



UNIVERSITÀ DI PISA

LAUREA MAGISTRALE IN
INFORMATICA UMANISTICA

SEMINARIO DI CULTURA DIGITALE A.A. 2017/18

La stampa 3D: una nuova rivoluzione industriale?

Giuseppe Maragno

Matricola: 554960

La stampa 3D si afferma come una nuova tecnologia capace di rivoluzionare il mondo. I suoi campi di utilizzo sono innumerevoli e l'arte è uno dei principali settori di interesse.

Indice

1.	<u>INTRODUZIONE</u>	<u>3</u>
2.	<u>LE POTENZIALITÀ DELLA STAMPA 3D.....</u>	<u>4</u>
3.	<u>IMPATTO DELLA STAMPANTE 3D NEL SETTORE INDUSTRIALE</u>	<u>5</u>
4.	<u>IL MADE IN ITALY.....</u>	<u>6</u>
5.	<u>NUMERI DEL MERCATO 3D</u>	<u>6</u>
6.	<u>IL FAI-DA-TE</u>	<u>7</u>
7.	<u>QUANDO LA STAMPA 3D DIVENTA ARTE</u>	<u>8</u>
8.	<u>LA RIPRODUCIBILITÀ TECNICA.....</u>	<u>13</u>
9.	<u>LA NASCITA DI CORRENTI ARTISTICHE</u>	<u>16</u>
10.	<u>RECUPERO E CONSERVAZIONE DI OPERE D'ARTE</u>	<u>18</u>
11.	<u>STAMPA 3D E COPYRIGHT</u>	<u>20</u>
12.	<u>CONCLUSIONI</u>	<u>21</u>
13.	<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>22</u>

1. Introduzione

Prima di poter parlare di terza rivoluzione industriale bisogna dare una definizione generale del concetto stesso di rivoluzione:

*“**rivoluzione industriale**: trasformazione delle strutture produttive e sociali determinata dall'affermazione di nuove tecnologie”¹.*

Spesso le rivoluzioni sono accompagnate dall'invenzione di alcuni macchinari che rivoluzionano completamente il sistema. L'invenzione della stampa di Gutenberg rese possibile, nell'arco di soli cento anni, la nascita e lo sviluppo della grande industria libraria e la diffusione della cultura in modo esponenziale. Esempio di uno strumento all'apparenza semplice ma che ha rivoluzionato il mondo intero. Il funzionamento era basato su una tecnica che fissava definitivamente il testo e permetteva di moltiplicare gli esemplari. La tecnologia oltrepassò la ristretta cerchia degli specialisti, per raggiungere un pubblico sempre più numeroso e posto in fasce sociali nuove come la borghesia. Nel diciannovesimo secolo, con la prima rivoluzione industriale gli inglesi hanno sviluppato il telegrafo, si è passati dalla stampa manuale a quella a vapore e, sempre a proposito di vapore, la nascita della locomotiva. Era il 1909, quando Henry Ford, maestro dell'efficienza e della standardizzazione ha inventato la catena di montaggio che ha permesso la produzione di massa. Grazie all'utilizzo di macchine per la produzione di grandi quantità di prodotti standardizzati, quell'epoca è diventata poi nota come la Seconda Rivoluzione Industriale. Dall'energia elettrica centralizzata, al telefono, alla radio, alla televisione, e poi, con l'uso del petrolio la nascita dei motori a combustione interna. Al giorno d'oggi siamo alle porte di una nuova rivoluzione industriale, si tratta di una nuova convergenza nel campo della comunicazione, dell'energia, dei trasporti e della logistica: la stampa 3D. Oggi possiamo stampare un oggetto, alimentando le nostre stampanti con energie rinnovabili, per poi condividere il materiale stampato, pubblicare il progetto sul web per diffonderlo in tutto il mondo o spedirlo su un sistema di trasporto gestito da veicoli elettrici.

Cento anni dopo che Ford cambiò per sempre l'industria, la stampa 3D si sta facendo sempre più strada e sta permettendo a chiunque di creare prodotti personalizzati su richiesta a prezzi accessibili. I prodotti non devono più essere sempre gli stessi; ora si possono creare prodotti su misura per soddisfare le esigenze dei consumatori individuali a poco o nessun costo aggiuntivo.

Lo strumento che potrebbe rendere possibile tutto ciò è la stampante 3D:

¹ <http://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-industriale/>



Una stampante 3D²

2. Le potenzialità della stampa 3D

La caratteristica principale di questo macchinario è la versatilità. Ad oggi le applicazioni della stampa 3D sono innumerevoli. Qualunque oggetto stampabile può essere adattato al caso d'uso specifico o funzione:

- Archeologia: si possono creare integrazioni di parti mancanti o copie
- Ingegneria civilistica, navale, aerospaziale, prototipizzazione e produzione industriale
- Architettura modelli di edifici e plastici:



³ Villa Asserbo: la prima casa stampata completamente in 3D (Danimarca, 60 Km a Nord di Copenaghen)

- Design
- Arte
- Abbigliamento
- Gioielleria
- Oggettistica
- Arredamento

2

https://www.google.it/search?q=stampante+3d&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwig8bWeqO7YAhWnIMAKHbcaDYM_Q_AUIDCgD&biw=1242&bih=557#imgrc=0BPuJcb6Y3iatM:

³ <http://www.rinnovabili.it/wp-content/uploads/2012/05/Villa-Asserbo-La-casa-stampata.jpg>

- Alimentazione (pasta stampata in 3D dalla Barilla)
- Medicina produzione di protesi e tessuti
- Robotica
- Istruzione accademica
- Indagini e ricerche scientifiche (paleontologia, criminologia, archeologia, geologia, biologia, medicina, etc.)
- Hobby e utilizzo domestico: l'utente potrà creare in casa diversi oggetti di cui ha bisogno

3. Impatto della stampante 3D nel settore industriale

La stampa 3D ci ha posti di fronte a una nuova possibile rivoluzione che potrebbe mettere in discussione le logiche tradizionali della divisione del lavoro. L'utilizzo intensivo di tecnologie per la manifattura additiva insieme a materiali di nuova generazione e a software sempre più sofisticati, potrebbe rendere meno interessante utilizzare manodopera a basso costo in Cina o in altri paesi in via di sviluppo. Questa tecnologia potrebbe arrivare a stravolgere le attuali tendenze a decentralizzare la forza lavoro per ridurre i costi e riportare la produzione in loco. Le stampe 3D sono in crescita esponenziale e uno dei motivi di questa crescita è che i produttori fanno sempre più affidamento su questa tecnologia per fare prototipi e pezzi per le grandi industrie. L'industria automobilistica utilizza ormai assiduamente la stampa 3D per la creazione di parti di auto, gli ingegneri del settore aerospaziale stanno incorporando la stampa 3D per alcuni miglioramenti di prodotti su larga scala come la fabbricazione di parti di aeromobili, tra cui un'intera ala per gli aerei. Ad esempio tramite stampa delle ali è possibile ridurre il peso di un aereo, il suo consumo di carburante e ridurre le emissioni di anidride carbonica. Il 3D Printing per industrie di media e piccola produzione rappresenta invece una interessante opportunità per competere su mercati sempre più grandi riducendo il tempo di diffusione su scala globale e puntando sulla produzione di oggetti complessi non riproducibili con lo stesso livello di precisione con altri strumenti.

Produrre con queste tecnologie richiede competenze tecnologiche di un certo livello, conoscenza dei materiali e esperienza diretta dei limiti della tecnologia a disposizione. La qualità del risultato finale dipende dalla capacità di chi ci lavora nel saper gestire il processo produttivo in modo autonomo. I protagonisti della nuova rivoluzione industriale possono essere definiti "artigiani tecnologici" in grado di mescolare la cultura del lavoro tradizionale in un paradigma tecnologico profondamente rinnovato. La stampa 3D sta guadagnando in popolarità in tutto il mondo e molti stanno iniziando a comprendere l'impatto di questa tecnologia così come l'importanza di farsi una cultura su hardware, software e materiali da utilizzare. In particolare, la stampa 3D dei metalli sembra essere sul punto di dominare il settore industriale spingendo verso un maggiore interesse e un impegno nello studio di applicazioni specifiche, nell'apprendere ulteriormente sulla formazione delle strutture metalliche. Oggi non viene ancora considerata come una vera e propria tecnologia di produzione ma come tecnologia prototipale; i tempi di stampa sono piuttosto lenti (al massimo intorno ai 2 cm all'ora in altezza). La maggior velocità è data dal fatto che il prototipo si può creare in tempi più rapidi rispetto ai metodi tradizionali che potevano richiedere settimane, se non mesi di lavoro, in particolare se il prototipo iniziale, in genere prodotto all'esterno dell'azienda, risultava non corretto. Con la stampa 3D, invece, il prototipo può essere facilmente corretto e ristampato direttamente in azienda o in casa, in tempi relativamente brevi e con costi limitati. Alcune aziende stanno quindi iniziando a spostare la fase di pre-prototipazione all'interno, in modo da avere più garanzie sulla sicurezza dei prototipi iniziali e accelerare ulteriormente la fase di sviluppo.

4. Il Made in Italy

Anche il mercato italiano si sta adattando a questa nuova tecnologia. Ad oggi numerose aziende lavorano con successo nel campo della stampa 3D per la prototipazione rapida o per la produzione di componenti in serie limitata rendendole più competitive sul mercato internazionale: circa una su tre utilizza già queste tecnologie. Il 30,5% delle aziende dichiara di utilizzare stampa 3D o robotica. Il 34,9% usa tecnologie meno evolute: laser o macchine a controllo numerico.

È il 25% delle aziende a usare la stampa 3D. Lo fanno soprattutto nel settore dei gioielli, metalli preziosi e in quello dentale (42,6 per cento). A seguire, le aziende che fanno macchine e mezzi di trasporto (32,4 per cento), gomma e plastica (26,9 per cento), legno e mobilio (23,5 per cento) e metallurgia (22,1 per cento). Il made in Italy usa la stampa 3D soprattutto per creare prototipi dei prodotti. Le piccole e medie imprese possono così ridurre i tempi di realizzazione, coinvolgere i clienti nella progettazione o fare modelli personalizzati per il singolo acquirente. Un altro utilizzo interessante è la possibilità di fare oggetti con forme e geometrie prima impossibili.

Sfruttando le possibilità della modellazione 3D, i designer e gli ingegneri possono creare e poi produrre forme e oggetti che, in precedenza, non potevano realizzare. Ciò a causa dei limiti delle tecnologie usate fino a oggi, che richiedono la realizzazione di uno stampo, a volte molto costoso in termini economici e temporali. Rispetto alle tecnologie di produzione digitali sottrattive, come la fresatura a controllo numerico (CNC), la stampa 3D offre maggiori libertà geometriche, in quanto consente di creare oggetti vuoti e basati su geometrie più complesse e intricate. Con la stampa 3D è possibile stampare pezzi unici senza bisogno di raccordi, giunzioni, viti che ne complicano l'assemblaggio, la produzione e il rifornimento di ricambi. Per alcuni componenti di piccole dimensioni può quindi già risultare economicamente più vantaggioso implementare una produzione additiva seriale. Se applicata correttamente la stampa 3D può permettere di implementare una produzione industriale più efficiente, meno dispendiosa e più sostenibile sia a livello economico che a livello ambientale. La rivoluzione delle stampanti 3D, quindi, non riguarda solo la tecnologia ma anche il flusso di lavoro aziendale.

5. Numeri del mercato 3D

Secondo l'ultima ricerca di Gartner⁴, nel 2016 saranno distribuite nel mondo quasi 500.000 stampanti 3D (un incremento del 103% rispetto alle unità previste per il 2015) e le vendite cresceranno di più del doppio ogni anno tra il 2016 e il 2019, quando le unità distribuite a livello globale supereranno i 5,6 milioni. In particolare sul fronte acquisti in azienda, si prevedono spese più alte per apparecchi che consentono di utilizzare materiali molto avanzati, di personalizzare i prodotti finiti e di ottenere grandi miglioramenti nelle qualità. Il 3D printing è oggi pronto a raggiungere il mercato di massa: il numero di modelli con un prezzo inferiore ai 100 dollari distribuiti nel mondo è cresciuto infatti del 49% nel 2013 raggiungendo un totale di 56.507 unità sui mercati enterprise e consumer. Nel 2014 la previsione di crescita del mercato è confermata da una stima del +75%, che porterà il numero di stampanti 3D a 98.065 unità. La previsione per il 2015 è il raddoppio di questo parco macchine. Sempre secondo Gartner, il valore generato per il mercato nel 2013 dovrebbe aggirarsi attorno ai 412 milioni di dollari, registrando un incremento del 43% rispetto

⁴ <http://www.stamparein3d.it/gartner-le-previsioni-del-2017-sulla-stampa-3d-13812-2/>

alla spesa del 2012. Lo scorso anno il volume d'affari della stampa 3D ha raggiunto i 3 miliardi di dollari, cifra che non è nulla rispetto al boom stimato nel prossimo decennio: si arriverà, da previsioni, a 550 miliardi di dollari di fatturato annuale nel 2025. Molto prima, cioè già entro i prossimi due anni, si arriverà a stampare in 3D il 40% dei componenti dell'industria manifatturiera considerata a livello globale. Dopo un periodo in cui l'attenzione era quasi tutta per il settore consumer, il mercato punta oggi decisamente verso l'industria, dove le stampanti 3D permettono di produrre oggetti complessi in piccola serie senza richiedere gli investimenti dei macchinari attuali. Non si tratta di un'impresa facile, dal momento che le potenzialità di questa tecnologia sono in larga parte ancora inesprese. Inoltre, potrebbe non volerci molto prima che la stampa 3D possa entrare di prepotenza nel settore dell'edilizia (come tecnologia a sé stante o in forma complementare agli attuali metodi di costruzione), e si tratta di un'eventualità che potrebbe davvero sconvolgere le metodologie di costruzione attuali. Forbes⁵ ha provato a fare un po' d'ordine tra le varie previsioni e le stime degli per il futuro della stampa 3D, e su quali possano essere le potenzialità di questa tecnologia dal punto di vista delle aziende. Le compagnie che stanno già utilizzando la stampa 3D (a livello sperimentale, per la prototipazione o per la manifattura di prodotti finiti) sono la maggioranza: 59% delle aziende piccole, 75% per le grandi. Quasi identico (26% per le piccole società, 23% per le grandi) il dato relativo all'intenzione di adottare questa tecnologia nel giro di pochi mesi o anni. Molto basse sono invece le percentuali delle società che non hanno in programma di utilizzare la stampa 3D: il 15% delle aziende più piccole, e solamente il 2% per quelle più grandi.

6. Il Fai-da-te

Nuovi modelli di prossima commercializzazione inoltre fanno prevedere una rapida diffusione della tecnologia di stampa 3D anche sul grande pubblico, nell'ambito dell'uso domestico e hobbistico. Sempre più persone hanno a disposizione strumenti software per la progettazione di nuovi prodotti, i quali possono essere realizzati direttamente in casa con la propria stampante 3D o nei crescenti Fablab (centri di produzione specializzati). Questi software permettono di creare un file elettronico che riepiloga le caratteristiche fisiche dell'oggetto. Il file può quindi essere modificato a piacimento e successivamente utilizzato per stampare l'oggetto di partenza. In sostanza, la personalizzazione si sta spingendo ai massimi livelli e questo non può che portare ad una più ampia diffusione del modello dell'open source e dello spirito di collaborazione e condivisione che lo contraddistingue. Sempre maggiore diffusione avrà dunque anche il crowdsourcing, con l'esposizione sul web non solo delle proprie conoscenze ma delle proprie "opere". Segnali positivi stanno arrivando in tal senso, già oggi tanti "makers" inseriscono e condividono gratuitamente i loro progetti in repository messe a disposizione di tutti, caso emblematico è Thingiverse⁶. La diffusione della tecnologia del 3D printing permetterà di abbattere in modo significativo i costi di produzione, lasciando tutto il valore nell'idea, nella progettazione e nel design del prodotto. Progettazione e design saranno, quindi, le leve principali su cui un'impresa potrà poggiare per avere successo. Il cambiamento dei processi produttivi avrà un forte impatto anche a livello di economia politica. Oggi stati come la Cina stanno crescendo molto, perché sono la fabbrica del mondo e producono la maggior parte dei prodotti sul mercato. Ma molti analisti prevedono che, nel medio periodo, i costi di produzione tra Oriente ed

⁵

<https://www.google.it/search?q=forbes+previsioni+stampa+3d&oq=forbes+previsioni+stampa+3d&aqs=chrome..69i57.5268j1j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

⁶ <https://www.thingiverse.com/>

Occidente saranno equiparabili grazie proprio nuove tecnologie produttive della stampa 3D e della robotica. Le nuove tecnologiche riporteranno con ogni probabilità le attività manifatturiere ad una dimensione locale e non più globale, in quanto i costi di spedizione e distribuzione incideranno più di quelli di produzione. Le tecnologie di stampa 3D consentono di produrre prototipi e riproduzioni tridimensionali fedeli di un modello digitale in 3D realizzato con software apposito o scansionato con apparecchiature laser. L'oggetto virtuale viene suddiviso in porzioni trasversali di pari altezza, e inviate successivamente alla stampante 3D che procede alla loro riproduzione attraverso l'utilizzo di materiali di natura differente. Inoltre le nuove stampanti, sempre più economiche e performanti, stanno entrando a far parte dei processi creativi e produttivi delle piccole e medie imprese di tutto il mondo, non soltanto nell'ambito della prototipazione rapida, ma anche nei settori della progettazione industriale, dell'ingegneria edile, automobilistica e aerospaziale, del design e dell'architettura, dell'arte e del design, dell'abbigliamento, della gioielleria, della medicina e della ricerca scientifica.

7. Quando la stampa 3D diventa arte

L'applicazione delle tecnologie di stampa 3D in tutti i settori industriali è inesorabile e probabilmente continuerà per molti decenni mentre l'ecosistema attorno a esso continua a migliorare ed evolvere. Tuttavia, c'è una disciplina che continua a dimostrare le sue capacità nel modo più accattivante accoppiata con questa tecnologia e le viene offerto un mezzo completamente nuovo per la creatività: il mondo dell'arte. Nonostante il processo di stampa sia automatizzato, comprendere il funzionamento, i materiali da utilizzare e l'impatto sul risultato finale sono tutti punti fondamentali nel processo creativo dell'artista.

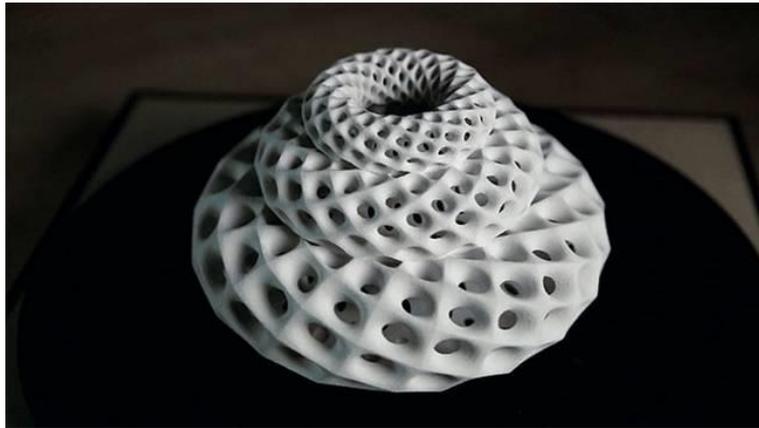
Una delle artiste 3D più famose è Bathsheba Grossman⁷. Laureata in matematica e successivamente in sculture classiche nell'Università della Pennsylvania, ha scoperto le tecnologie additive intorno agli anni 90. Allora la tecnologia 3D era molto più limitata, soprattutto riguardo ai materiali. La creatrice ha subito capito le enormi potenzialità e ha cominciato ad imparare ad utilizzare software 3D per creare sculture. Le sue opere rispecchiano a pieno la sua passione per la geometria e la simmetria nate insieme al suo amore per la matematica. I suoi lavori odierni si basano soprattutto su sculture di varie dimensioni in materiali metallici.

⁷ <https://www.bathsheba.com/>

Scultura di Bathsheba⁸

Le sculture realizzate da John Edmark, insegnante presso l'Università di Stanford, sono ispirate agli zootropi tradizionali e mostrano tutte le potenzialità delle opere in 3D. Nei suoi lavori la tecnologia incontra i principi matematici e le regole che determinano le proporzioni in natura. Si tratta di creazioni ispirate al tradizionale zootropio, ovvero il dispositivo ottico inventato nella prima metà del XVIII secolo da William George Horner per visualizzare immagini e disegni in movimento. In questo caso il risultato finale è ottenuto grazie all'impiego delle stampanti 3D. Edmark si è affidato alla successione di Fibonacci e ai rapporti della sezione aurea per dar vita a oggetti che possono a tutti gli effetti essere definiti delle vere e proprie opere d'arte animate. Messe in rotazione a velocità sostenute e interagendo con una luce stroboscopica generano infatti un suggestivo effetto ottico. La posizione delle appendici è determinata dallo stesso metodo adottato in natura per le pigne e i girasoli. La velocità di rotazione è sincronizzata con la luce stroboscopica, così che il flash si attivi ogni volta che la scultura ruota di 137,5 gradi, l'angolo aureo. Contando il numero di spirali di ogni scultura si scopre che sono sempre numeri appartenenti alla spirale di Fibonacci. È la dimostrazione di come la tecnologia messa a disposizione dalle stampanti 3D offra potenzialità in gran parte ancora inesplorate.

⁸ <http://d2pye4zfc3qqup.cloudfront.net/wp-content/uploads/2016/08/16144755/Bathsheba-Grossman-Design-Sculpture-illustrating-her-focus-on-symmetry-and-produced-by-3D-printing-624x580.jpg>



Blooms – John Edmark⁹

Il progetto '3D Virtual Museum'¹⁰ permette di stampare i modelli in 3D delle opere dei musei italiani e di piazzarle nel proprio salotto. Il portale web dedicato alla condivisione di modelli 3D del patrimonio culturale italiano, mira a fornire proprio questo tipo di servizio. Il progetto, nato nel 2014, è basato sulla libera collaborazione: chiunque voglia può accrescere il catalogo online caricando le scannerizzazioni di opere o partecipando alle giornate organizzate periodicamente all'interno dei musei partner. I modelli, corredati da una licenza Creative Commons, possono essere scaricati in formato STL, pronti per essere stampati. I benefici derivanti da un'operazione del genere sono facilmente immaginabili: consentire a chi non ha la possibilità di recarsi fisicamente nei musei di sperimentarne l'esperienza, fornire alle scuole materiale didattico all'avanguardia e coinvolgere un pubblico più ampio di giovani a proprio agio con le tecnologie ma ancora poco attratti dall'arte. I musei in Italia sono 3847 (MiBACT 2013), solo il 16% di questi dispone di un catalogo online e meno dello 0,1% pubblica online i modelli 3D delle proprie opere.

Il mestiere dell'artista non si concentra soltanto nell'estro e nella creatività: occorre tecnica, soprattutto per realizzare opere tridimensionali. Spesso quel che separa l'artista dalla sua visione sono le banali limitazioni della manifattura: non sempre è possibile creare l'esatta riproduzione del progetto artistico con i metodi manifatturieri tradizionali. In aiuto degli artisti ci sono numerosi software che aiutano nel processo di creazione: uno di questi Slicer:¹¹ progettato appositamente per essere di facile utilizzo e alla portata di tutti, permette di creare il modello per la stampa tridimensionale desiderata. In primo luogo in fase di restauro, per riprodurre sezioni andate perse o distrutte, e poi attraverso la riproduzione di opere lontane. Opere che non possono essere visitate fisicamente ma che possono, invece, essere riprodotte facilmente. Un esempio sono i bronzi di Riace: il Louvre potrebbe voler esporre queste statue ma non possono essere spostate per motivi di sicurezza. Il tempo ha reso fragile il metallo e un viaggio fino a Parigi potrebbe essere pericoloso. Il museo che ospita i bronzi, allora, potrebbe fare una scansione delle statue e inviare il file ai tecnici del Louvre. Questi, con una stampante 3D, potrebbero infine riprodurre fedelmente le opere d'arte ed esporle come delle copie. Lo stesso può avvenire per motivi di sicurezza: si possono esporre delle copie per evitare danni o per sostituire l'opera durante i restauri. La stampa 3D può dare una mano all'arte, può sostituire opere già esistenti e creare manufatti, ma può anche diventare settore a parte dell'arte stessa. Può diventare una forma d'arte indipendente. Ovvero uno strumento legato alla creatività di chi la dirige: un tempo c'erano il pennello, lo scalpello, la pittura. Il museo "Van

9

https://www.google.it/search?q=john+edmark&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjEkOSGvvPYAhVELVAKHatVDFoQ_AUICygC&biw=1242&bih=602&dpr=1.1#imgrc=6ZxtZKogHPAzKM:

¹⁰ <http://www.3d-virtualmuseum.it/>

¹¹ <https://www.slicer.org/>

Gogh” di Amsterdam annunciato la scorsa settimana la messa in vendita di copie stampate in 3D di alcuni capolavori di Vincent Van Gogh.



Ritratto 3D di Van Gogh¹²

Il progetto Unseenart è un’iniziativa dedicata ai non vedenti e agli ipovedenti che permette alle persone affette da questa menomazione di poter godere della bellezza dell’arte classica esposta nei più grandi musei e gallerie del mondo. In campo museale la scansione 3D e la stampa 3D si stanno già affermando come tecnologia futuristica in grado di riportare alla luce tesori inestimabili. Immagina di non sapere com’è il sorriso della Monna Lisa, o come sono i girasoli di Van Gogh. Immagina di aver sentito la gente parlare di queste opere e saper della loro esistenza ma senza mai aver avuto la possibilità di vederle. Per i milioni di persone non vedenti, questa è una realtà. Questo progetto è basato sulla riproduzione delle opere d’arte stampate in 3D per dare la possibilità ai non vedenti di poter toccare con mano le opere d’arte, i reperti archeologici, i tesori distrutti e altro ancora. Una delle prime regole dei musei è questa: “Si può guardare ma non si può toccare”. L’Art Project Unseen è un’iniziativa per rendere l’arte più accessibile e inclusiva, utilizzando la tecnologia 3D-printing per creare repliche di capolavori che possono essere toccate con mano.

¹² <https://www.focus.it/tecnologia/innovazione/la-stampa-3d-che-mostra-le-opere-darte-ai-ciechi>



Gioconda stampata in 3D¹³

Le stampanti 3D permettono anche di utilizzare materiali non plastici e di uso più comune come: l'argilla, la ceramica e la porcellana, e in generale qualsiasi tipo di materiale della giusta densità. Da qualche anno la stampa 3D permette di creare oggetti anche in ceramica, il classico materiale tipicamente associato al lavoro dell'artigiano e adoperato da artisti e costruttori. Le stampanti che permettono di utilizzare questi materiali derivano generalmente dalle stampanti FDM (Fused Deposition Modeling), dove il tradizionale estrusore, dotato di hot-end per riscaldare le termoplastiche, è sostituito da un estrusore in grado di dosare il rilascio di un impasto. È ormai dal 2011 che si compiono ricerche sulla stampa della ceramica e di impasti simili, partendo dai primi impasti di materiali argillosi e arrivando nel 2014 al 3D printing Show di Parigi, dove la Wasp ha presentato le sue prime stampanti 3D con ugelli per ceramica. In questi due anni la tecnologia è stata rodada, arrivando ad attirare artisti che hanno sperimentato la stampa 3D: per esempio Francesco Pacelli, che in collaborazione con la WASP ha aperto un laboratorio proprio per lavorare con questa tecnologia.

¹³ <http://www.selltek.it/stampa-3d-opere-d-arte/>

Arte, ceramica e stampa 3D si fondono, offrendo possibilità e espressive inedite ad artisti e artigiani digitali:



Stampa di un oggetto in ceramica¹⁴

8. La riproducibilità tecnica

“Tra qualche anno chiunque avrà una Monna Lisa in salotto”¹⁵

Nelle ultime due decadi è emerso un gruppo di artisti 3D che si sono fatti conoscere grazie alle loro opere artistiche. I più famosi sono: Joshua Harker, Nick Ervinck, Michael Winstone, Shane Hope, Masters e Munn, e Pussykrew. Non è una lista completa ma mette in risalto gli artisti che lavorano prevalentemente con la tecnologia della stampa 3D.¹⁶

Un esempio di opera riprodotta sono i celeberrimi girasoli di Vincent van Gogh. Gli artisti Rob e Nick Carter hanno cercato di imprimere nella riproduzione dell’opera i colori raggianti e il decadimento impressi da Van Gogh nella sua opera.

¹⁴ <http://www.fablabmilano.it/2016/06/29/stampa-3d-e-%E2%80%8Eceramica/>

¹⁵

http://www.repubblica.it/tecnologia/2013/10/14/news/arte_i_capolavori_si_stamperanno_in_3d_copie_identiche_agli_originali_per_tutti-68564417/

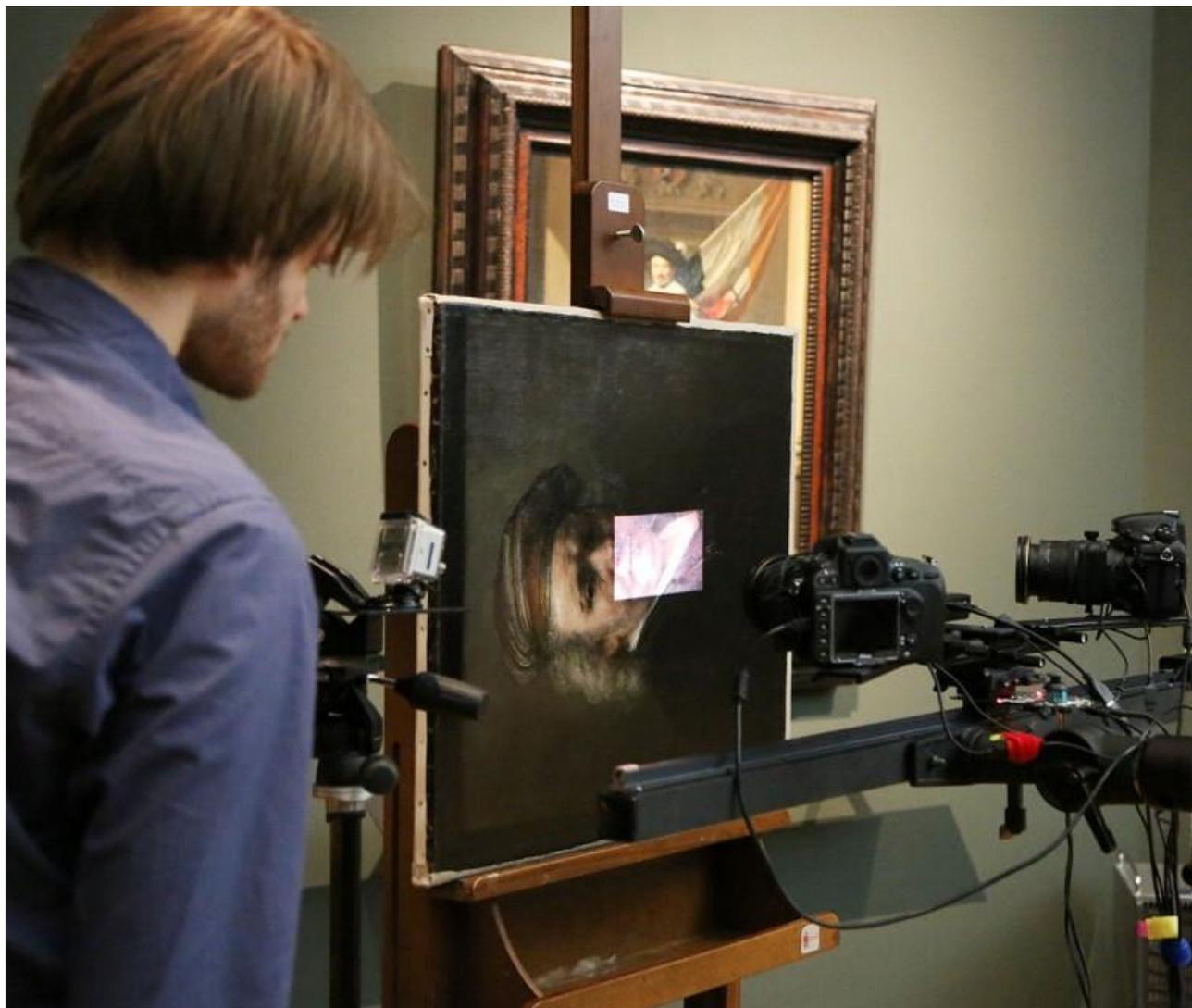
¹⁶ <http://blog.grabcad.com/blog/2016/08/16/impact-3d-printing-art-world/>



Fiori di Van Gogh – Rob e Nick Carter¹⁷

Non sono gli unici artisti che desiderano riprodurre l'immaginario di opere classiche e famose. Il ricercatore Danese Tim Zaman ha sviluppato un sistema di scansione fotografica 3D proprio per poter riprodurre i capolavori dell'arte moderna. Tra le sue riproduzioni più famose ci sono 'La sposa ebrea' di Rembrandt e 'Fiori in vaso blu' di Van Gogh. Entrambe le tele sono state riprodotte con fedeltà estrema dalla stampante 3D della Océ, società che fa parte del gruppo Canon, la cui testina si sposta avanti e indietro più volte per aggiungere più strati di inchiostro e dare vita, su una nuova tela, alle stesse pennellate che contraddistinguono i capolavori esposti nei più importanti musei del mondo.

¹⁷ <https://i.huffpost.com/gen/1400456/thumbs/o-SUNFLOWERS-900.jpg?6>



Tim Zaman alle prese con una scannerizzazione 3D di un'opera artistica da riprodurre¹⁸

Per far rivivere su una nuova tela le opere da riprodurre, Tim Zaman ha utilizzato una strumentazione piuttosto semplice: due reflex da 40 megapixel con al centro un piccolo proiettore di luce strutturata. In pratica la luce dalla superficie del quadro viene acquisita dalle due fotocamere, contribuendo nello stesso tempo alla cattura dei colori e della profondità del dipinto. Il risultato è una scansione tridimensionale dell'opera d'arte contraddistinta – nel caso della tela 160x120 cm di Rembrandt – da circa un miliardo di punti. Per visualizzare tale quantità di informazioni uno schermo non basterebbe: "Un miliardo di punti è superiore di 500 volte al tetto massimo di punti che uno schermo Full HD può mostrare" spiega Zaman. Da qui l'idea di visualizzarli attraverso una stampa in 3D, con la testina della stampante pronta a fare avanti e indietro per sovrapporre l'inchiostro.

"Abbiamo notato che caratteristiche come la lucentezza e la trasparenza, proprie di ogni dipinto, sono evidenti nell'originale, mentre noi non siamo in grado di riprodurle – scrive Zaman sul suo sito – In futuro lavoreremo per replicare anche queste. Il nostro obiettivo primario, con queste copie, è quello di capire esattamente cosa esattamente guardiamo in un dipinto, e perché ci appare così. Finora abbiamo solo imparato che ci sono diversi elementi, a parte il colore e la topografia di un quadro, che hanno un'importanza notevole e che noi non afferriamo". È innegabile, nonostante i nobili propositi illustrati da Zaman, che la stampa in 3D di capolavori dell'arte avrebbe, in futuro, un forte impatto non solo sul mercato – si pensi alle copie che potrebbero essere acquistate negli shop

¹⁸ http://www.repubblica.it/tecnologia/2013/10/13/foto/stampa_3d-68188567/1/#1

dei musei – ma anche sul lavoro di chi è impegnato quotidianamente nella restaurazione di opere più o meno importanti. Copie perfette sarebbero utili per sostituire gli originali e mettere quest’ultimi al sicuro oppure sarebbe utile disporre l’originale e la sua copia sulla stessa parete: uno da ammirare a debita distanza, l’altro da osservare da molto vicino e magari anche toccare. Naturalmente c’è chi non vede di buon occhio la nuova tecnologia che mette a repentaglio l’autenticità delle opere e chi, infine, si rammarica per un altro motivo: "È un peccato che Andy Wharol non sia più in vita, questa tecnica permette di realizzare tutto ciò che ha sempre cercato di fare con i suoi lavori. E consente di andare anche oltre".¹⁹

9. La nascita di correnti artistiche

In Italia stanno nascendo le prime correnti artistiche legate all’arte 3D. Uno dei pionieri Italiani è Stefano Bonzano, fondatore del gruppo BONZANOS^{20 21} che si considera un ricercatore di una nuova disciplina artistica definita da lui stesso come “fisiognomica emotiva”. Se la disciplina pseudoscientifica della fisiognomica voleva dedurre i caratteri psicologici e morali dall’aspetto fisico di una persona e dalle espressioni del suo viso, la “fisiognomica emotiva” è, invece, lo studio dei segni prodotti dalle emozioni sul corpo umano, testimonianza di una vita spirituale interiore. All’attività puramente didattica si è associata in seguito una collaborazione critica costruttiva, che già nel 2013 ha stimolato Stefano a percorrere una ricerca grafica parallela a quella precedentemente avviata nella scultura. Le emozioni vissute producono segni espressivi, che innescano un processo di trasfigurazione anche delle forme fisiche imposte dalla genetica. Rivelare questi segni, individuabili forse soltanto attraverso l’intuizione artistica, è una testimonianza della relazione tra la vita materiale e le esperienze emotive, in sintesi la restituzione fotografica dell’anima umana. Bonzano disegna corpi costituiti di fili, che creano nello spazio figure umane animate dal movimento delle linee; figure talvolta realizzate solo in parte ma che trovando la loro metà speculare o il loro compagno attraverso il riflesso degli specchi su cui sono inserite. Lo specchio, metafora di un “al di qua” e un “al di là” è una chiave di volta nel lavoro dell’artista, in quanto lo sfondamento dello spazio contribuisce a rendere compiuta la scultura, inserendo nell’opera, sia lo spazio circostante sia i concetti delle dimensioni spazio e tempo in cui l’uomo è costretto a vivere il mistero della propria esistenza.

¹⁹

http://www.repubblica.it/tecnologia/2013/10/14/news/arte_i_capolavori_si_stamperanno_in_3d_copie_identiche_agli_originali_per_tutti-68564417/

²⁰ <http://www.prototek.it/arte-stampa-3d/>

²¹ <https://it.pinterest.com/pin/373095150362531722/>



"SE TI GUARDO MI RICONOSCO" 2016 Scultura in filo verniciata in rame Dimensioni 45x 50x40 cm²²



"CENTRO DELLA VITA" 2016 Scultura in filo con parte ossidata. Dimensioni 32x 6 x 28 cm²³

²² <http://www.prototek.it/wp-content/uploads/2016/09/SE-TI-GUARDO-MI-RICONOSCO-finale.jpg>

²³ <http://www.prototek.it/wp-content/uploads/2016/09/Statua-scultra-stampata-in-3D.jpg>

10. Recupero e conservazione di opere d'arte

La porta sud del battistero di Firenze è un'opera storica realizzata in bronzo con dorature e fu disegnata da Andrea Pisano circa 700 anni fa e fusa da Leonardo d'Avanzo tra il 1329 e il 1336. Questa imponente opera d'arte delle dimensioni di oltre 5 metri di altezza per più di 4 metri di larghezza (577 x 428 cm) è stata oggetto di un progetto molto ambizioso di ripristino commissionato dalla Galleria Frilli. La Prototek (azienda incaricata) e il suo specialista Diego Simeon tramite scansione hanno riprodotto con la stampa 3D tutte le 28 formelle della porta.



Porta sud del battistero di Firenze e un artista mentre scansiona le formelle con scanner 3D²⁴

Queste formelle, sono disposte su sette file di quattro, con scene inquadrare da una cornice a losanga lobata (anche nota come «compasso gotico» o quadrilobo). I quadrilobi sono a loro volta racchiusi in altre cornici quadrate, con il risultato di una continua tensione tra linee rette, arcuate e spezzate. Tutte le 28 formelle della porta sud del battistero di Firenze sono state stampate in 3D tramite tecnologia SLS in materiale Duraform GF da una stampante 3D SLS, la ProX 500 di 3D Systems.

²⁴ <http://www.prototek.it/wp-content/uploads/2016/06/Scanner-3D-Artex-Spider-Opere-darte-Firenze.jpg>

Formella porta sud del battistero di Firenze stampata in 3D²⁵

Queste 28 raffigurazioni verranno prese in carico dalla fonderia Ciglia e Carrai che creeranno gli stampi silconici dove coleranno la cera per poi fonderle in bronzo. Dopo aver fatto questa pratica, i maestri cesellatori andranno a ricostruire a mano tutti i dettagli presenti sull'originale e fonderanno insieme le formelle e le cornici per riprodurre un clone della porta sud del battistero di Firenze. Questo clone andrà a sostituire la porta originale che verrà conservata in sicurezza ed esposta nel museo dell'Opera del Duomo. La collocazione nel Museo dell'Opera del Duomo, all'interno di grandi teche, si è resa necessaria perché le porte del Battistero devono essere conservate in condizioni costanti di bassa umidità per evitare il formarsi di sali instabili, tra la superficie del bronzo e la pellicola dorata, che salendo, sollevano e perforano l'oro causandone la distruzione. In termini di preservazione delle opere, la stampa 3D non è il mezzo principale per conservare le copie delle opere. La scannerizzazione 3D e il salvataggio delle opere in database digitali permetterà di salvare le opere da disastri naturali o da guerre che nei secoli, hanno distrutto miriadi di opere artistiche. La creazione di archivi digitali permetterà di salvare le opere nel caso in cui accada qualche disastro che le distrugga. Grazie alla stampa 3D o ad altre tecnologie le opere saranno messe al sicuro e le generazioni future avranno accesso a riproduzioni fedeli di queste ultime. Un numero crescente di musei sta intraprendendo questa strada; uno dei principali è il museo Egiziano di Torino. Al giorno d'oggi la combinazione di scannerizzazione e stampa 3D sta permettendo di salvare le innumerevoli opere presenti in Iraq, Afghanistan e Syria che ogni giorno vengono deliberatamente distrutte dall'ISIS o altri gruppi armati. Ad esempio in futuro sarà possibile riprodurre le opere che sono state distrutte nel museo di Mosul negli ultimi conflitti.

La stampa 3D permette una riproduzione piuttosto semplice delle opere. Uno dei lavori più recenti fatti dalla Stratasys, la quale ha collaborato direttamente con il Millenium Gate Museum di Atlanta, è stata la riproduzione di una delle più rare opere d'arte dell'Antica Grecia: la Statua di Zeus a Olympia, che è ritenuta essere una delle 7 antiche meraviglie del mondo.

²⁵ <http://www.prototek.it/wp-content/uploads/2016/06/Formella-porta-sud-battistero-Firenze-Stampata-in-3D-in-SLS-Sinterizzazione.jpg>



Zeus at Olympia ²⁶

11. Stampa 3D e Copyright

Proprio la replicabilità degli oggetti ha sollevato dubbi sulla questione del copyright: tramite scansione in 3D è possibile produrre una copia identica di oggetti molto complessi, anche se coperti da diritto d'autore. Emilio Juárez, direttore vendite HP, afferma che i nuovi macchinari non sono in grado di stabilire se la scansione o stampa di un oggetto possa rappresentare un reato: "Le nostre stampanti in 2D sono dotate di un riconoscimento d'immagine che ne impedisce la riproduzione di banconote; una tecnologia simile non è ancora applicabile ai nuovi modelli in 3D. Per il momento HP lavora alla creazione di un ecosistema composto da produttori e consumatori che rispettino il diritto d'autore. Comprendiamo che un utilizzo non regolamentato di questa tecnologia possa portare a un potenziale disastro". Così come il mercato musicale anche quello manifatturiero potrebbe essere colpito duramente dalla pirateria, per questo si stanno ipotizzando soluzioni simili al modello Spotify: un programma che consenta di scaricare file per la stampa 3D, come con la musica, ma senza poter rivendere o copiare il prodotto. La riproducibilità ha anche alcuni risvolti non del tutto positivi come testimonia la vicenda che riguarda l'artista Jerry Fisher il quale usando uno scanner 3D ha pubblicato online i dati per stampare i bronzi di Riace di Michelangelo che si trovano all'Augustana College nel Sud Dakota, US. Le due statue sono esse stesse repliche degli originali ma il college ha sporto denuncia asserendo che la proprietà delle repliche è privata e che quindi una qualunque riproduzione infrange le leggi sul copyright. Anche se questo è un caso alquanto estremo, la vicenda mette in risalto tutti i possibili problemi che possono scaturire riproducendo opere d'arte e diffondendole sul web. In questa logica possono nascere progetti come Art Ficial²⁷, che offre modelli 3D di opere d'arte del passato, estremamente dettagliati, riproducibili con qualsiasi stampante in differenti dimensioni, senza acquisire i diritti del file del progetto. La questione del copyright resta infatti un problema sentito per i designer che si affacciano a questa nuova era. Il timore di una diffusione incontrollata dei file sembra più che fondato, e già oggi è possibile trovare via p2p librerie di oggetti privati della protezione o semplicemente riprodotti dagli originali per mezzo di scanner 3D.

²⁶ <http://blog.grabcad.com/blog/2016/08/16/impact-3d-printing-art-world/>

²⁷ <https://www.artficial.com/>

Proprio la spinta alla personalizzazione potrebbe però contenere le perdite dovute alla pirateria. La realizzazione di oggetti su misura e di progetti modellati sull'anatomia e le esigenze dei clienti, ne rende il furto meno appetibile. Inoltre la legge protegge ogni oggetto personalizzato con più forza, come conferma l'avvocato Arlo Canella, specializzato in violazioni di proprietà intellettuale. "La legge una volta proteggeva il cosiddetto speciale ornamento, che caratterizza l'opera d'arte, poi con lo stile minimal gli ornamenti sono scomparsi ed è diventato necessario individuare la cifra stilistica di un designer. Con la personalizzazione estrema ogni oggetto diventa invece unico e si può individuare un diverso speciale ornamento in ogni pezzo prodotto ". Questo naturalmente semplifica l'attribuzione corretta del copyright e l'individuazione degli illeciti.

12. Conclusioni

La relazione ha messo in risalto i punti di forza di questa nuova tecnologia che potrebbe fare da protagonista nei prossimi anni ed essere al centro di una nuova rivoluzione industriale.

Le stampanti 3D però fin qui non sono riuscite ad affermarsi come qualcosa di realmente dirompente e rivoluzionario. Alcune stampanti sono usate con successo in specifici ambiti industriali e di design, ma molte delle loro altre applicazioni ipotizzate negli ultimi anni si sono rivelate inefficaci. Le buone stampanti 3D per uso domestico costano circa mille euro: hanno però lo svantaggio di essere molto lente nella produzione e non permettono stampe di una qualità davvero soddisfacente. Esistono anche stampanti che costano poco meno di 200 euro: sono però ancora più lente e ancora meno precise. Il principale problema delle stampanti commerciali è la loro poco chiara utilità. Fatta eccezione per le scuole e per le persone particolarmente appassionate di nuove tecnologie, le stampanti 3D sembrano al momento poter interessare solo alle aziende che hanno la necessità di stampare e modellare rapidamente le loro idee, i loro progetti come ad esempio "il nuovo casco per un ciclista, la portiera di un'automobile o una ruota dentata". Nella quasi totalità dei casi la stampa 3D in ambito industriale è però la fase iniziale di un processo che prevede poi dinamiche di produzioni più tradizionali: più che l'emblema della terza rivoluzione industriale, la stampante 3D è per ora un utile aggiornamento della seconda rivoluzione industriale.

13. Bibliografia

<http://www.lastampa.it/2016/06/27/tecnologia/news/il-futuro-della-stampa-d-passa-dallindustria-pC2QK8cbCW9mmpOi3cXwoK/pagina.html>

<https://www.cwi.it/tecnologie-emergenti/stampa-3d/il-futuro-della-stampa-3d-e-larte-dellimperfezione-74920>

<http://www.linkiesta.it/it/article/2012/08/20/la-terza-rivoluzione-industriale-fa-un-favore-allitalia/8916/>

<http://www.ictbusiness.it/cont/news/stampa-in-3d-e-davvero-una-rivoluzione/32742/1.html#.WRTQi-XyjIV>

<http://www.stampinews.it/da-qy-market-research-il-report-mondiale-2016-sul-mercato-della-stampa-3d-dei-metalli/>

<http://www.chefuturo.it/2015/05/rifkin-terza-rivoluzione-industriale-digitale-digital-champions/>

<http://www.stampa3d.com/>

<http://www.webnews.it/2015/01/19/stampanti-3d-arte/>

<https://motherboard.vice.com/it/article/la-stampa-3d-di-tutte-le-opere-d-arte-italiane>

<http://ira3d.com/it/blog/cultura/la-stampa-3d-puo-dare-una-mano-allarte>

<http://www.ilpost.it/2015/08/02/stampanti-3d/>

<http://www.alefusi.it/news/31-stampa-3d-una-nuova-rivoluzione-industriale.html>

<https://it.insider.pro/technologies/2016-03-01/la-stampa-3d-sara-la-nuova-rivoluzione-industriale/>

http://www.repubblica.it/tecnologia/2015/10/16/news/stampanti_3d_in_azienza_ecco_la_rivoluzione_che_crea_lavoro-125231402/

<http://www.stamparein3d.it/gartner-le-previsioni-del-2017-sulla-stampa-3d-13812-2/>

<http://it.ibtimes.com/stampa-3d-dati-e-stime-previsioni-un-mercato-destinato-crescere-1354273>

<https://lorettadalola.wordpress.com/2011/01/29/la-grande-rivoluzione-della-stampa/>

<http://www.selltek.it/stampa-3d-opere-d-arte/>

<http://www.silicon.it/workspace/xerox-la-fusione-del-mondo-fisico-e-digitale-nella-gestione-documentale-106761>

<https://www.kickstarter.com/projects/3dphotoworks/bringing-the-worlds-greatest-art-to-blind-people>

<http://www.wasproject.it/w/tag/big-delta-3d-priner/>

<http://www.fablabmilano.it/>

<http://www.prototek.it/>

<http://blog.grabcad.com/blog/2016/08/16/impact-3d-printing-art-world/>

<https://www.bathsheba.com/>