

Test: sei stampanti 3D più una, per la scuola

Lorenzo Guasti, Jessica Niewint-Gori, Luca Bassani

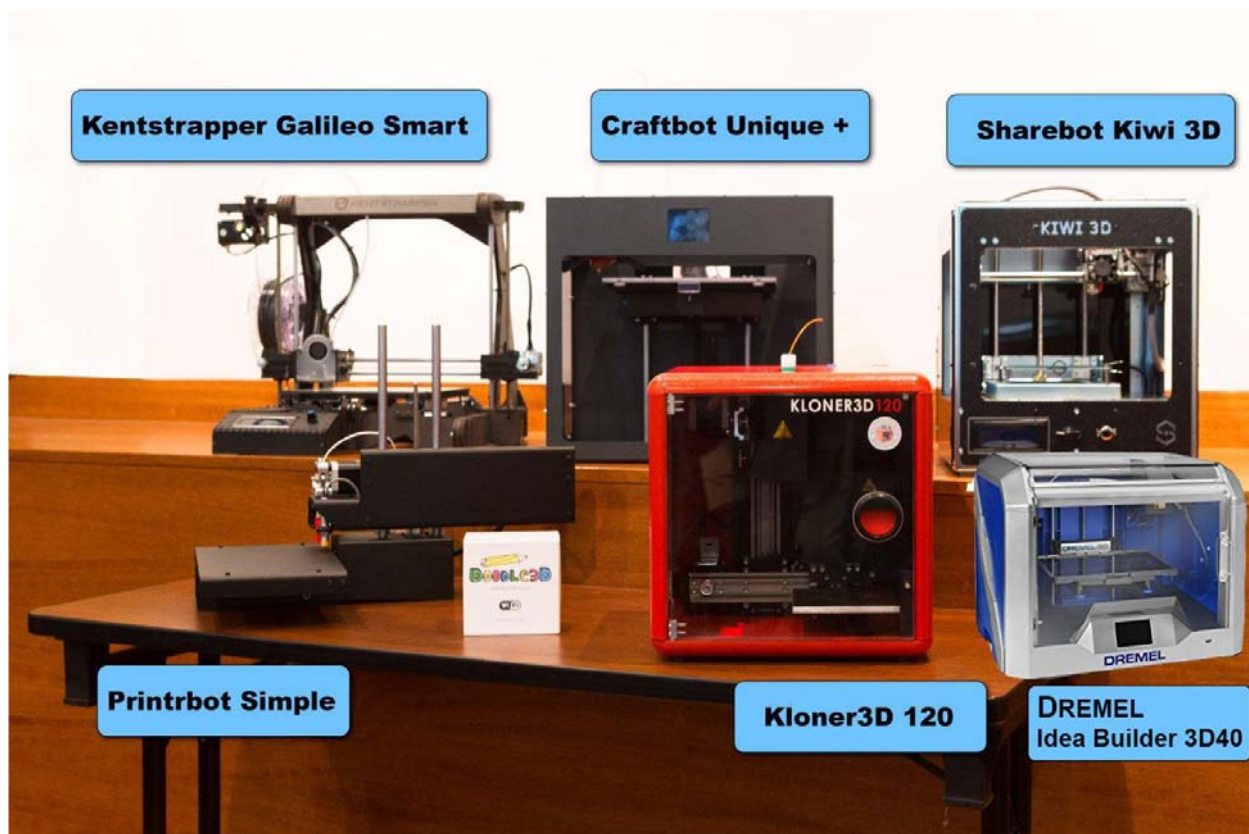
Introduzione

Da maggio 2016 ad oggi, i ricercatori di Indire, che stanno conducendo una ricerca sull'uso della stampante 3D nella Scuola dell'Infanzia e Primaria, hanno provato 6 stampanti 3D pensando al loro utilizzo in classe.



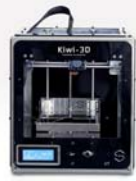



Se però da questo articolo ci si aspetta una classifica con un vincitore, rimarrete delusi.

L'Indire non è una rivista di materiale elettronico che deve necessariamente decretare la supremazia di un prodotto sugli altri, bensì un Istituto di ricerca che lavora a stretto contatto con il mondo dell'educazione e quindi questo articolo ha il solo scopo di orientare gli insegnanti, i dirigenti e chi lavora nell'ambito della scuola a scegliere la stampante 3D adatta.

Sono state analizzate sei stampanti, con la consapevolezza che non è ricoperto tutta l'offerta disponibile sul mercato. Queste sono quelle che si sono potute provare direttamente presso gli uffici dell'Indire e, soprattutto, nelle scuole dove vengono fatti abitualmente progetti di ricerca e quindi sono i prodotti realmente utilizzati in contesti scolastici.



Le sei stampanti analizzate sono, in ordine di prezzo:

					
Printrbot Simple (550€)*	Kloner3D 120 (690,00)*	Sharebot Kiwi3D (696€)*	Kentstrapper Galileo Smart (874 €)*	CraftUnique Craftbot Plus (1299€)*	Dremel Idea Builder 3D40 (1299€)**

(* i prezzi sono quelli di mercato aggiornati ad Aprile 2016 e sono da considerarsi iva esclusa tranne per la Dremel che è aggiornato a Giugno 2016 **)

E' importante fin da subito avere presente i prezzi di mercato poiché è un fattore determinante nella scelta del prodotto, ancora di più in un ambito come quello scolastico dove i soldi non sono mai sufficienti ad acquistare tutto il materiale necessario per allestire i laboratori.

E' possibile dividere le stampanti in segmenti in cui Printrbot Simple, Sharebot Kiwi3D e Kloner3D 120 costano meno di 700€, mentre la Kentstrapper Galileo Smart, la CrafUnique Craftbot Plus e la Dremel Idea Builder 3D40, costano più di 1000€.

Le caratteristiche che si ritiene siano fondamentali sono:

- involucro chiuso (protezione dalle parti in movimento e dagli elementi caldi)
- facilità di messa in opera (configurazione della macchina, installazione e configurazione dei software)
- manutenzione ai fini della stampa (cambio filo, taratura del piatto)

Inoltre, il lettore dovrà anche tenere conto del grado di scuola dove sarà collocata la stampante, poiché è evidente che una stampante con caratteristiche adatte a una scuola dell'infanzia potrebbe non essere la scelta migliore per una scuola secondaria.

Elementi hardware

Involucro

Nate come progetti sperimentali open hardware, le stampanti 3D per uso personale hanno goduto, per un certo periodo, di una sorta di vuoto normativo da un lato e dell'entusiasmo dei maker dall'altro, pronti a sorvolare su aspetti riguardanti la sicurezza pur di poter accedere a basso costo a questa tecnologia.

Quando questa tecnologia si è diffusa in ambienti pubblici come scuole, laboratori comunali, laboratori privati aperti al pubblico, si è visto un graduale recupero del rispetto delle normative, a partire dalla Certificazione CE.

Per quanto riguarda le stampanti in esame, è possibile fare le seguenti considerazioni:

Printrbot Simple

La stampante è aperta, tutti i pezzi meccanici sono liberamente accessibili. Nella fase di stampa il piatto ed il braccio che tiene l'estrusore si muovono. Per questa stampante, è da considerare che lo spazio impegnato in fase di stampa è più grande delle dimensioni reali della stampante.

La stampante ha il piano di stampa freddo. E' certificata CE.

Kloner3D 120

Una stampante con un *case* esterno misto metallo/mdf completamente chiuso. Lo sportello davanti, trasparente, rimane serrato durante la fase di stampa grazie a una serratura elettromagnetica collegata alla temperatura del piatto. La stampante ha il piano di stampa caldo. E' certificata CE.

Sharebot Kiwi3D

La stampante ha un *case* esterno in plastica con struttura metallica che copre piatto di stampa e pezzi meccanici. Il processo di stampa è svolto all'interno della stampante. La stampante è chiusa sulla parte posteriore. La stampante ha il piano di stampa freddo. E' certificata CE.

CraftUnique Craftbot Plus

La stampante ha un *case* esterno in metallo che copre il piatto di stampa e i pezzi meccanici.

Il processo di stampa è svolto all'interno della stampante. La stampante è chiusa sulla parte posteriore ed su i due lati trasparenti. Le parti anteriore e superiore rimangono aperti. La stampa si svolge all'interno della stampante. La stampante ha il piano di stampa caldo. E' certificata CE.

Kentstrapper Galileo Smart

La stampante è completamente aperta, costruita in valchromat (non risente dell'umidità ed è fiamma ritardante). L'estrusore si muove sui 3 assi all'interno dell'area di stampa. L'ingombro durante la fase di stampa corrisponde alle dimensioni della stampante.

Dremel Idea Builder 3D40

Una stampante con un *case* esterno misto metallo/plastica completamente chiuso. Lo sportello davanti, trasparente, rimane serrato durante la fase di stampa. La bobina di filo è incassata dentro la stampante e non sporge. Usa bobine di filamento dedicate di dimensione inferiore a quelle standard. E' certificata CE.

Display

Un display, anche piccolo che da informazione sullo stato della stampante o sull'avanzamento della stampa in corso può far comodo, soprattutto nell'ambiente scolastico, nel quale il computer non è necessariamente vicino alla stampante e quindi non si ha un controllo diretto della stampa in atto. Non è un elemento indispensabile ma è comunque utile.

Printrbot Simple

Senza display. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda microSD o collegando la stampante direttamente al computer con cavo USB - Mini USB-B.

Kloner3D 120

Con display touch e lettore usb e SDcard. Inoltre, la comunicazione con la stampante avviene attraverso un cavo usb. Esistono due pulsanti nella parte superiore per caricare e scaricare il filo di plastica.

Sharebot Kiwi3D

E' dotata di display LCD che si naviga con una rotellina. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda SD o collegando la stampante direttamente al computer con cavo USB - Mini USB-B.

CraftUnique Craftbot Plus

Display touch a colori tramite il quale si può eseguire la gran parte delle operazioni. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una chiavetta USB o collegando la stampante direttamente al computer con cavo USB - Mini USB-B.

Kentstrapper Galileo Smart

Display LCD che si naviga con una rotellina. I file .gcode possono essere caricati direttamente nella stampante tramite una scheda SD o collegando la stampante direttamente al computer con cavo USB - Mini USB-B.

Laddove la stampante3D è collegata direttamente al computer sarà necessario installare i drivers.

Dremel Idea Builder 3D40

Il display è touch, a colori e molto intuitivo. Oltre ai metodi standard per il trasferimento dei file, la stampante ha il collegamento wifi.

Piatto di stampa

Il piatto di stampa è importante per diversi motivi, prima di tutto dalla dimensione dipende la capacità di stampare pezzi più o meno grandi, inoltre, la qualità meccanica influisce sull'affidabilità della macchina. Se il piatto flette non possiamo sperare in un risultato perfetto perché avremo problemi di aderenza e difficoltà a staccare l'oggetto una volta stampato.

Il piano inoltre può essere a temperatura ambiente oppure riscaldato elettricamente.

Durante la stampa il filamento viene portato ad una temperatura alla quale assume una consistenza plastica fluida e può dunque essere estruso e depositato sul piano. Durante il raffreddamento avvengono molti processi che mentre modificano la consistenza influiscono sulle dimensioni (ritiro, sollevamento di un lembo, etc). Un buon piano riscaldato, riducendo tali effetti, può essere di grande ausilio soprattutto con la stampa con ABS. D'altro canto, bisogna considerare che un piatto riscaldato costituisce un elemento aggiuntivo di rischio nel caso in cui venga toccato da uno studente. Si ritiene che un'area minima di stampa di 100x100x100 mm sia sufficiente per realizzare progetti didattici in classe. E' evidente che un'area di stampa maggiore è un fattore positivo tenendo però conto che per stampare pezzi grandi è necessario anche un tempo maggiore e a scuola, soprattutto con bambini relativamente piccoli, i tempi di attesa sono difficili da gestire.

Le stampanti che si sono analizzate seguono il principio del valore commerciale della macchina, quelle della fascia di prezzo più basso, hanno una area di stampa più contenuta, la Sharebot Kiwi3D 140x100mm, la Kloner3D 120 120x120mm, la Printrbot Simple 150x150 mentre le altre due, più costose, hanno un piatto sensibilmente più grande, la Galileo Smart 200x200 e la CraftUnique Craftbot Plus 250x200

Le due stampanti dotate di un piatto di stampa riscaldato sono la Kloner3D 120 e la CraftUnique Craftbot Plus.

Calibrazione del piatto di stampa

Un aspetto importantissimo, per una buona riuscita della stampa, è il livellamento del piatto.

Affinché la plastica si depositi uniformemente il piatto deve essere perfettamente orizzontale rispetto agli assi di spostamento dell'estrusore.

Le stampanti industriali hanno dei sistemi di livellazione automatico mentre le stampanti "consumer" hanno diversi metodi più o meno ingegnosi per ottenere il risultato voluto.

Printrbot Simple

Una volta eseguita la procedura della autocalibrazione non sono più necessari ulteriori interventi. La procedura non è comunque semplicissima.

Sharebot Kiwi3D

Livellazione del piatto con aiuto di un file .gcode che si può scaricare dalla pagina della casa madre. Il piatto può essere alzato o abbassato azionando con una brugola sulle viti ai quattro lati. Utilizzando nuovamente il controller del menu, sarà stampato nuovamente un altro quadrato all'interno del primo, poi nel prossimo passo un cerchio. Si può ripetere la procedura a piacere. Finché tutte le tre stampe hanno un risultato soddisfacente.

Kloner3D 120

Non è richiesto

CraftUnique Craftbot Plus

Dal menu si lancia la procedura guidata della livellazione del patto. Munito con un foglio di carta o carta di visita, si va a misurare in 3 punti la distanza tra estrusore e piatto di stampa. Si aggiusta il piatto azionando a mano le viti sul lato inferiore del piatto di stampa.

Kentstrapper Galileo Smart

Con vite a brugola ed il programma Repetier o Cura misurando la distanza corretta tra i diversi “home” degli assi con un foglio di carta. Una procedura piuttosto macchinosa e lunga. Come tutorial sono disponibili dei video.

Dremel Idea Builder 3D40

Il piatto di stampa non è riscaldato. E' sufficientemente grande (25,x15,5 cm). La taratura è molto semplice ed avviene tramite l'interfaccia sul pannello dove una procedura guida l'utente passo passo.

Cambio del filo

Il cambio del filo è un'operazione delicata. Se non eseguita con attenzione rischia di compromettere il buon funzionamento del sistema di trascinamento e dell'estrusore. E' preferibile avere istruzioni chiare e semplici da eseguire.

Printrbot Simple

Collegando la stampante ad un computer, con il software Cura si procede per passi. Prima di estrarre il vecchio filamento è necessario azionare una molla che disabilita gli ingranaggi che portano il filo verso l'estrusore.

Sharebot Kiwi3D

Procedura semplice e semi-automatica che deve essere avviata dal menu del display LCD. Quando l'estrusore è caldo, la stampante emette un suono che segnala che segnala la possibilità di procedere. Azionando nuovamente il controller del display, si avvia il passo successivo.

Kloner3D 120

Il cambio filo avviene con procedura semi-automatica comandando le fasi con i due tasti presenti sulla parte alta della stampante.

CraftUnique Craftbot Plus

Non c'è una procedura guidata per il cambio filo. Dal display touch si riscalda prima l'estrusore e una volta raggiunta la temperatura necessaria si procede a rimuovere il filo vecchio e inserire quello nuovo comandando il trascinamento con gli appositi tasti icona.

E' anche necessario fare attenzione a disabilitare meccanicamente il trascinamento, con una apposita levetta.

Kentstrapper Galileo Smart

Procedura semi-automatica che si avvia dal menu del display LCD. La procedura è praticamente la stessa della Sharebot Kiwi3D.

Dremel Idea Builder 3D40

Il cambio filo è semplice poiché avviene in modo automatico seguendo la procedura. E' necessario usare bobine dedicate Dremel a causa della dimensione ridotta e la necessità di risiedere dentro l'apposita cavità che riduce l'ingombro complessivo.

I software

Alcuni produttori offrono versioni proprietarie (o personalizzate) del software necessario per stampare i modelli disegnati, promettendo un'estrema facilità d'uso. In generale, per tutte le stampanti, il problema principale non è la complessità del software, quanto i parametri corretti di stampa, gli accorgimenti per evitare deformazioni e il distacco della parte bassa, la calibrazione del piano di stampa e dell'estrusore. Nozioni che si imparano lavorando con la stampante.

La parte relativa allo "slicing" (la preparazione delle sezioni del modello da riempire con il filamento fuso) è in ogni caso abbastanza semplice quando si conoscono i parametri di configurazione e si è acquisito una certa esperienza e in queste condizioni i software si possono considerare equivalenti. Lo stesso ragionamento non è possibile farlo quando la stampante è in mano a persone inesperte come possono essere gli insegnanti a scuola, in questo caso maggiore è la semplicità del software e maggiori saranno le probabilità che la stampa riesca bene. In questa valutazione si bilancia da un lato i fattori positivi che si riscontrano in un software open source, dall'altro lato i vantaggi relativi all'ottimizzazione di un software scritto e concepito specificatamente per un determinato modello di stampante, dove i parametri sono preimpostati.

Utilizzo dei programmi di slicer (dal file .stl al file .gcode)

I file che vengono prodotti quando si salva un oggetto progettato con un cad 3D sono quasi sempre di tipo .stl (STereoLithography). Questo file descrive la geometria della superficie di un modello 3D. Per stampare bisogna tradurre il file .stl in un file .gcode ottimizzato per la stampante in possesso. Esistono diversi programmi, anche open source come Repetier, Cura o Slic3r, che traducono il file .stl in sequenze di istruzione ottimizzate per la stampante 3D, nel formato .gcode. Gli oggetti vanno letteralmente "affettati" per creare l'oggetto strato per strato.

Il file .gcode può essere caricato nella stampante in diversi modi, per esempio caricando il file .gcode su una chiavetta USB o una scheda SD e poi inserirla nella stampante, o connettendo la stampante direttamente al computer e comandare la stampante direttamente dal programma di slicing. La prima ipotesi consente di

tenere la stampante fuori dalla classe, ad esempio in uno spazio polifunzionale per farla utilizzare da più insegnanti contemporaneamente.

Quando si utilizza un software di *slicing* nativo per una determinata stampante, questi valori sono già stati impostati dalla casa madre.

Le stampanti analizzate presentano le seguenti caratteristiche:

Printrbot Simple

Utilizzo di Cura con il file di profilo .ini scaricato dalla pagina della Printrbot Simple. Possibilità di collegare la stampante direttamente al computer con i driver messo a disposizione sulla pagina web della casa produttrice.

Sharebot Kiwi3D

Le stampanti Sharebot sono aperte a tutti i software open source. La casa madre vi offre la possibilità di scaricare dal suo sito un bundle contenente tre profili di stampa preimpostati per la Sharebot Kiwi3D. Questo bundle è preparato appositamente per Slic3r e può essere installato molto semplicemente all'interno del software. Sarà sempre possibile modificare questi parametri e impostarli a proprio piacimento. C'è anche la possibilità di scaricare il file .ini per Cura.

CraftUnique Craftbot Plus

Slicer nativo, fornito insieme alla stampante. Programma chiamato *Craftware 1.13 beta #25088* . Il software è da scaricare dal sito. Poi si procede alla stampa salvando il file .gcode sulla chiavetta USB o nel caso che la stampante è direttamente attaccato al computer, via cavo USB, si lancia la stampa direttamente. Non prevede un lettore per una scheda SD.

Kloner3D 120

Slicer nativo derivato da Cura e modificato con il profilo della Kloner. Noi abbiamo provato la versione del software : *Kloner3D 14.09.04* La stampante deve essere connesso con il computer via cavo usb, non c'è la possibilità di utilizzare una chiavetta USB o una scheda SD.

Kentstrapper Galileo Smart

Si utilizza Cura con il profilo che si scarica dal sito della Kentstrapper. Il gcode deve essere caricato su una scheda SD o il computer deve essere connesso alla stampante (USB) con i propositi driver, da scaricare dalla pagina di supporto della casa produttrice.

Dremel Idea Builder 3D40

La Dremel usa un software Autodesk opportunamente personalizzato, si chiama Print Studio. Attraverso questo software è possibile creare i file .gcode pronti per la stampa.

Utilizzo di Doodle3D

[Doodle3D](#) è un dispositivo hardware che si connette via USB alla stampante e che fornisce, via wifi, l'accesso a una web-app di disegno concepita per bambini di 5/7 anni. Il punto di forza di Doodle3D è che permette di evitare l'operazione di slicing, poiché essa avviene in modo automatico al suo interno. Una volta disegnato, basta premere il pulsante PRINT e la stampante inizia a lavorare. Per lavorare in modo ottimale si deve usare una stampante certificata compatibile con Doodle3D. Purtroppo la lista delle stampanti non è completa e molti modelli non sono ufficialmente supportati. Questo non deve scoraggiare chi possiede una stampante apparentemente non compatibile poiché, se lo strumento è basato su firmware Marlin molto probabilmente sarà possibile usarlo lo stesso utilizzando l'opzione "generic marlin printer" lasciando tutte le impostazioni invariate eccetto la dimensione del piatto che si adatta alle dimensioni dell'area stampa del modello scelto. Sulla base della nostra esperienza diretta, elenchiamo in seguito l'opzione che ottimizza al meglio le operazioni di stampa con i modelli a nostra disposizione. L'unica stampante, tra quelle esaminate che è ufficialmente supportata da Doodle3D è la Printrbot Simple, le altre vengono utilizzate tramite driver generici compatibili che consentono una operatività buona ma non perfetta.

La stampante Dremel Idea Builder 3D40 a quanto ci risulta non è compatibile con Doodle3D.

Altri elementi importanti

Materiali consumabili

Sono da preferire le stampanti che supportano il maggior numero di materiali (PLA, ABS, etc.).

Ad esempio, realizzare una stampante che tratta solo il PLA è meno costoso che realizzarne una che stampi anche in ABS ma è un limite talvolta molto grosso poiché i diversi materiali hanno diverse proprietà (estetiche, di resistenza, durezza, flessibilità etc.) e durante la progettazione può capitare di avere necessità diverse. Per la scuola è raccomandabile usare materiali con il minor impatto sull'ambiente e sull'aria e tra PLA e ABS è da preferire il primo che è un termopolimero generato dalla fermentazione del mais, non è biodegradabile in condizioni naturali ma è idrosolubile a temperature superiori a 70-80°C che è il materiale con cui è fatto il LEGO. Bisogna fare anche attenzione alle stampanti che usano cartucce proprietarie acquistabili solo dal fornitore della stampante. Questo può creare svariati problemi. Il primo è quello del costo (alcuni materiali "proprietary", che in realtà sono assolutamente comuni ma confezionati diversamente costano 5-8 volte in più del normale). Il secondo, ancora più importante è quello dell'approvvigionamento. E se il produttore della stampante smettesse di fornirlo tra un anno o due, perché ha aggiornato i modelli, che utilizzano cartucce di formato diverso? Si chiama "obsolescenza programmata", ed è un fenomeno piuttosto diffuso per obbligare l'acquirente ad un nuovo acquisto quando la macchina è ancora perfettamente funzionante.

Le cinque stampanti analizzate presso Indire utilizzano tutte bobine di filo standard di diametro 1.75mm. La Dremel Idea Builder 3D40 usa bobine proprietarie che hanno una dimensione ottimizzata per il vano presente sul lato della stampante anche se la dimensione del filamento è la stessa.

Assistenza

Le stampanti sono prodotte in Italia (Kentstrapper, Kloner3D, Sharebot), Ungheria (CraftUnique), Americana (Printrbot e Dremel). L'importante, se devono essere messe in una scuola, è che abbiano il marchio CE e che il fornitore o il distributore sia una azienda consolidata in modo da fornire anche nel futuro l'assistenza necessaria.

Conclusioni

Come era stato preannunciato in partenza, non è possibile decretare la stampante “perfetta” perché ogni prodotto ha delle caratteristiche positive e dei punti deboli. E' però possibile individuare degli ambiti ottimali di utilizzo, basati sull'esperienza maturata durante l'attività di ricerca di Indire. L'elenco che segue rappresenta le considerazioni per ogni stampante utilizzata.

Printrbot Simple

Per le sue dimensioni contenute, la stampante è facilmente trasportabile ed è perfetta se non si ha un luogo dove poterla lasciare sempre installata. Appartiene alla categoria delle stampanti senza involucro esterno e per questo motivo, si adatta meglio a un grado di scuola superiore, o laboratori gestiti da operatori esperti. L'area di stampa contenuta limita i progetti più ambiziosi. E' molto solida.

Sharebot Kiwi3D

La stampante, prodotta in Italia, ha un involucro non completamente chiuso ma sufficiente per proteggere le mani degli studenti da eventuali contatti. Il piatto di stampa è abbastanza delicato e richiede spesso di essere tarato. L'area di stampa può soddisfare la maggior parte dei progetti che si possono fare a scuola. Adatta per tutti i gradi di scuola, dalla materna in su.

CraftUnique Craftbot Plus

La stampante è chiusa su tre lati e protegge molto bene da contatti accidentali. E' la stampante più grande tra quelle analizzate (insieme alla Galileo Smart) e consente di stampare pezzi anche di dimensioni elevate che necessitano di molte ore di operatività. Lo schermo touch screen facilita molto l'utilizzo rendendo le operazioni intuitive, inoltre il software è proprietario e quindi già ottimizzato per la stampa. E' una delle stampanti più costose tra quelle prese in considerazione

Kloner3D 120

La stampante rappresenta la miglior soluzione (insieme alla Dremel) se si ha come priorità la sicurezza. E' chiusa su quattro lati, con sportello di sicurezza. E' pensata per la scuola, ha comandi semplici ed essenziali. Il software è personalizzato per ridurre al minimo le operazioni tecniche. L'area di stampa ridotta non permette di concepire progetti molto voluminosi e dunque è preferibile per scuole di basso grado (Infanzia e Primaria) dove la priorità va alla sicurezza e ai ridotti tempi di stampa.

Kentstrapper Galileo Smart

La stampante è completamente aperta ed ha un'area di stampa molto grande che da spazio a ogni tipo di progetto, senza grosse limitazioni. Il costo è relativamente elevato essendo la più costosa tra quelle analizzate. Per la sua conformazione aperta è più adatta a scuole di grado elevato o a laboratori attrezzati.

Dremel Idea Builder 3D40

La stampante, essendo prodotta da un grande fornitore a livello mondiale, presenta rifiniture ottimali e una ingegnerizzazione dei processi di alto livello. E' semplice da usare e sicura essendo completamente chiusa. Durante la prova effettuata si è comportata egregiamente.

Produttore	Modello	Costo €	CE	Materiale	Area di stampa (mm, XYZ)	Piatto riscaldato	Involucro chiuso	Display
Printrbot	Simple metal	~ 750	sì	PLA	150x150x150	optional	no	no
Kloner3D	120	~ 850	sì	PLA/ABS	120x120x120	sì	sì	sì
Sharebot	Kiwi3D	~ 850	sì	PLA	140x100x100	no	sì	sì
Kentstrapper	Galileo Smart	~ 870	sì	PLA/ABS	200x200x160	optional	no	opzionale
CraftUnique	CraftBot Plus	> 1000	sì	PLA/ABS	250x200x200	sì	sì	sì
Dremel	Idea Builder 3D40	> 1000	sì	PLA	255x155x170	no	sì	sì