

E tu che

La rivoluzione è già in atto e coinvolgerà sempre più l'ideazione, la produzione e la distribuzione delle merci.

Bambole, strumenti musicali, case e auto: ormai, tra il dire e il fare, c'è solo un clic sulla stampante 3D.



cosa crei oggi?

Nel deserto, una truppa di militari è pronta per una missione delicata. I soldati sono in fila di fronte alla stampante 3D del reparto, in attesa che sia pronta la loro dotazione: droni e robot teleguidati per esplorare il territorio e una mappa tridimensionale della zona. Nello stesso momento, a migliaia di km di distanza, un dentista inserisce un piccolo scanner nella bocca di un paziente: sta riprendendo un molare superiore per realizzare in tempo reale una nuova corona in ceramica identica all'originale. Nel ristorante dall'altra parte della strada, lo chef ha lanciato la stampa del dessert che servirà a cena: un tiramisù a quattro strati, a base di cioccolato, crema di fragole, mousse di ananas e panna. La macchina inietta gli ingredienti in una coppetta alternandoli con sapienza per disegnare il logo del ristorante.

Rivoluzione industriale 2.0. Entro pochi anni questi scenari non saranno più fantascienza. La rivoluzione è già iniziata: la stampa 3D. Già oggi è possibile realizzare oggetti tridimensionali stampandoli strato su strato e utilizzando svariati materiali: polimeri termoplastici, ceramiche, metalli, fibre sintetiche. Persino cioccolato. Con questo sistema si costruiscono parti di auto introvabili, gioielli impossibili da cesellare con le tecniche tradizionali, oggetti d'arredo. C'è perfino chi sta sperimentando tecniche per creare organi umani artificiali: l'americana Organovo ha creato una stampante, la Novogen Mmx Bioprinter, che impegna come "inchostro" cellule umane e le dispone in forma di tessuti tridimensionali, per testare medicinali. Un domani, forse, potremo "stampare" organi partendo dalle cellule del paziente ed eliminare così la necessità di ricorrere a donatori. Nel settore auto, l'azienda canadese Kor Ecologic sta invece sviluppando un'utilitaria a basso costo, la Urbee, che sarà stampata in 3D: chi ne vorrà una andrà sul sito dell'azienda per scegliere co- ➤

» stampa in 3D le idee dei clienti e poi le consegna a domicilio. «Mischiamo i componenti, si potranno creare nuovi materiali, con caratteristiche uniche. Si potranno unire materiali morbidi e duri, rigidi ed elastici e verificare le loro prestazioni» realizzando un unico esemplare per i test, senza avviare produzioni di serie. Unite questa opportunità alla possibilità di condividere ogni progetto o idea in open-source sul Web e abbiamo a portata di mano una vera e propria rivoluzione. Pensare oggetti nuovi, condivisi e realizzabili da ciascuno a casa propria». Un giorno potremo produrre tutto con le nostre home 3D printer: dagli oggetti di arredamento agli elettrodomestici, dalle decorazioni di Natale ai vestiti.

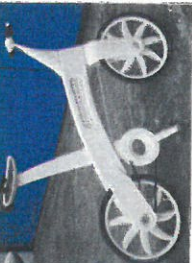
La casa stampata. Un ingegnere italiano, Enrico Dini, è convinto che con questa tecnologia costruiranno le nostre case. Dini ha inventato una stampante di 6 x 6 metri, che usa come "inchiostro" una sabbia minerale, poi compattata da un legante di formulazione speciale: si ottiene così la consistenza di un marmo. La sua società, D-Shape, ha al suo attivo già diverse opere, soprattutto sculture. Ma l'obiettivo è realizzare case. «Nonostante le dimensioni» dice «la mia stampante è facile da smontare e trasportare, per collocarla sul posto della costruzione, ed è in grado di sviluppare un edificio dalle fondamenta, partendo dal progetto Cad dell'architetto. Ogni elemento è stampato, dalle parti strutturali alle intercapedini per il passaggio»

Dal design 3D alla produzione: oggetti in nylon, leggeri, resistenti e... funzionanti

100 miglia l'ora. Pochi minuti e l'aereo è stampato e pronto a volare.



Stampa e pedala. La bicicletta da 3D pesa il 65% meno di una normale.



Musicisti fai da te. Il violinista Sebastiano Frattini suona lo strumento realizzato attraverso la tecnologia di stampa 3D.



Sorprendenti creazioni. Una bimba segue la stampa di oggetti 3D alla fiera di computer graphic e tecnologie emergenti a Vancouver.



90 minuti

Il tempo necessario per stampare con Sharebot una statuetta alta 10 cm vuota all'interno.



Sharebot, italiana e a basso costo

Tra le tante stampanti 3D da scrivania apparse di recente ce n'è una tutta italiana. Sharebot, inventata da Andrea Radaelli (foto), ex tecnico di macchine a controllo numerico che si è messo in proprio con un start-up. Sharebot costa 907 euro. «Consente di stampare oggetti 3D con un formato massimo di 20x20x20 cm. I materiali impiegati sono l'ABS, cioè lo stesso polimero usato per i Lego, e il PLA, o acido polilattico, una bioplastica ottenuta dal mais» spiega Radaelli.

Versione Beta. Il progetto è stato sviluppato da Andrea con l'aiuto di Frankenstein Garage, un gruppo di "maker" milanesi che lo ha aiutato

» gio di cablaggi e tubature, dalle scale interne fino ai decori».

gli esempi della versatilità del sistema non mancano. Alice Taylor, una giovane game-designer inglese, si è inventata le Makies, bambole stampate in 3D che ciascuno può progettare da un sito (www.makies.com), vestendole e personalizzandole come vuole, e poi comprare online. «Con le Makies abbiamo rivoluzionato il modo di produrre giocattoli» sostiene Alice. «Di solito un'industria di giocattoli fa un progetto e poi deve andare in Cina per avviare una pre-produzione a costi accessibili per un test di mercato. Noi stampiamo un pezzo alla volta, realizziamo bambole uniche e personalizzate dal cliente e lo facciamo

1,5 miliardi

di dollari: il volume di affari stimato delle stampanti 3D (compresi i materiali e servizi). Nel 2016 si stima arriverà a 3,1 e nel 2020 a 5,2.

mo a casa nostra, vendendo l'idea sul Web». Simile l'esperienza di Olaf Diegel, professore di Meccatronica alla Massey University di Auckland, in Nuova Zelanda. Appassionato di musica, ha realizzato chitarre elettriche dalle forme più strane sul suo sito (www.odd.org.nz). E ha ideato un robotino da stampare in 3D. «Ognuno lo può personalizzare come vuole e usare a scopi didattici: tutto quanto è necessario per realizzarlo è scaricabile gratis online».

Diffusione virale. Una comunità open-source, che ha l'obiettivo di democratizzare il più possibile questa tecnologia, ha lanciato il progetto RepRap, ovvero una stampante autoreplicante, in gra-

do di stampare anche parti di se stessa. Molte aziende fanno ampio uso della stampa 3D per accelerare la messa a punto di nuovi prodotti. È il caso di Converse e Clarks, produttori di scarpe che così realizzano i prototipi delle loro calzature. Anche l'italiana Alessi ha usato il 3D printing per migliorare design e funzionalità di alcuni prodotti, come la caffettiera La Cupola. Il rovescio della medaglia? Negli Usa già si registrano le prime cause di violazione del copyright, intentate da aziende che hanno visto i propri prodotti ricreati senza autorizzazione. Insomma, la manifattura additiva ci renderà liberi, ma solo se rispetteremo le regole. ■

Riccardo Oldani

C'è chi ha ideato stampanti autoreplicanti per diffondere la tecnica

Golosità digitali. La macchina che consente di disegnare cioccolatini di tutte le forme.



Nano stampanti. Sono ad altissima risoluzione e consentono di riprodurre oggetti in ogni dettaglio come mini cattedrali o auto da Formula 1 grandi quanto un granello di sabbia.



Urbee, l'ibrida. Per due passeggeri, ad energia solare, l'auto si stampa.





Stampare in 3D ora è realtà!

Disegnare un oggetto sul proprio computer, e averlo pochi minuti dopo nelle proprie mani. È quello che permettono di fare le stampanti 3D, macchine che stanno diventando sempre più convenienti e alla portata di tutti.

Il mondo del computer, si sa, è prevalentemente virtuale e immateriale. E negli ultimi anni il passaggio al digitale ha dematerializzato molti oggetti fisici alla cui presenza eravamo abituati da anni.

Scattiamo migliaia di foto con gli smartphone, ma quasi nessuna viene stampata, e gli scatti rimangono presenti in forma virtuale in Rete. La musica che ascoltiamo ci arriva senza essere mai transitata su un CD o su un LP. I film arrivano da Internet e non più dai DVD. Tutto è fatto di bit, tutto è informazione immateriale. Eppure, c'è un fenomeno in sordina che si sta diffondendo e presto potrebbe esplodere: quello della stampa in 3D. Forse il nome non rende bene l'idea. Si dovrebbe piuttosto parlare di produzione di oggetti tramite computer. Non è una

novità, anzi, sono decenni che le aziende utilizzano macchine utensili e robot pilotati da computer per produrre ogni tipo di oggetto. Tecnicamente si chiama CAM, Computer Aided Manufacturing.

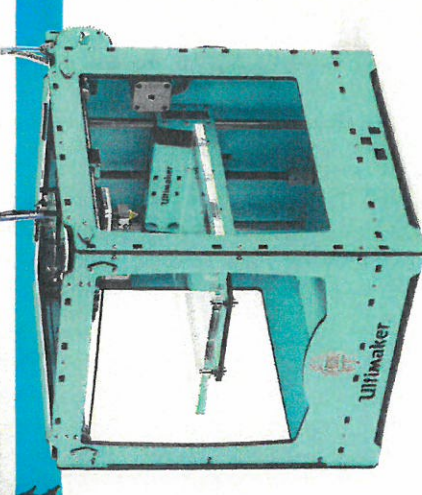
Per produrre oggetti in plastica in migliaia di esemplari, le aziende utilizzano tecniche come lo stampaggio a estrusione: ma visto che gli stampi necessari costano decine di migliaia di euro, si preferisce prima realizzare singoli prototipi per verificare che l'oggetto risponda alle attese. Questi prototipi vengono realizzati grazie a costosissime macchine capaci di creare gli oggetti direttamente dal file CAD, depositando uno sopra l'altro sottili strati di materiale plastico. La grossa novità è che ora la tecnologia ha permesso di creare macchine di questo tipo a costi abbordabili anche

per gli hobbisti. Molte stampanti 3D sono ampiamente sotto i 2000 euro, alcune si collocano attorno ai 1000, e il trend è in rapido calo.

Oltretutto, il "fenomeno" del 3D Printing è fortemente supportato dai movimenti del software libero e dell'open source. Questo vuol dire che



La Replicator 2X è il modello di punta di MakerBot, e costa circa 2800 dollari più IVA e dogana. Produce modelli fino a 24,6x15,2x15,5 cm, in ABS o altri materiali, con risoluzione di 11 micron in XY e 2,5 micron in Z. Ha il doppio estrusore e base e camera riscaldata. Il software supporta Windows, Mac e Ubuntu.



L'inglese Ultimaker vende la stampante omonima in scatola di montaggio per circa 1500 euro, e preassemblata per circa 2000. Questa macchina può produrre modelli fino a 23x23x20,5 cm con una risoluzione di 0,0125 mm. È basata su un progetto open source sia hardware che software.

c'è una grande comunità impegnata nella messa a punto degli strumenti necessari, sia dal punto di vista software, sia da quello hardware. Tanto per fare un esempio, la stampante più usata a livello mondiale è un progetto open source: chiunque può costruirla. I piani di progetto e il software sono pubblicati su un sito Web di tipo "wiki", e ovviamente sono ben accette proposte di modifica e personalizzazione. Per molti versi, la stampa

3D è parente stretta del bricolage, e molti "maker", così si definiscono coloro che realizzano oggetti con questa tecnologia, sono anche bricoleur che hanno sposato la loro passione per l'informatica con il loro hobby "manuale".

Cosa si può produrre? L'unico vero limite fisico è il volume massimo dell'oggetto, che varia da stampante a stampante: dai 10x10x15 cm dei modelli più piccoli ed eco-

Produttori di stampanti

Il mercato delle stampanti 3D si sta rapidamente espandendo. Anche per un hobbista il mondo fra i quali scegliere sono numerosi, anche se di fatto usano tutti la stessa tecnologia, quella ad estrusione. Di più, molti apparecchi derivano da un punto di vista progettuale, da apparecchiature open source, spesso modificate a livello amatoriale per ottenere maggiore versatilità, per esempio con l'uso del doppio estrusore per usare due materie plastiche diverse, o per avere maggiore precisione usando step più piccoli, o ancora ingrandendo le dimensioni per poter creare modelli di maggiori dimensioni. Quindi, soprattutto se si è appassionati di fai da te, il primo

Come funziona la stampante 3D

In realtà, come per le comuni stampanti esistono diverse tecnologie di funzionamento, per esempio ink-jet e laser, anche le stampanti 3D non sono tutte uguali. **Tutte infatti costruiscono il modello sovrapprendendo uno alla volta sottilissimi strati di materiale**, ma le diverse tipologie di macchine usano materiali diversi e metodi diversi per "fissarli". Le tecnologie più usate sono quattro, anche se una sola è realmente alla portata degli hobbisti. Ecco come funzionano.

Stereolitografia

Le stampanti stereolitografiche usano come materiale da costruzione un liquido che solidifica quando colpito da raggi ultravioletti. Il piano di produzione viene quindi cosparsa con il liquido e un laser a ultravioletti "disegna" lo strato, rendendolo istantaneamente solido. A questo punto il piano si abbassa e il laser disegna il secondo strato, sopra quello precedentemente solidificato. Procedendo rapidamente, con strati da 0,05 a 0,15 mm, la macchina può produrre modelli completi in tempi brevissimi.

SLS

Le macchine che usano la Selective Laser Sintering funzionano in modo simile alle stereolitografiche, ma il materiale da costruzione è costituito da speciali polveri, che possono essere fuse da un laser di potenza a impulsi. Il vantaggio delle macchine SLS è che possono usare indifferentemente polveri plastiche o metalliche, rendendo possibile realizzare oggetti anche molto complessi e funzionali.

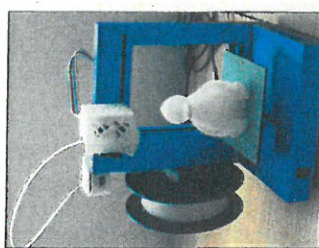
PolyJet

Le stampanti PolyJet somigliano alle ink-jet. Esse infatti costruiscono il modello spruzzando da una testina multi-ugello un liquido che solidifica quando esposto ai raggi ultravioletti. Tutto il piano di produzione è illuminato da potenti lampade UV, in modo che il liquido solidifichi appena spruzzato.

FDM

La Fused Deposition Modeling è la tecnologia di gran lunga più diffusa sulle macchine economiche. La stampante, per molti versi, è un incrocio fra un plotter, un ink-jet e un ascensore. In particolare, il piano dove si forma l'oggetto è mobile lungo l'asse verticale, come un ascensore. All'inizio del processo, il piano si posiziona in alto, appena sotto il sistema di estrusione. Quest'ultimo funziona un po' come la testina di un ink-jet: esso riceve dall'alto il filamento del materiale plastico, e lo riscalda per mezzo di resistenze, fino a farlo fondere. La plastica fusa fuoriesce, tecnicamente "viene estrusa", dalla parte bassa dell'equipaggio mobile e cola sulla superficie dove si formerà l'oggetto. Il sistema di estrusione si muove sui due assi orizzontali, grazie a un sistema di ingranaggi mosso da due motori passo passo, analogo a quello che si usava nei plotter CAD a penna molto comuni negli anni '90. Il processo di creazione prevede che l'estrusore disegni un sottile strato dell'oggetto depositando un filo di plastica fusa, che raffreddandosi solidificherà immediatamente; alla fine di ogni strato, il piano di appoggio si abbasserà di qualche decimo di millimetro e l'estrusore disegnerà un nuovo strato, continuando fino alla fine della creazione. Da un punto di vista meccanico, le stampanti FDM possono essere divise in diverse varianti. Per esempio, molti progetti open source prevedono che il piano di appoggio dell'oggetto in costruzione si sposti non solo in verticale (asse Z), ma anche in una direzione orizzontale (asse Y) mentre la testina si muoverà solo lungo il restante asse X.

Questa è una semplice stampante 3D di tipo FDM. La bobina a sinistra contiene il filamento bianco che arriva fino all'estrusore. Quest'ultimo si può muovere solo lungo l'asse X, mentre la piattaforma dell'oggetto può muoversi sia lungo l'asse Y, sia in verticale sull'asse Z, in modo da permettere la creazione dell'oggetto uno strato alla volta.



TEST
STAMPANTI
3D

ANCHE A CASA

Sfida tra due **STAMPANTI 3D PER LA CASA**: una di tipo economic ed una costosa. Saranno all'altezza di offrire stampe di qualità?



Anche il logo di **COMPUTER BILD** può essere un ottimo elemento da stampare in 3D.

Nella redazione di **COMPUTER BILD** non arrivano tutti i giorni dispositivi hi-tech rivoluzionari, ma, quando in laboratorio sono iniziati i test delle stampanti 3D, tutti i collaboratori hanno voluto toccarle e vederle funzionare: ciò dimostra che gli esperti hanno ragione ritenendo le stampanti 3D "the next big thing". Sugli scaffali dei rivenditori si trovano già i primi dispositivi che potrebbero interessare anche i privati: due di questi sono la **FreeSculpt 3D** di Pearl, in vendita all'incredibile prezzo di 800 Euro e la **Ultimaker** a 2080

Euro. **COMPUTER BILD** ha voluto accertarsi se conviene già prendere in esame l'acquisto o se è meglio attendere l'uscita dei dispositivi di prossima generazione.

Come si presentano?

La prima impressione: la stampante 3D di Pearl si presenta come un "incrocio" tra un frigo portatile e un forno da bambini. La rivale **Ultimaker** vanta invece una parziale struttura in legno compensato, che, derivando da rami d'albero lavorati, può richiamare la natura. Per gli amanti del fai-da-te esiste addirittura

un kit per costruirselo, con un risparmio di circa 600 Euro.

Disimballata in un attimo

Per quanto riguarda la struttura e facilità d'uso, il modello sorprendentemente economico di Pearl gode di un leggero vantaggio: lo spettro a **Ultimaker** basterà infatti estrarre la stampante dall'inballare la spina nella presa e avviare il dispositivo. Il materiale per la stampa è già installato e la scheda SD in do-

tazione contiene già alcuni oggetti da scegliere, che potranno essere creati immediatamente. **Ultimaker** richiede invece una maggior esperienza tecnica. Anche se il dispositivo si presenta già assemblato, alcuni componenti necessitano di essere fissati al case e bisogna procedere all'installazione del materiale da utilizzare per la stampa. Le indispensabili istruzioni non sono in dotazione ed è possibile recuperarle solo con un'intensa ricerca online. Una volta supe-

rato questo ostacolo, l'utilizzo si rivela semplice come quello del dispositivo di Pearl. Per prima cosa gli esperti di **COMPUTER BILD** hanno fatto uso di alcuni dei file modello in dotazione, che dovrebbero fornire un "assaggio" del processo di stampa.

Materiale, costi, durata

Entrambe le stampanti utilizzano dei roccetti di filo di materiale plastico, di diverso colore, da posizionare sul retro dei dispositivi. Entrambi i modelli lavorano con la tecnica della stratificazione per fusio-

ne, che provvede a riscaldare il materiale plastico e a depositarlo su un piatto attraverso un ugello mobile. L'oggetto viene quindi creato dal basso verso l'alto in strati estremamente sottili, come le fondamenta di una casa. Il costo del materiale e di esercizio è estremamente basso: la stampa di oggetti di piccole dimensioni costa, di regola, solo qualche centesimo di Euro. Il procedimento richiede però una certa pazienza: per un oggetto grande quanto un dito pollice, la stampante, a seconda della qualità desiderata, necessita di quasi due ore.

Odori, rumorosità, fastidiosità
Entrambe le candidate al test iniziano finalmente il loro lavoro, ma una di queste ci fa arricciare il naso. Il dispositivo di Pearl, con il suo case compatto, tutto di plastica, sprigiona un penetrante odore di sostanze chimiche. Non appena il materiale per la stampa a base di petrolio si scalda, l'olfatto percepisce l'odore violentemente. Anche i rumori provocati dal processo di stampa sono



Economica
FreeSculpt 3D
di Pearl
a 800 Euro



Costosa
Ultimaker
al prezzo di
2080 Euro

...E ORA STAMPO TUTTO IN 3D!

A SAPERE TAMPANTI 3D

MakerBot Replicator Dual

Svelati tutti i segreti della **TECNOLOGIA RIVOLUZIONARIA** che permette di creare dal nulla oggetti su misura!

In principio c'era la stampa 2D, quella che ognuno di noi utilizza tuttora e che ci permette di stampare testi e immagini direttamente su carta. Ora è finalmente giunto il tempo della sua naturale evoluzione: la stampa 3D, che consente invece di creare modelli 3D del tutto reali e proporzionati con forza come se la candidata a rivoluzionare il settore industriale. In parole povere, la prossima novità introdotta dalla stampa 3D consiste nella possibilità di creare componenti unici a costi vicini a quelli della produzione in serie; con il vantaggio però che gli oggetti possono essere duplicati fedelmente e limitatamente partendo da progetti realizzati con un software di modellazione 3D. Si annuncia, quindi, una rivoluzione epocale che fornisce a chiunque lo strumento per realizzare, quasi a basso costo, oggetti di qualsiasi forma. La stampa 3D, inoltre, sta diventando sempre più accessibile anche al grande pubblico e si sta imponendo sul mercato consumer per la sua estrema versatilità e per la disponibilità di molteplici tecniche e materiali. A ridurre ulteriormente la spesa necessaria per allestire un 3D Lab domestico, stanno contribuendo poi la concorrenza frenata di molteplici aziende, la diffusione di driver e progetti completamente open source e la possibilità di acquistare stampanti in kit di montaggio (risparmiando così rispetto al prodotto pre-assemblato). Archiamo perciò di analizzare in dettaglio cos'è la stampa 3D, come funziona e cosa è in grado di realizzare.

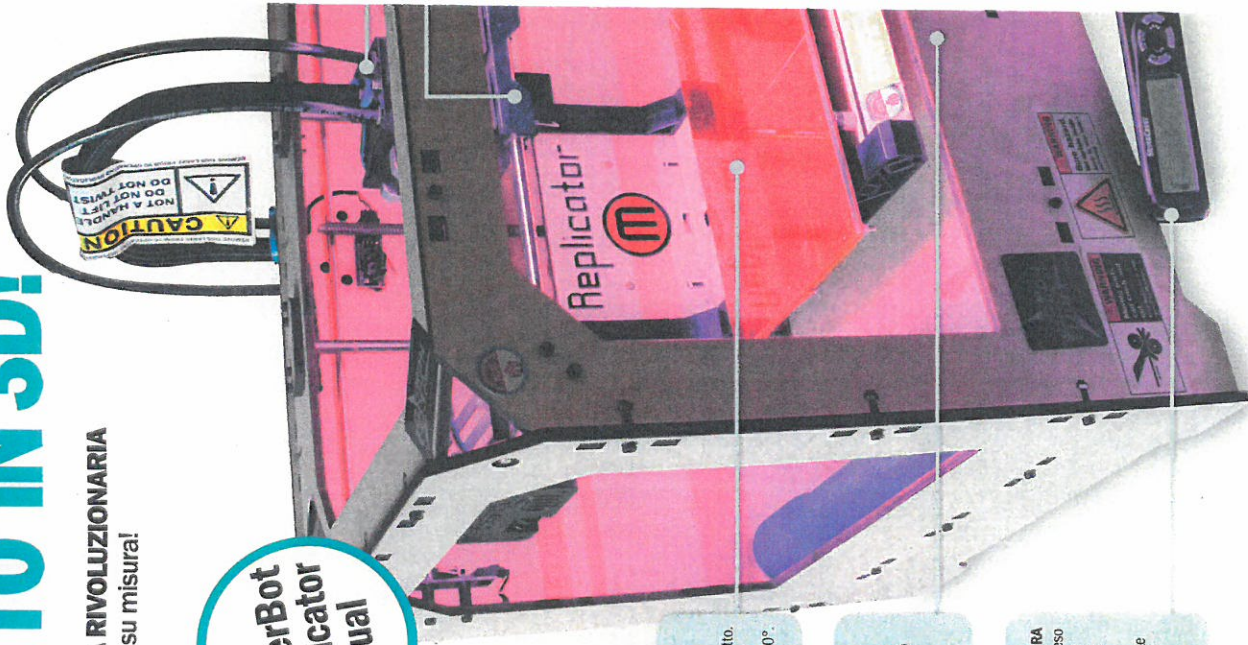
Il procedimento additivo o sottrattivo?

La prima classificazione delle tecniche che permettono di realizzare oggetti 3D può essere fatta in base alla modalità del procedimento impiegato, che può essere **sottrattivo**, additivo. La stampa tridimensionale

PIATTO RISCALDATO
È il piano sul quale viene realizzato l'oggetto. Può raggiungere temperature fino a 230°.

SCHEDA MADRE
È situata sotto il piatto e si occupa del corretto funzionamento della stampante 3D.

SENSORE TEMPERATURA
Un gadget (non compreso nel kit della Replicator) che permette di tenere sempre sotto controllo le temperature raggiunte durante il processo di stampa.



2° MOTORE PASSO PASSO
Si occupa di far muovere gli estrusori avanti e indietro durante la procedura di stampa.

MOTORI SECONDARI
La loro funzione è quella di spingere e ritirare il filamento di stampa all'interno degli estrusori.

MOLLE
Servono a regolare correttamente l'inclinazione del piatto (la taratura, infatti, si può modificare a causa del calore elevato).

SCHERMO LCD
Permette di visualizzare in tempo reale tutte le varie fasi della procedura di stampa.

MOTORE INTERNO
Si trova vicino alla scheda madre e si occupa di far salire e scendere il piano durante la procedura di stampa.

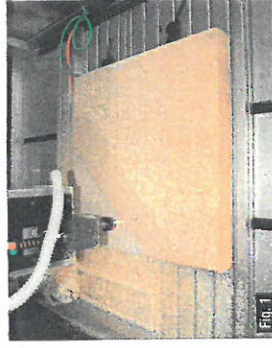


Fig. 1

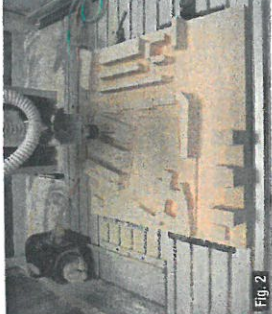


Fig. 2

Una tecnica di stampa 3D sottrattiva richiede l'utilizzo di blocchi pieni (Fig. 1), vengono poi privati del materiale in eccesso per ottenere il modello finito (Fig. 2).

ESTRUSORI HOT END
Sciogliono e depositano il filamento di stampa sul piatto riscaldato.

1° MOTORE PASSO PASSO
Si occupa di far muovere gli estrusori a sinistra e a destra durante la procedura di stampa.

SCHEDA MICRO SD
È una SD Card sulla quale vengono scritte le istruzioni di stampa trasmesse dal programma di CAD.

JOYPAD COMANDI
È il centro di controllo della stampante. Da qui si può selezionare il modello 3D da importare e scegliere i diversi parametri di stampa.

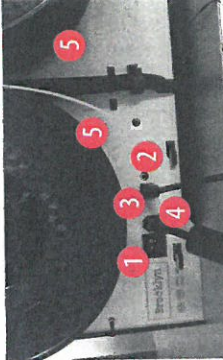


Fig. 3

Nella parte posteriore della Replicator si trovano l'interruttore di accensione 1, il test reset 2, la porta USB che permette di collegare il dispositivo al PC 3, la porta per alimentazione 4 e i 2 rotoli di filo (spool) 5.

nale sottrattiva è una tecnica consiste nello scolpire la forma dell'oggetto 3D in un blocco di materiale. Questa tecnica di stampa presenta dei limiti operativi di precisione (limitata dalle dimensioni dal funzionamento delle punte di taglio, che agiscono ruotando, non uscendo a produrre spigoli vivi spreca il materiale di realizzazioni del modello con il processo di trazione. Inoltre, il procedimento non si presta agevolmente alla produzione di modelli con più colori. La stampa 3D additiva deve invece nome alla capacità di depositare progressivamente gli strati del dello da creare. Il driver di stampa importa il modello (generalmente nel formato STL, che descrive la semplice geometria tridimensionale delle superfici dell'oggetto) e prepara le slice (fette). Le saranno sovrapposte, di passo passata, per arrivare alla stampa finita.

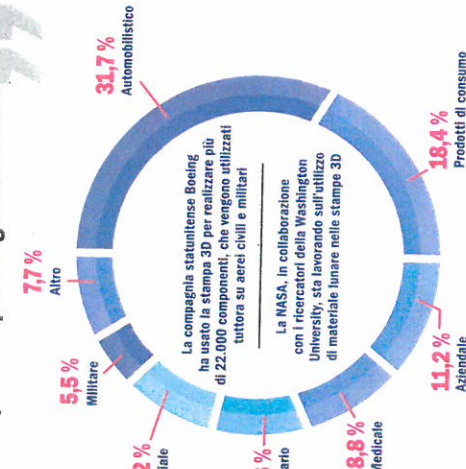
Tante tecnologie in competizione
La stampa 3D può utilizzare di tecnologie, che si differenziano dall'altra principalmente per la tecnica di costruzione degli strati. La stereolitografia (SLA), ad esempio, utilizza la luce ultravioletta per creare un materiale plastico iniziale liquido. In questa tecnica, il "glio bianco" (tanto per fare un nome con la stampa tradizionale) è una vasca piena di liquido che indurito dalla luce. Il materiale indurito si appoggia su una superficie di lavoro che viene fatta scendere di poco ad ogni slice, e così via. La tecnica è simile al Digital Processing (DLP), che però utilizza altre frequenze luminose. In altre parole, ma fondendo insieme le celle sciolte, la Sinterizzazione

DA SAPERE STAMPANTI 3D

che se per ottenere un prodotto di qualità è bene non scendere (attualmente) al di sotto dei 1.000 euro. La MakerBot Replicator 2, ultima versione disponibile e upgrade della stampante 3D analizzata da noi in queste pagine, viene venduta ad esempio al prezzo di circa 2.000 euro. Ci sono modelli anche più economici, con un costo di circa 800 euro, ma spesso vengono venduti in kit con la controindicazione che dobbiamo essere noi stessi ad assemblare i vari pezzi, correndo il rischio di commettere errori in fase di assemblaggio. I progetti economici, comunque, stanno propagando rapidamente, e nulla toglie che in breve tempo non modelli per tutte le tasche, anche saranno in circolazione modelli

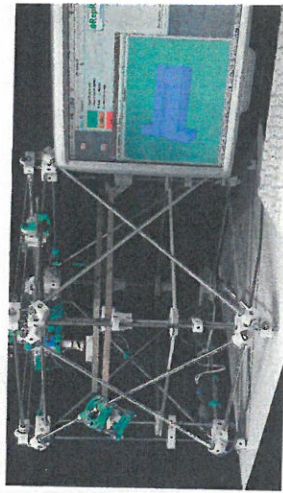
<http://goo.gl/Wig7R0>, <http://goo.gl/D9LNoH> oppure <http://goo.gl/RUuzmK>. Se parliamo invece del costo di una stampante 3D, allora i prezzi sono decisamente meno competitivi. Come vedremo nel listino delle prossime pagine, ci sono modelli per tutte le tasche, an-

Tramite la stampa 3D vengono realizzati prodotti per i seguenti settori:



LA STAMPANTE IN GRADO DI REPLICARE SE STESSA

Tra le iniziative più interessanti che coinvolgono la stampa 3D c'è sicuramente il progetto open-source e open-hardware **RepRap (Replicating Rapid Prototyper)**. Il progetto, che sta notevolmente contribuendo a veloce riduzione dei costi della tecnologia, intende massimizzare la disponibilità della stampa 3D garantendo agli utenti la possibilità (e ricca, perché limitata ad alcune parti) di replicare, e quindi diffondere, propria stampante. Per questo motivo, viene assicurata la disponibilità gratuita dei modelli 3D di tutte le componenti delle stampanti RepRap. Grazie al progetto è possibile assemblare, con qualche approssimazione che le stampanti 3D sono macchine che si auto-replicano. Il concetto è sottile e rasenta il filosofico, ma può anche aiutarci a capire quanto sarà vasta la rivoluzione indotta dalla stampa 3D. Se pensiamo ai stampanti classici, ci rendiamo subito conto che queste producevano semplici fogli di carta colorati, che non potevano essere ovviamente utilizzati come componenti. Con l'avvento della stampa 3D, invece, cade la barriera tra dispositivo e prodotto, tanto che le stampanti sono in grado di produrre gli stessi pezzi meccanici (ingranaggi, staffe, giunti etc.) e utilizzarli come repliche, pezzi di ricambio o estensioni.



Escludendo l'elettronica, questa stampante 3D è in grado di creare il 60% dei propri componenti.

decisamente competitivi.

Modelli gratuiti? Ci pensa il Web!

Il grande interesse per le stampe 3D si può intuire anche osservando la crescente disponibilità (e varietà) di modelli e servizi offerti dal Web. Numerosissimi sono infatti i siti che offrono veri e propri archivi di modelli 3D pronti da stampare. Tra quelli segnaliamo Thingiverse (<http://goo.gl/0s0lro>), creato dalla Make ShapeWays (<http://goo.gl/9u2U>), The Free 3D Models (<http://go.gl/5000DX>) che, oltre ai formati 3D che è necessario convertire

zia ad ospitare i primi file STL specifici per la stampa 3D. Oltre ai modelli gratuiti è disponibile anche un vasto mercato di modelli a pagamento, come quello di 3D Burrito (<http://goo.gl/yph5U>), definito l'iTunes della stampa 3D, o il market Cubify di 3D Systems (<http://goo.gl/16DQc7>). La disponibilità poi aumenta ulteriormente se si è disposti a convertire altri formati 3D in STL. Vastissimi, ad esempio, sono i repository di oggetti 3D di Google SketchUp o di Blender liberamente scaricabili, dove è possibile reperire modelli 3D in vari formati.

Il software di modellazione

Come abbiamo detto in precedenza, una stampante 3D importa le istruzioni direttamente da un programma di modellazione (installato su PC) e le utilizza per creare una serie di strati l'uno sull'altro fino a terminare l'oggetto 3D vero e proprio. Programmi di modellazione ne esistono tanti, ma tra le alternative free segnaliamo MeshLab (editing dei modelli) e conversione da/verso il formato STL. Se vogliamo solo fare qualche prova e non vogliamo installare alcun software sulla nostra macchina, è possibile usare (www.inkercad.com), un cad online davvero semplicissimo. Per modellare gli oggetti direttamente sul nostro tablet, inoltre, è possibile utilizzare le app 123D Sculpt e Cubify Draw (disponibili su iTunes) o, per Android, MakerDroid 3D Printing (realizza profili in rilievo) e Thingiverse (un browser per Thingiverse).

Che cosa stampa oggi?

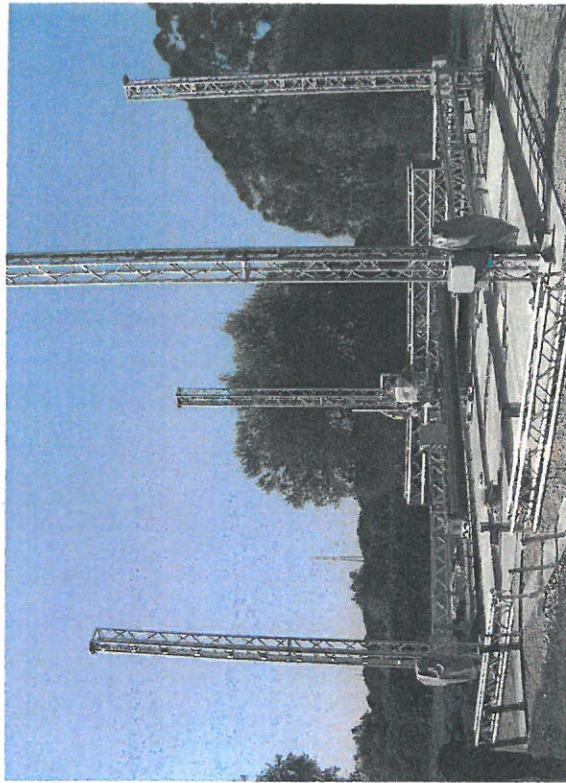
L'innovazione introdotta dalle tecniche di stampa 3D si percepisce anche esaminando i tantissimi usi che, nei settori più vari, ne evidenziano la versatilità. Automobili, intere case,

UNA CASA STAMPATA IN 3D? ORA SI PUÒ!

L'ulteriore prova della potenza e della versatilità della tecnologia di stampa 3D ci viene dalla storia di **Enrico Dini**, un ingegnere italiano che da bambino aveva una sfrenata passione per i castelli di sabbia. Crescendo, Enrico non ha perso la sua fanciullesca inventiva e, grazie alla stampa 3D, ha potuto trasformare la sua passione in una professione. Diventato ingegnere, ha sfruttato la sua conoscenza di ingegneria e robotica per costruire **D-Shape**, la prima stampante al mondo in grado di produrre edifici legando la comune sabbia di mare con un'amalgama salina. Grazie a questa tecnica, si riescono ad ottenere oggetti tridimensionali di qualsiasi forma e dimensione, ecologici e resistenti alle sollecitazioni. Di fatto, la stampante dell'ing. Dini richiama il funzionamento della **Modellazione Multi**

Jet (MJM), ma, a differenza delle altre stampanti 3D, la D-Shape ha un'area di lavoro delle dimensioni della stanza di un appartamento. La stampante viene montata sul luogo della costruzione e, strato dopo strato, fissa le slice di sabbia per produrre la costruzione finita. E anche in corso uno studio per valutare se la tecnica di costruzione proposta da Dini è realizzabile sulla Luna, con l'obiettivo di creare i presupposti tecnologici per costruire la prima base lunare permanente. I problemi da risolvere riguardano la gravità ridotta, il vuoto atmosferico ed i materiali disponibili sul suolo lunare ma, viste le premesse "terrestri", Enrico (che nel frattempo ha fondato la Monolite UK Ltd) e che sta collaborando con l'**ESA (Agenzia Spaziale Europea)** non si lascerà certo intimorire da queste difficoltà.

La stampante 3D per case realizzata da Enrico Dini: l'area di stampa si misura in metri.



1

Carichiamo nel programma Makerware il modello 3D da realizzare, in modo che vengano generati dei Gcode (insieme dei dati in linguaggio macchina).

2

Sul display della Replicator possiamo visualizzare le informazioni che la SD Card integrata nella stampante riceve da Makerware.

3

Una volta avviata la procedura, il piatto si comincia a riscaldare (almeno fino alla temperatura di 100/110°).

4

Inizia la procedura di deposito materiale (estrusione), che permette di sovrapporre progressivamente i vari strati del modello.

5

Mentre si deposita il materiale, il piatto tende ad abbassarsi. In questa fase le temperature possono raggiungere anche i 230°.

6

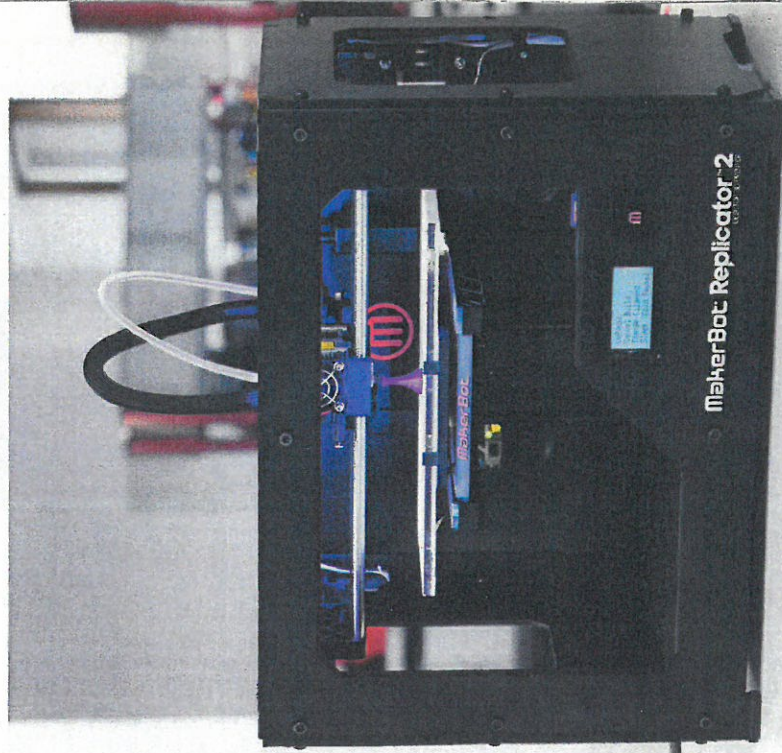
Al termine della stampa (il tempo varia in base alla complessità del modello da creare), il nostro oggetto 3D sarà pronto da usare!

Le migliori stampanti 3D

Questa tecnologia ancora recente è il sogno di tutti gli amanti del fai da te. Con un minimo di 800 euro si può acquistare una stampante semplice da utilizzare con cui stampare in modo rapido ogni tipo di oggetto

DI Christoph Schmidt

Le stampanti 3D costruiscono in strati da 0,1 millimetri oggetti in materiale plastico. In questo caso si tratta di un pezzo degli scacchi



Oggi chiunque può stampare i testi, le foto e perfino i dipinti che preferisce in maniera del tutto autonoma a casa propria. La novità sono le stampanti 3D, che promettono di costruire con sottili strati di materiale plastico qualsiasi oggetto di dimensioni comprese tra quella di una nocciola e quella di una noce di cocco. A chi ha creatività e spirito d'innovazione, avere una stampante 3D in uno studio o in un laboratorio apre infinite possibilità. Eppure questa recente tecnologia è ancora piena di insidie. Per aiutarvi nella scelta della macchina giusta, abbiamo verificato nel nostro Test Center fino a che punto i principali dispositivi di nuova generazione mantengono le promesse. Nel tutorial che inizia a pagina 40 abbiamo mostrato con un esempio come funziona in concreto la stampa 3D.

Le sei stampanti 3D del test costano tra 700 e 2.350 euro. Le più facili da mettere in funzione sono quelle di MakerBot, Sintermask, Pearl e iRapid, già montate. La Ultimaker arriva già montata o come kit da assemblare: uno degli esperti ingegneri di CHIP ci ha messo ben 16 ore a farlo. La Velleman K8200 è disponibile solo come impegnativo kit da montare e il tempo richiesto è di circa 24 ore. Ma non è finita qui, perché in alcuni casi bisogna fare i conti con problemi che vanno a incidere sulla qualità di stampa: la Ultimaker ha le barre porta guida un po' troppo lunghe, quindi durante la stampa i supporti si staccano facilmente. La Velleman ha il motore storto (si veda a destra) e il letto di stampa ondolato dev'essere reso piano con una lastra di vetro. Le MakerBot, che arrivano già montate, fanno innervosire per il pannello di controllo traballante, che però non compromette la qualità di stampa. L'estetica delle stampanti varia dalle aste metalliche a vista della Velleman al rivestimento rustico in compensato della Ultimaker, fino a giungere all'essenzialità della plastica della Pearl.

Differenze nell'uso quotidiano

La tecnologia di stampa 3D esiste da pochi anni, e lo si può notare dalla relativa comodità di utilizzo delle stampanti. Così prima di ogni stampa l'utente deve verificare e regolare il letto di stampa su cui verranno creati gli oggetti. Dopo i primi inevitabili fallimenti, questo servirà a ottimizzare le impostazioni di stampa. In questa fase sono importanti i dettagli come nel caso della MakerBot, che facilita la calibrazione grazie al fatto che non dispone di altre viti di regolazione oltre alle tre necessarie per il montaggio, che la testina di stampa si mette subito nella posizione corretta e che le istruzioni vengono mostrate sul display. Anche la Pearl e la Fabbster consentono una messa a punto semplice. Con le altre stampanti con regolazione manuale dei punti di calibrazione e con quattro viti, ci vuole una buona mezz'ora per riuscire a sistemare tutto. Il procedimento è irritante, per esempio nel caso della Ultimaker, il cui piano sospeso e molleggiato necessita di una regolazione.

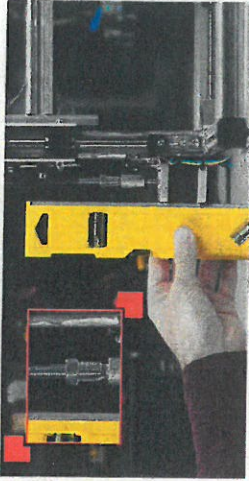
L'inserimento del materiale per la stampa (il filamento) non risulta complicato con nessuna delle macchine testate. Tutte impiegano una bobina di filamento plastico spesso circa due millimetri. Il filamento va inserito nel tubicino e nell'estrusore e, per finire, nella testina di stampa. Solo la Fabbster rappresenta un'eccezione, con le sue barre corte, che però risultano molto più scomode da montare, perché vanno inserite singolarmente e per di più durante la stampa spesso non scorrono bene, provocando regolarmente il disappunto dell'utente. In compenso gli oggetti cavi, come il nostro pezzo degli scacchi (si veda la tabella a pag. 38), si giovano del fatto che le barre consentono un dosaggio più preciso del filamento.

Per quanto riguarda i comandi, tutte le stampanti 3D sono spartane: nessuna offre più di un display Lcd con un numero di tasti compreso tra uno e cinque. Comunque la maggior parte delle impostazioni viene definita dal computer tramite il software di stampa. I modelli degli oggetti da stampare, scaricabili da internet o progettabili con un

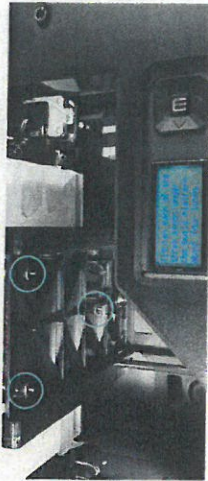
FOTO: N. SCHÄFFER



Alcune stampanti 3D sono consegnate a pezzi: il bit di montaggio della Velleman K8200 è composto da centinaia di pezzi



Errore di costruzione: il motore della Velleman è storto e la stampante può funzionare solo con una riparazione fai da te



La MakerBot dispone di istruzioni che rendono più semplice la regolazione del letto di stampa. Un altro vantaggio è che dispone solo di tre viti di regolazione



Il materiale standard è un filamento plastico. La Fabbster (a destra) utilizza delle scomode stecche di materiale, che permettono però un dosaggio preciso



Display Lcd, slot Sd e un palo di pulsanti: non servono altri comandi oltre a quelli di cui è dotata la stampante Pearl

STAMPA 3D nella pratica

Accendere e stampare: magari fosse così facile con le stampanti 3D. Le prime volte i nostri consigli vi faciliteranno il compito

1 Preparazione

Sulla base dei nostri test su "buchi e colonne" mostreremo come progettare un oggetto e stamparlo, ad esempio con l'Ultimaker. Con il giusto software non è affatto difficile. Per prima cosa installate il tool SketchUp (www.sketchup.com/it/download), che potrete integrare con il plug-in SketchUp STL tramite Finestra/Preferenze/Estensione/Installa estensione.

2 Costruire un oggetto

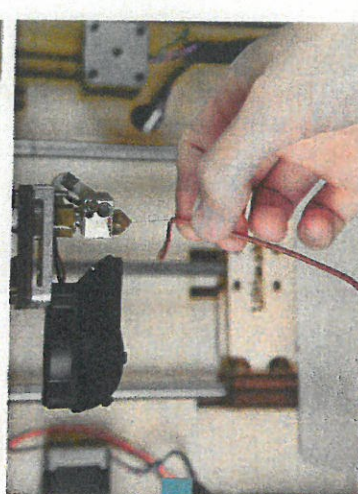
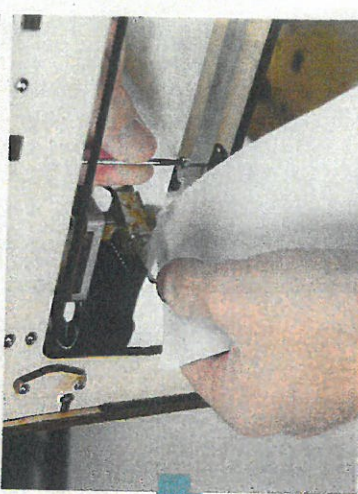
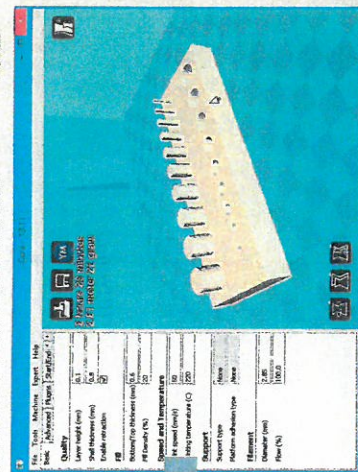
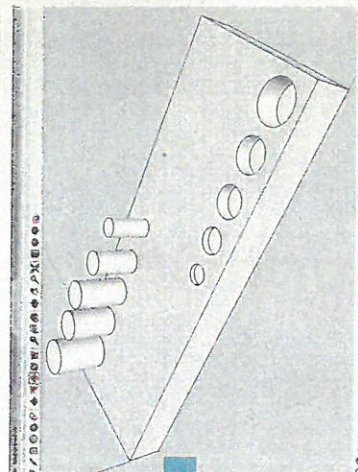
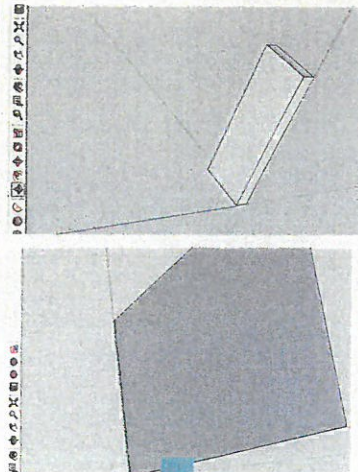
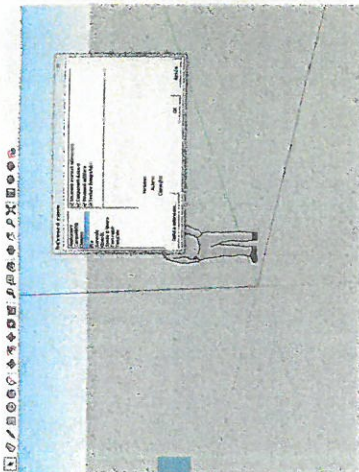
Nella finestra di avvio di SketchUp scegliete il template Progettazione dei prodotti e lavorazioni - Millimetri. Il programma mostrerà un sistema di coordinate spaziali in cui con la rotellina del mouse potete zoomare più vicino o più lontano; tenendo premuta la rotellina del mouse è possibile anche ruotare la figura. L'asse rosso rappresenta la larghezza, quello blu l'altezza e quello verde la profondità. Per costruire il parallelepipedo del nostro oggetto, innalzate per prima la superficie verde scegliendo sulla toolbar lo strumento Rettangolo. In SketchUp dovete cliccare una volta e poi smettere di premere sul tasto solo nel punto di partenza dell'oggetto (quindi qui al centro del sistema di coordinate), poi spostate il puntatore del mouse nella zona compresa tra le coordinate verdi e quelle rosse. Per ottenere un rettangolo della grandezza esatta, basterà digitare 110/40, dando al vostro rettangolo una larghezza di 110 mm e un'altezza di 40 mm. Rendete quindi il vostro rettangolo bidimensionale un parallelepipedo con il tool Spingi/tra. Cliccate una volta con questo all'interno del rettangolo e trascinate la superficie verso l'alto. Determinate l'altezza precisa di 10 millimetri semplicemente digitando 10.

3 Perfezionare la forma

Per aggiungere le colonne e i buchi grazie ai quali la stampante mostrerà il proprio grado di precisione, disegnate sulla superficie dei cerchi con il tool Cerchio. Per ottenere una forma precisa, disegnate delle linee guida provvisorie e utilizzate il righello. Quando avete iniziato il cerchio, digitate la misura del raggio. Potrete ruotare i cerchi di 180 gradi con il tool Ruota e copiarli premendo il tasto Ctrl. Con il tool Spingi/tra infossate i cerchi su un lato trasformandoli in buchi e tirateli verso l'alto dall'altro lato, per creare delle colonne.

4 Da SketchUp al software di stampa

Una volta terminato il modello, cliccate su File/Export STL. Se nel menù non compare questa voce, qualcosa è andato storto durante l'installazione del plug-in STL (si veda il passo 1). Rispondete in maniera affermativa alla domanda Export entire model? e a Export unit: Millimeters. A questo punto è sufficiente dare un nome al file che sarà salvato con estensione STL. Nel software di stampa, nel nostro caso Cura per Ultimaker, caricate il modello da File/Load Model file, poi impostate i parametri fondamentali, come materiale e qualità di stampa, e salvate il



modello in File/Save GCode come dati pronti per la stampa. Se durante la stampa qualcosa va storto, cliccate su Expert/Switch to fill settings in modo da poter adattare le specifiche per l'oggetto, come lo spessore degli strati, il grado di riempimento di base, parte superiore e cavità, oppure la velocità di stampa e la temperatura. Copiate infine il file GCode su una scheda SD.

5 Coprire di nastro adesivo il letto di stampa

Cercate sulle istruzioni della stampante se bisogna coprire di nastro adesivo il letto di stampa. Con la Ultimaker è necessario affinché la testina di stampa calda non fonda la lastra di plexiglas quando vi entra in contatto e sia possibile alla fine staccare l'oggetto dalla superficie. Con la stampante viene già fornito un rotolo di nastro adesivo e quando l'avrete finito potrete utilizzare in alternativa del comune scotch di carta. Estraiete il letto di stampa e incollatevi con cura le strisce di nastro adesivo, badando che non siano sovrapposte e che nessun punto resti scoperto. Sarà più facile riuscirci se poserete il nastro appoggiando prima il lato lungo accanto a quello della striscia di nastro già incollata, poi da lì premete verso l'esterno.

6 Preparazione e avvio della stampa

Prima di stampare dovete controllare che il letto di stampa sia ben regolato e, se necessario, sistemarlo. Le istruzioni dettagliate della Ultimaker (si veda wiki.ultimaker.com/Calibrate) basteranno da sole a riempire pagine e pagine. In linea di principio si tratta però solo di regolare le quattro viti agli angoli della piastrina (si veda a destra) in modo che la distanza tra la testina di stampa e la superficie del letto sia pari in ogni punto allo spessore di un comune foglio di carta. Inserite quindi nel controller della stampante la scheda SD su cui avete salvato il file GCode e selezionate nel menù Card Menu per accedere all'elenco di tutti i file GCode. Avviate infine la stampa selezionando il file desiderato.

7 Risolvere i problemi

Durante i primi tentativi di stampa è consigliabile controllare regolarmente come procedono le cose per poter eventualmente interrompere la stampa in caso di problemi, tanto l'oggetto sarà in ogni caso inutilizzabile. Nei nostri test con la Ultimaker si sono verificati a volte degli inceppamenti, per interrompere l'erogazione del materiale, la stampante ritrae leggermente il filamento plastico riscaldato, che alla ripresa della stampa si blocca all'ingresso dell'estrusore, intasandolo. In questo caso bisogna prima di tutto estrarre il materiale dall'estrusore togliendolo da sopra. L'ugello "caldo" va pulito con cura con due fili di rame estratti da un cavo. Cercate sul sito web del produttore la causa dell'errore di stampa, per poi riuscire a risolverlo (ad esempio ottimizzando le impostazioni di stampa prima di salvare il file GCode) e fare un altro tentativo.

8 Rifornire l'oggetto stampato

Una volta terminata la stampa, staccate con delicatezza l'oggetto, eventualmente anche con l'aiuto di una spatola sottile. Rimuovete i brim (la griglia di sostegno della base), le strutture di supporto e i filamenti in eccesso. Con una lima a grana sottile o con un pezzetto di carta vetrata eliminate anche gli altri residui di materiale. Gli oggetti possono essere trattati con numerose lacche e vernici per uso domestico e, in caso di dubbio, potete dare una mano di vernice plastica. Prima però fate una prova sui pezzi di scarto. ■