampa 3D si presta molto bene all'apprendimento basato su progetti e consente agli studenti di attraversarne tutte le fasi; tuttavia, è importante insegnare prima la teoria d'uso e le regole di sicurezza, prima di applicarla nella pratica.

Fase 6 – Revisione e valutazione dei pezzi

Dopo ogni stampa, è importante analizzare i risultati insieme agli studenti, verificare le tolleranze, controllare l'aspetto del pezzo, individuare eventuali errori di progettazione, ecc. Questo è utile per sviluppare il pensiero critico degli studenti e migliorare le loro tecniche.

Fase 7 – Gestione e manutenzione

Può essere inoltre consigliabile assegnare agli studenti alcune responsabilità in classe.
Le stampanti 3D richiedono una manutenzione di base, ed è una buona pratica assegnare ruoli per aiutare il docente nella gestione delle macchine e dei materiali. Gli studenti possono essere responsabili del controllo del filamento residuo, della pulizia, dell'organizzazione dei file di stampa e persino della supervisione delle attrezzature.
Questa metodologia contribuisce a sviluppare autonomia e senso di responsabilità negli studenti [14], [15], [16], [19].

4.3 Checlist di integrazione nelle classi

Una volta che i docenti sono pronti a integrare la stampa 3D nelle loro lezioni, questa checklist fornisce una guida immediata per preparare, svolgere e concludere un'attività in classe. Essa garantisce che tutti i materiali, gli strumenti, le risorse digitali e i passaggi pedagogici necessari siano pronti, aiutando gli insegnanti a gestire la sessione in modo fluido e sicuro.

Preparazione della sessione

- ☐ È stato selezionato un modello semplice e pronto per la stampa, adatto ai principianti.
- ☐ Tutti i file necessari (STL e G-code) sono salvati e sottoposti a backup.
- ☐ La stampante è stata testata il giorno precedente per evitare imprevisti.
- ☐ La stima del tempo di stampa è realistica rispetto alla durata della lezione.
- ☐ Gli studenti hanno accesso a strumenti CAD adeguati al loro livello (Tinkercad/Fusion/ecc.).

Materiali e strumenti

- Filamento disponibile (PLA consigliato per l'uso in classe).
- Spatola, pinzette, stick di colla/nastro (se necessari per l'adesione al piano).
- Ugelli di ricambio o strumenti essenziali per la manutenzione.
- Porta USB/lettore SD o connessione Wi-Fi pronti per il trasferimento dei file.

Durante l'attività

- Gli studenti conoscono i loro ruoli (preparazione dei file, slicing, monitoraggio, documentazione...).
- Gli studenti sanno identificare i principali parametri di stampa:
  - altezza del layer
  - riempimento (infill)
  - supporti
  - temperatura
- È stato spiegato un flusso di lavoro chiaro: Progettazione →Slicing → Stampa →Valutazione.
- È stato previsto tempo per il post-processing (rimozione dei supporti, carteggiatura di base).

Dopo l'attività

- Gli studenti documentano i risultati (foto, schizzi, note di stampa).
- È prevista un'attività di riflessione (Cosa ha funzionato? Cosa non ha funzionato? Perché?).
- La stampante viene pulita ed è pronta per il gruppo successivo.

4.4 Consigli per i docenti

Di seguito sono riportate alcune raccomandazioni riguardanti le stampanti 3D per applicazioni educative.

Recommendation	Description
Supporto di mantenimento	Prima di acquistare una stampante, è importante verificare se l'azienda che fornisce la macchina offre assistenza tecnica ai clienti e se garantisce un facile accesso ai pezzi di ricambio. Questo è importante perché non è raro che le stampanti subiscano danni durante l'uso in classe e possa essere necessario un maggiore supporto tecnico.
Sicurezza	È inoltre importante essere informati e saper educare gli altri alla sicurezza nell'uso della stampante 3D, poiché verrà utilizzata da molte persone e deve essere impiegata in modo responsabile.
Dimensioni dell'area di costruzione	A seconda delle dimensioni, è possibile progettare oggetti diversi. Tuttavia, non è necessario disporre di un'area di costruzione ampia per imparare a stampare in 3D. Si può iniziare con qualcosa di più semplice, poiché le stampe di grandi dimensioni richiedono più tempo e costi maggiori per essere completate e potrebbero non essere l'opzione migliore all'inizio di questo percorso formativo.

Technology to use	Come accennato in precedenza, esistono diversi tipi di tecnologie di stampa 3D, quindi è importante analizzare tutte le possibilità per capire quale si adatti meglio agli studenti, all'aula e al tipo di formazione. L'opzione più economica per iniziare è la tecnologia FDM [20].

5. Sicurezza e sostenibilità nella stampa 3D

La tecnologia della stampa 3D sta diventando sempre più diffusa, ma è importante tenere presente che comporta alcuni rischi che, pur non essendo molto gravi, devono comunque essere considerati.

Uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI):

Per proteggersi dai rischi associati, è essenziale utilizzare adeguati dispositivi di protezione individuale (DPI) per tutelare gli utenti dall'inalazione di fumi o dal contatto con materiali potenzialmente pericolosi.

- Respiratori: sono necessari per prevenire l'inalazione di fumi nocivi o particelle ultrafini emesse durante la stampa. Talvolta non sono indispensabili quando si utilizzano stampanti 3D FDM, poiché le parti stampate non sono molto grandi, ma restano comunque un aspetto da considerare.

- Guanti in neoprene: questi guanti offrono protezione contro sostanze chimiche e superfici calde, poiché la rimozione del pezzo o qualsiasi movimento può comportare un rischio.

- Protezione oculare anti-schizzo: per proteggersi da schizzi di materiali liquidi o residui di processo, si raccomanda l'uso di occhiali di sicurezza o visiere.

- Tute ignifughe: queste tute possono proteggere la pelle dall'esposizione a sostanze chimiche pericolose o da possibili incendi.

Ventilazione:
Un'adeguata ventilazione è un'altra misura fondamentale nella stampa 3D per mantenere un ambiente sano.

Sistemi di ventilazione efficaci riducono la concentrazione di contaminanti aerodispersi, come i VOC (Composti Organici Volatili) o le particelle ultrafini. A tal fine, è importante:

- Sistemi di ventilazione meccanica: installare estrattori d'aria che catturino ed espellano le emissioni nocive direttamente alla fonte, oppure installare purificatori d'aria con filtri HEPA, in grado di trattenere particelle molto piccole.

- Valutazioni periodiche della qualità dell'aria: è inoltre consigliabile monitorare la qualità dell'aria nell'area di stampa per assicurarsi che i sistemi di ventilazione funzionino correttamente.

- Mantenere una pressione negativa: l'area di stampa dovrebbe mantenere una leggera pressione negativa rispetto agli ambienti adiacenti, per evitare la diffusione di aria contaminata.

- Uso di assorbenti chimici: si raccomanda l'integrazione di filtri a carbone attivo per assorbire i VOC e migliorare ulteriormente la qualità dell'aria [21].

La stampante 3D può raggiungere temperature molto elevate, pertanto è importante seguire queste raccomandazioni:

- Non toccare l'ugello o il piano riscaldato mentre un pezzo è in fase di stampa.

- Tenere la stampante lontana da cavi, tessuti o qualsiasi altro materiale infiammabile.

- Controllare costantemente i collegamenti elettrici.

- Monitorare sempre i primi strati di stampa per assicurarsi che tutto funzioni correttamente.

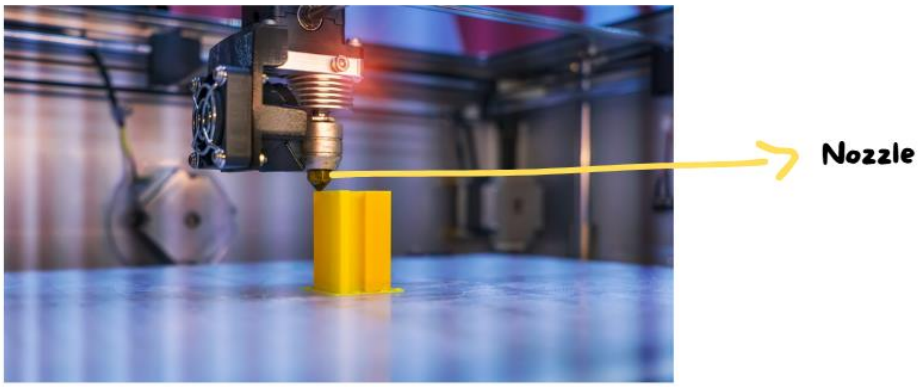


Figure 11: Nozzle of a 3D printer machine [22].

E per quanto riguarda i rifiuti generati dalla stampa 3D?

Per quanto riguarda i rifiuti che questa tecnologia può generare, che in genere non sono elevati poiché la stampa 3D è spesso un'alternativa sostenibile, è possibile adottare le seguenti azioni:

- Riutilizzo e riconversione: prima di scartare i rifiuti di stampa, si può valutare di riutilizzarli per testare o perfezionare progetti futuri, oppure convertire i filamenti avanzati in altri oggetti utili.

- Riciclo: è inoltre possibile riciclare diversi tipi di filamento. Il PLA, da un lato, è biodegradabile e può essere riciclato senza problemi. Filamenti come ABS o PETG possono essere rifusi e utilizzati per nuove stampe, se possibile e se il centro dispone delle capacità necessarie. Un'opzione alternativa, sebbene meno praticabile, è l'estrusione fai-da-te del filamento, che consiste nel triturare e fondere le stampe fallite per ottenere nuovo filamento [23].

6. Risorse aggiuntive

Title: FDM 3D Printing Tutorial

Author: UCSD Makerspace

Description: In this video, we can see a short theoretical and practical tutorial on how to use an FDM 3D printer.

Link: https://goo.su/f7KA

Title: Guide to 3D Printing

Author: Formlabs

Description: In this link you can learn how 3D printers work, explore the different types of 3D printers, materials, and explore applications of 3D printing.

Link: https://formlabs.com/3d-printers/?srsltid=AfmBOop31U6vY3A4DfpT4kC4hN7fggD0_pvgeniElRz70JmdG_DN0Sp6

Title: Loading & Removing 3d Printer Filament- A Beginner´s Guide

Author: Ricky Impey

Description: This video shows you how to load and remove filament from a 3D printer. It shows you what you need to do before loading it to start using it, and how to remove it when you want to change the material.

Link: https://goo.su/jxRwKlB

Title: 3D PRINTING 101: The Ultimate Beginner´s Guide

Author: The 3D Printing Zone

Description: Video tutorial on how to use the 3D printer.

Link: https://goo.su/UFRFV

Title: 3D Printing Guide for Teachers

Author: PrintLab

Description: More comprehensive guide on the use of 3D printing technology for teachers.

Link: https://www.stem.org.uk/system/files/elibrary-resources/2018/09/PrintLab%20-%203D%20Printing%20Guide%20for%20Teachers.pdf

7. Conclusioni

La stampa 3D è uno strumento molto utile per la modernizzazione della formazione professionale (VET) in falegnameria. La sua integrazione in classe consente agli studenti di progettare, creare, testare e migliorare tecniche e idee in modo creativo, collegando l'apprendimento teorico con la pratica reale in laboratorio.

Questa tecnologia facilita la prototipazione e la personalizzazione dei componenti e sviluppa inoltre competenze essenziali negli studenti, come il pensiero critico, la risoluzione dei problemi e il lavoro di squadra. Con una buona pianificazione progressiva e attività ben strutturate, la stampa 3D può diventare una risorsa motivante e coerente con le esigenze del settore.

Integrarla nei percorsi VET rappresenta un impegno verso una didattica creativa e innovativa e contribuisce a preparare gli studenti a ciò che è, o sarà, richiesto nel settore..

Impegniamoci a modernizzare il settore e ad adattarci al cambiamento!

Bibliography

[1] “Aula 21,” [Online]. Available: https://www.cursosaula21.com/que-es-la-impresion-3d/.

[2] "CTRL 3D," [Online]. Available: https://control3d.net/que-se-puede-imprimir-en-una-impresora-3d-filamento/.

[3] “Wheaton college massachusetts,” [Online]. Available: https://wheatoncollege.edu/academics/special-projects-initiatives/innovation-spaces/fab-lab/fdm-printers/.

[4] L. C, “3D natives,” 14 July 2022. [Online]. Available: https://www.3dnatives.com/es/impresoras-3d-sls-220320182/#!.

[5] “Caracter maker,” [Online]. Available: https://caractermaker.es/que-es-una-impresora-3d/.

[6] M. d. Haro, “intelligy,” 2020. [Online]. Available: https://intelligy.com/blog/2020/09/15/tipos-de-acabados-en-impresiones-3d/.

[7] “formlabs,” [Online]. Available: https://formlabs.com/es/blog/fdm-sla-sls-como-elegir-tecnologia-impresion-3d-adecuada/?srsltid=AfmBOor3HqVddiYA8qobkWZg3YZ1B_drLZNmS9cJImqYdMricLnUiNGa.

[8] “Advanced factories,” 24 September 2024. [Online]. Available: https://www.advancedfactories.com/aplicaciones-impresion-3d-fabricacion-industrial/.

[9] “Formlabs,” [Online]. Available: https://formlabs.com/es/blog/guia-impresion-3d-en-educacion/?srsltid=AfmBOop7wU8RXGeKvrsoXRVqtlBXfGpipGEsEzd2f8m7OmmknnfOJx8t.

[10] “All3DP,” 28 March 2024. [Online]. Available: https://all3dp.com/es/1/programas-software-impresora-3d-printer-software-3d-gratis/.

[11] “mdec,” 02 March 2023. [Online]. Available: https://www.emedec.com/impresion-3d-en-madera-todo-lo-que-necesitas-saber/.

[12] J. Lewsam, “World of WoodCraft,” [Online]. Available: https://worldofwoodcraft.com/3d-printing-in-woodworking-possibilities-and-limitations/.

[13] Imprimakers, “Imprimakers,” [Online]. Available: https://imprimakers.com/es/impresion-3d-en-madera-una-apuesta-segura-por-la-sostenibilidad/.

[14] MiAulaTec, “MiAulaTec,” 6 January 2025. [Online]. Available: https://miaulatec.com/articulos/como-implementar-la-impresion-3d-en-el-aula/.

[15] “formlabs,” [Online]. Available: https://formlabs.com/es/blog/como-empezar-a-usar-la-impresion-3d-en-el-aula/?srsltid=AfmBOooiuUJSGIWoJzieqvKaT2J0GPII1eJzmrJIN1dCGbf6DrcF80nv.

[16] “Intech3D,” 23 September 2020. [Online]. Available: https://intech3d.es/como-integrar-la-impresion-3d-en-centros-educativos-y-planes-de-estudio/.

[17] “Servitec,” [Online]. Available: https://servitec3d.com/blog/extrusor-impresora-3d/.

[18] Admin, “Mastoner,” [Online]. Available: https://www.mastoner.com/blog/borrador-automaticocolocar-filamento-impresora-3d-tutorial/.

[19] D. Stewart, “Makerbot,” 5 September 2025. [Online]. Available: https://www.makerbot.com/stories/education-needs-industry-support-now-more-than-ever/.

[20] “3DP TEACHER,” [Online]. Available: https://3dp-teacher.erasmus.site/ite/3DP%20Teacher's%20Guidebook_final_ES.pdf.

[21] Peiling, "Raise3D," 15 September 2024. [Online]. Available: https://www.raise3d.com/blog/3d-printing-safety/. [Accessed 25 November 2025].
[22] “Cults,” [Online]. Available: https://cults3d.com/es/blog/articles/como-se-limpia-boquilla-impresora-3d?srsltid=AfmBOorHXggJwsCJeyaRgdWMQOUEzFIrxwKlRTKeH1anqwnd9wgOWDno. [Accessed 25 November 2025].
[23] “ECO Recycling Today,” [Online]. Available: https://www.recyclingtoday.org/es/blogs/news/what-to-do-with-3d-printer-waste. [Accessed 25 November 2025].
[24] “formlabs,” [Online]. Available: https://formlabs.com/es/blog/fdm-sla-sls-como-elegir-tecnologia-impresion-3d-adecuada/?srsltid=AfmBOor3HqVddiYA8qobkWZg3YZ1B_drLZNmS9cJImqYdMricLnUiNGa.
[25] “All3DP,” [Online]. Available: https://all3dp.com/es/1/slicer-3d-programa-corte-impresora-3d/.
[26] [Online]. Available: https://all3dp.com/es/1/slicer-3d-programa-corte-impresora-3d/.



SHIFTVET



Co-funded by
the European Union

Cofinanziato dall'Unione europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono esclusivamente quelli dell'autore o degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione europea o del Servizio spagnolo per l'internazionalizzazione dell'istruzione (SEPIE). Né l'Unione europea né l'autorità che ha concesso il finanziamento possono essere ritenute responsabili per essi.