



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E AZIENDALI**  
**"MARCO FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA INTERNAZIONALE**  
***L-33 Classe delle lauree in SCIENZE ECONOMICHE***

Tesi di laurea  
**Strategie Sostenibili nell'Industria 4.0**  
***Industry 4.0, Sustainability Strategies***

Relatore:  
Prof. DI MARIA ELEONORA

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Eleonora', written over the printed name.

Laureando:  
MORETTO ANDREA

Anno Accademico 2016-2017

# INDICE

<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>1 Capitolo 1</b> Come può inserirsi una stampante 3D nel processo produttivo	<b>5</b>
<b>1.1</b> Come funziona una stampante 3D	5
<b>1.2</b> Quali materiali possono essere impiegati	6
<b>1.3</b> Quali mercati utilizzano già una stampante 3D	8
<b>2 Capitolo 2</b> Perché affidare di parte del processo produttivo a una stampante 3D	<b>10</b>
<b>2.1</b> Potenzialità e vantaggi a livello logistico e sostenibile delle stampanti 3D	10
<b>2.2</b> In che modo la produzione additiva potrebbe creare vantaggi nella produzione	11
<b>2.3</b> Attenzioni e svantaggi nell'impiego di stampanti 3D	13
<b>3 Capitolo 3</b> Due realtà sostenibili	<b>14</b>
<b>3.1</b> Il caso di Better Future Factory	14
<b>3.2</b> il caso di Ethical Filament	16
<b>Conclusioni</b>	<b>18</b>
<b>Bibliografia e Sitografia</b>	<b>21</b>

## Introduzione

Questo elaborato è volto ad approfondire le potenzialità delle nuove tecnologie, più precisamente quelle che rientrano nel contesto moderno dell'industria 4.0, prestando particolare attenzione a quelle che vengono sviluppate nel rispetto dell'ambiente e tenendo conto della sostenibilità del processo produttivo, soprattutto per quanto riguarda le potenzialità che può offrire in questo contesto una tecnologia nuova come quella della stampa in 3D. Si procede quindi con l'analisi approfondita di due tipi di concetti, tra loro strettamente correlati, quello di industria 4.0 e quello di stampa in 3D.

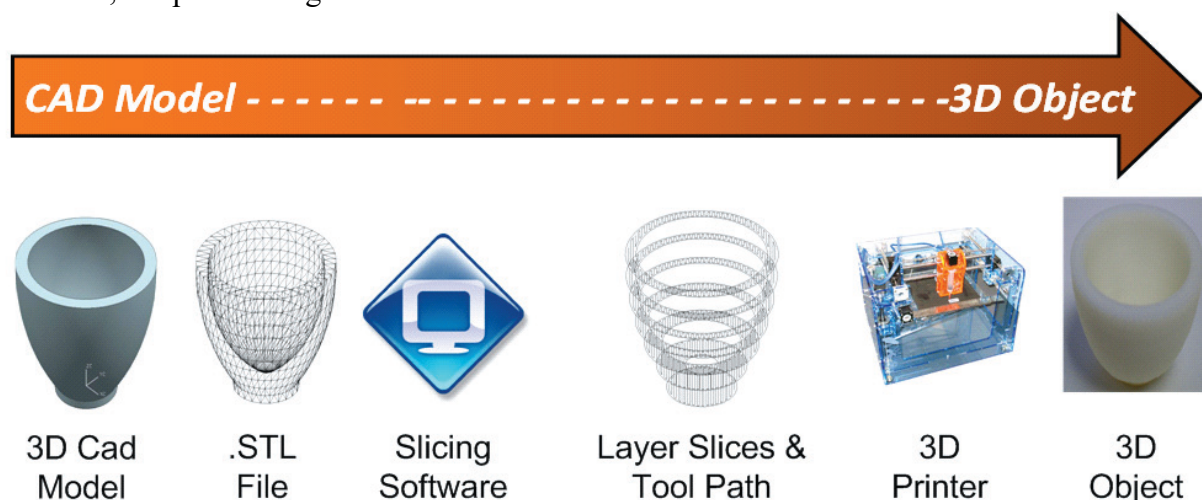
Per industria 4.0 si intende l'organizzazione del processo industriale volta alla automatizzazione e all'utilizzo di nuove tecnologie, nelle pagine che seguono verrà inoltre aggiunto un focus riguardo la sostenibilità di un dato processo attraverso la riduzione di sprechi ed emissioni, il tutto reso possibile dall'utilizzo della tecnologia della produzione additiva. Quest'ultima ha visto le prime luci a partire dagli anni 90, ma ha avuto una vera e propria fase di espansione dopo il 2009 quando è scaduto il brevetto che rendeva tale tecnologia "inaccessibile", rendendo appunto più facilmente raggiungibile e utilizzabile il prodotto e favorendone lo sviluppo data la diffusione. A tal proposito, è opportuno fare riferimento all'articolo "Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0" di T. Stock e G. Seliger nel quale vengono analizzate le prospettive micro e macro economiche di questa nuova rivoluzione sostenibile. In particolar modo mediante il seguente elaborato si vuole analizzare la prospettiva macroeconomica di questo progetto, perché il concetto di stampa 3D può trovare svariate applicazioni soprattutto in una realtà di questo tipo, infatti in ottica macroeconomica vi è un'espansione orizzontale di processo che viene caratterizzata soprattutto da un network di moduli crea valore, rappresentati nel loro punto più alto da fabbriche che si sviluppano attorno all'intero ciclo di vita del prodotto. In un'ottica di questo genere si può chiaramente analizzare un tipo di espansione che tende al controllo dall'inizio alla fine, partendo quindi dall'acquisizione di materie prime adeguate, con la possibilità di attingere attraverso, ad esempio, il riciclaggio a materiali dal basso impatto ambientale, fino ad arrivare alla fase finale della vita del prodotto stesso. Questo ciclo si caratterizza soprattutto per il collegamento tra i singoli stakeholders che hanno diversi tipi di interesse in relazione al prodotto, attraverso un meccanismo di cloud che permette una stretta coesione tra questi soggetti, i quali possono aiutare a migliorare le caratteristiche di tale oggetto e renderlo

più adeguato alle esigenze di produttori, distributori e consumatori. Ciò favorisce lo sviluppo e la nascita di Fabbriche Smart, tali da poter utilizzare al meglio i dati forniti dai vari stakeholders e decentralizzare la produzione tramite l'autogestione del processo produttivo favorendo quindi la nascita e la diffusione di una catena di produzione variabile che può seguire le necessità dei differenti portatori di interessi e produrre un risultato adeguato al mercato e al meglio delle sue potenzialità.

# 1. Capitolo 1

## 1.1 Come funziona una stampante 3D

La stampa 3D è un tipo di tecnologia che negli ultimi anni si sta sempre più identificando come una realtà affidabile e sicura per la produzione, attraverso particolari design che danno l'opportunità di creare profondi cambiamenti nei settori economici, sociali e ambientali. Infatti la caratteristica principale di questo approccio alla produzione è il processo additivo che permette di fare una netta distinzione dall'attuale procedimento sottrattivo. Per quanto riguarda l'attuale procedimento, che si può vedere in svariate catene produttive, e che di fatto comporta molto spesso il taglio o la sottrazione di forme da pezzi di dimensione più grande perché imprecisi o per cambiamenti nei modelli, misure o altro, mentre con la stampa 3D diventa possibile costruire e realizzare i design sviluppati tramite l'aggiunta, livello dopo livello, di materie prime. Questa differenziazione, che può sembrare sottile, rappresenta la chiave della stampa in 3D. Il processo produttivo parte sempre dalla creazione di un progetto, un design del prodotto, solitamente in formato CAD (Computer-Aided Design) o con lo scan di un prodotto attualmente esistente, successivamente un computer processa il design e lo divide in svariate sezioni 2D, le quali poi vengono inviate direttamente alla stampante, e quest'ultima provvederà a realizzare un prototipo del prodotto. Di seguito si passerà ad una fase di testing per verificare la qualità e l'omogeneità di quanto elaborato dalla stampante agli standard preposti, e anche in questa particolare operazione si può notare l'enorme vantaggio che porta la stampa in 3D. Infatti in caso di modifiche o altre incongruenze sarà necessario unicamente andare a intervenire sul design e realizzare un nuovo prototipo, senza necessità di creare nuovi stampi o matrici atti a riprodurre il prodotto evitando appunto sprechi di materiali, tempo ed energia.



**Immagine 1:** Processo generico di produzione additiva. Fonte: Campbell, Williams, Ivanova, Garrett; *Could 3D printing change the world?*; 2011

Esistono svariati processi nella produzione additiva (attraverso la stampa in 3D), che ampliano le possibilità e il modo in cui viene realizzato un oggetto, e che rendono illimitate le potenzialità di questa tecnologia, non vi è alcun tipo di restrizione riguardo le complessità del progetto, ed inoltre un altro vantaggio è la facoltà di combinare svariati materiali senza bisogno di assemblaggio, così da ridurre ulteriormente il costo e le tempistiche produttive. L'impiego della produzione additiva è ancora agli inizi, quest'ultima nata nel 1989 ma solo recentemente svincolata dal suo brevetto, ha tutte le potenzialità per diventare il nuovo approccio alla fabbricazione e realizzazione non solo di prototipi, ma anche di gestione di intere catene produttive che possono personalizzare il singolo prodotto su richiesta dei vari stakeholders potendo finalmente venire incontro alle esigenze di tutti. È sufficiente pensare alle necessità che ogni giorno aziende e consumatori vogliono soddisfare, come ad esempio componenti ad alta precisione o che possono richiedere un elevato tasso di personalizzazione e grazie alla stampa 3D sarà possibile portare questo genere di produzione a livello industriale senza il conseguente aumento dei costi produttivi.

## **1.2 Quali materiali possono essere impiegati**

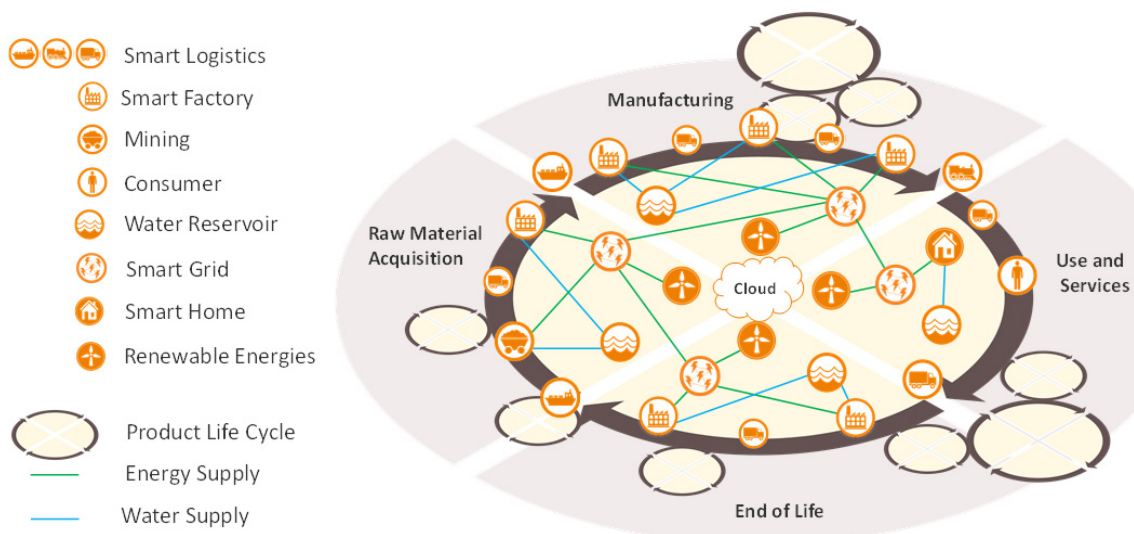
I materiali che possono essere utilizzati nella produzione additiva sono svariati e confermano la caratteristica principe di questo procedimento, la versatilità. Infatti con la possibilità di usare diversi tipi di materiali si aprono opportunità produttive non indifferenti e vantaggiose, le quali permettono di volgere l'interesse dell'azienda in direzione di mercati più ampi e disparati. Di fatto non esistono limiti a ciò che una stampante 3D può utilizzare per realizzare i progetti, a patto che si disponga di programmi e strutture adeguate come si può naturalmente desumere. I principali materiali usati nella produzione additiva sono rappresentati da componenti plastiche come ad esempio nylon o poliammide, impiegati soprattutto nel procedimento a deposito, l'ABS materiale resistente e durevole, ed infine di recente si è giunti anche all'utilizzo del PLA (Acido Polilattico) il quale si contraddistingue rispetto agli altri per le sue proprietà biodegradabili. Oltre ai materiali plastici negli ultimi anni la stampa in 3D si è ampliata verso nuove soluzioni come, ad esempio, metalli e ceramiche. Ulteriori sforzi sono stati fatti attraverso l'impiego di nanoparticelle e nanomateriali di cui esempi sono riportati nella tabella sottostante.

Material	Effect
Metal Nanoparticles	Decrease in sintering temperature Improved density Decrease shrinkage and distortion Provide electrical conductivity
Carbon Nanomaterials	Increase in tensile and fracture stress Parts more brittle Rough final surfaces Decrease in density Significantly improved thermal and electrical conductivity Increase in cell proliferation rate
Ceramics and Semiconductor nanomaterials	Increase in tensile strength and modulus Parts stiffer but more brittle (silica) Enhanced sintering characteristics (Alumina)

**Immagine 2:** *Sommario delle pubblicazioni sui nanomateriali applicati nella produzione additiva. Fonte: Campbell, Williams, Ivanova, Garrett; Could 3D printing change the world?; 2011*

Una sorprendente applicazione della stampa 3D, la quale si può ricondurre in particolar modo a tempistiche recenti, è la capacità di utilizzare, a livello alimentare, miscele di cellulosa, glutine o cioccolato per la creazione di svariati prodotti alimentari. Oltre a questo il principale passo avanti, effettuato grazie allo sviluppo recente di questa tecnologia, è il fatto di poter usufruire di materiali riciclabili e riciclati nella produzione additiva, a tal proposito all'interno del capitolo 3 del presente elaborato vengono esposti due casi pratici. Questa particolare innovazione consente di creare e alimentare, in ottica macroeconomica, il potenziale circolare dell'economia, rendendo realizzabile, in questo caso particolare, la possibilità di riutilizzare determinati materiali più e più volte senza che questi ultimi perdano le loro proprietà fisico-chimiche e fornendo un'ulteriore implicazione di tipo sostenibile al mercato delle stampanti

**Immagine 3:** *Prospettiva macroeconomica dell'industria 4.0. Fonte: Stock, Seliger; Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0; 2016*



3D. In un particolare momento storico come quello che stiamo vivendo, dove la sensibilizzazione verso la tematica della sostenibilità sta diventando sempre più preponderante e sta influenzando con una certa decisione le scelte produttive, le singolari peculiarità delle stampanti 3D offrono un'interessante opportunità.

### **1.3 Quali mercati utilizzano già una stampante 3D**

Inizialmente il ricorso all'utilizzo di stampanti 3D e di produzione additiva veniva immediatamente associato alla creazione rapida di prototipi e alla realizzazione di modelli concettuali di nuovi prodotti per identificarne meglio la forma e la comodità di impiego, come, ad esempio, prototipi di autovetture per verificarne l'assetto aerodinamico o la stampa di progetti architettonici per dare al cliente un'immagine più chiara del progetto. Ora però, grazie ai miglioramenti a livello di materiali sfruttati e nell'efficienza di questa tecnologia, numerose aziende hanno iniziato ad utilizzare le stampanti 3D per creare oggetti adatti a test funzionali e addirittura per fini produttivi. In un report del 2009 la Wohlers Associates, un'azienda che si occupa di consulenze strategico-tecnologiche, ha determinato che il 16% della produzione additiva era già usato per una produzione diretta di parti ed il 21% per prototipi e modelli funzionanti. I principali mercati che hanno iniziato ad impiegare le stampanti 3D con successo e che sono in continuo aumento, riportano tra alcuni dei casi più eclatanti:

- Componenti automobilistiche, soprattutto nel settore di auto sportive, supercars e hypercars, dove la precisione e le quantità ridotte impediscono un particolare tipo di produzione che sfrutti le economie di scala per ridurre l'impatto sul costo del prodotto. Infatti tramite l'utilizzo di stampanti 3D svariate compagnie impegnate oltre che nella vendita anche in ambito sportivo possono creare componenti aerodinamici e modificarli in base alle necessità della singola vettura;
- Componenti per aereo velivoli ed in ingegneria aerospaziale, anche qui come nel precedente caso bassi volumi produttivi non permettono di ricorrere alle economie di scala. Di fatto nessuno dei prodotti creati tramite la produzione additiva risulta essere di fondamentale importanza per la struttura del velivolo, in tempi recenti però nello' F 18 è stato inserito un meccanismo per il controllo ambientale creato con la stampa 3D riducendo di molto le problematiche di assemblaggio riducendo da sedici a una le parti da inserire nel velivolo;
- Prodotti ortodontici personalizzati, finanziati soprattutto dalla Allign Technology, Inc. che



ha utilizzato la stampa 3D per creare, partendo dall'impronta dentale del singolo paziente così da costruire un prodotto su misura e ad un costo più accessibile per l'azienda che deve semplicemente stampare l'apparecchio.

- Apparecchi uditivi personalizzati, anche qui come nel caso precedente tramite la scannerizzazione della cavità uditiva è stato possibile per due aziende, la Siemens e la Phonak, attraverso la produzione additiva, di creare apparecchi acustici ad hoc per il paziente.

Tutte le appena elencate realtà di successo affrontate in questo paragrafo sono unite dalla personalizzazione o dall'unicità e particolarità di determinati progetti e prodotti, i quali hanno a loro volta una caratteristica comune, ovvero la difficoltà di lavorare con economie di scala tali da ridurre l'impatto che particolari componenti hanno sul costo complessivo del prodotto. Ed è proprio in questo caso che tecnologie come quelle della produzione additiva risultano ancora più vantaggiose, permettendo un rapido cambiamento e la creazione di migliaia di pezzi personalizzati, senza la necessità di dover abbattere il costo attraverso la produzione di grandi quantità. Come vedremo nel capitolo successivo, le applicazioni e i vantaggi competitivi e a livello sostenibile non sono relegati a questo genere di produzioni.

## **2. Capitolo 2**

### **2.2 Potenzialità e vantaggi a livello logistico e sostenibile delle stampanti 3D**

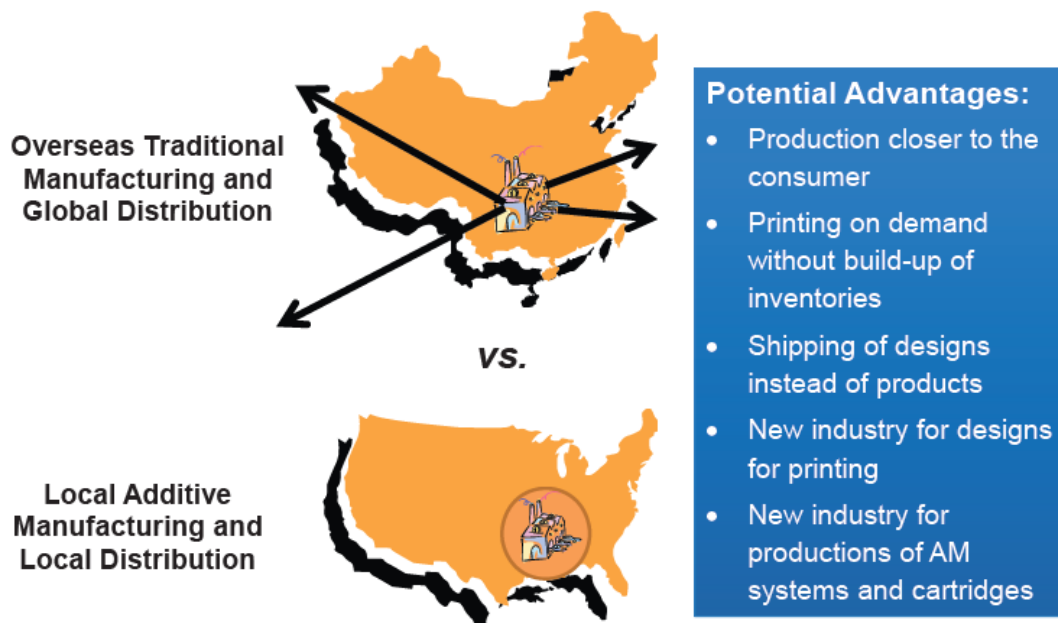
Come visto precedentemente l'utilizzo della produzione additiva ha iniziato a diffondersi in svariate realtà produttive accomunate dalla difficoltà o impossibilità di utilizzare le economie di scala. I vantaggi dell'utilizzo di questo approccio alla produzione non si limitano però solo a questo, infatti le opportunità e le strategie attuabili in questo contesto sono molteplici e correlate tra loro.

Un chiaro esempio di questa correlazione è come i progetti e i prodotti possono muoversi dal produttore al consumatore, basti pensare al passaggio dal trasporto di semilavorati e prodotti finiti al semplice trasferimento di un design in formato CAD; infatti questo favorisce l'avvicinamento della catena di produzione alla rete di vendita con tutte le conseguenze vantaggiose a livello logistico ed anche a livello di salvaguardia ambientale. Di fatto con questa evoluzione si riduce di molto la “Carbon Footprint” del prodotto annullando quasi le necessità di trasporto di componenti e materie prime sul territorio, rendendo così possibile una sensibile riduzione del costo del prodotto. Altro importante punto a favore, sempre in chiave logistica, è il vantaggio di poter produrre “On Demand” eliminando così la necessità di magazzini ed inventari e di conseguenza la possibilità di generare prodotti non richiesti dal mercato.

Ricollegandosi al concetto di sostenibilità e “Carbon Footprint” emerge un altro importante vantaggio, ovvero l'enorme riduzione degli sprechi ottenibile attraverso l'utilizzo della produzione additiva che, come accennato nel capitolo precedente, consente di utilizzare la quantità esatta di materiali necessaria per la realizzazione del progetto o di un determinato componente aumentando l'efficienza delle materie prime utilizzate, oltre alla rapidità e la possibilità di correggere e modificare il prodotto in qualsiasi momento.

Altri vantaggi possono emergere anche riguardo le questioni sociali nell'impiego di queste tecnologie, ad esempio la produzione potrebbe essere riportata vicino al consumatore e di conseguenza allontanata da paesi noti per la delocalizzazione massiccia che hanno ospitato negli ultimi decenni, come Cina, India e altri paesi del Sud-Est asiatico; ovviamente ciò non creerà la stessa offerta di lavoro di una fabbrica basata sulla produzione sottrattiva, ma, in società che stanno invecchiando come quelle occidentali, si potrebbe realizzare un guadagno

concreto attraverso la riduzione delle importazioni tramite la produzione di grandi quantità di prodotti impiegando meno dipendenti.



**Immagine 4:** La produzione additiva può cambiare il panorama produttivo. Fonte: Campbell, Williams, Ivanova, Garrett; *Could 3D printing change the world?*; 2011

Sempre a livello sociale, l'utilizzo più importante e capillare di queste tecnologie favorirebbe la creazione di mercati satellite per la vendita e la distribuzione dei materiali necessari al funzionamento delle stampanti in se.

## 2.2 In che modo la produzione additiva potrebbe creare vantaggi nella produzione

A livello produttivo le opportunità di creazione di vantaggio competitivo sono molteplici e permettono non solo l'aumento dell'efficienza delle materie prime, come visto precedentemente, ma danno anche la possibilità di abbattere e rendere più accessibili determinati tipi di produzione.

Un primo esempio è come la complessità di un prodotto o di un componente può rappresentare un ostacolo importante nel processo produttivo, causando rallentamenti in quest'ultimo oltre ad importanti sprechi di risorse umane e materiali, questo problema verrebbe facilmente eliminato dalla produzione additiva, in quanto i designer possono posizionare materiali e creare solo ed esclusivamente ciò che è necessario senza bisogno di creare stampi complessi o tagliare da grandi quantità di prodotto il componente necessario.

Inoltre la complessità aggiunta è completamente gratuita, per quanto il progetto sia complicato attraverso la costruzione strato per strato e la versatilità della stampante non sarà necessario creare nuovi stampi, basterà trasmettere il progetto a quest'ultima che lo scomporrà e realizzerà.

Quello che maggiormente può favorire questo genere di produzione è la rapidità ed efficienza consentite nel passare da una produzione standardizzata a una produzione personalizzata, di fatto le stampanti 3D creano esatte copie del progetto rappresentato dai designer mantenendo le proporzioni, la risoluzione e le caratteristiche identificate in fase di design e prototyping permettendo di creare facilmente e rapidamente prodotti assolutamente omogenei e conformi, senza però incorrere in problematiche nel caso in cui alcune parti o prodotti interi necessitino delle personalizzazioni richieste dal cliente o da altri stakeholders durante il ciclo di vita del prodotto. Tra l'altro questi processi computerizzati possono tranquillamente operare non monitorati, consentendo produzioni continue, rendendo più breve il tempo di produzione e permettendo così controlli, verifiche e modifiche più facili da realizzare.

A livello di costi per l'impiego di queste tecnologie stiamo assistendo ad una riduzione soprattutto dal 2009 ad oggi quando le stampanti 3D sono state svincolate dal brevetto che le copriva di fatto, favorendo un maggiore investimento tecnologico e una riduzione dei costi degli applicativi e delle stampanti in sé.

La produzione additiva sta aprendo le porte e tracciando il percorso per passare da una produzione di massa ad una personalizzazione di massa senza le problematiche e le difficoltà che ne conseguono come l'assenza di economie di scala. Infatti la produzione additiva sta prendendo sempre più piede e si sta effettuando una trasformazione da mercato di nicchia a potenziale alternativa ai metodi di produzione passati. La dimostrazione evidente di questo passaggio si può vedere nel grafico successivo che rappresenta le entrate stimate (in milioni di dollari) da prodotti e servizi correlati alla produzione additiva a livello mondiale.

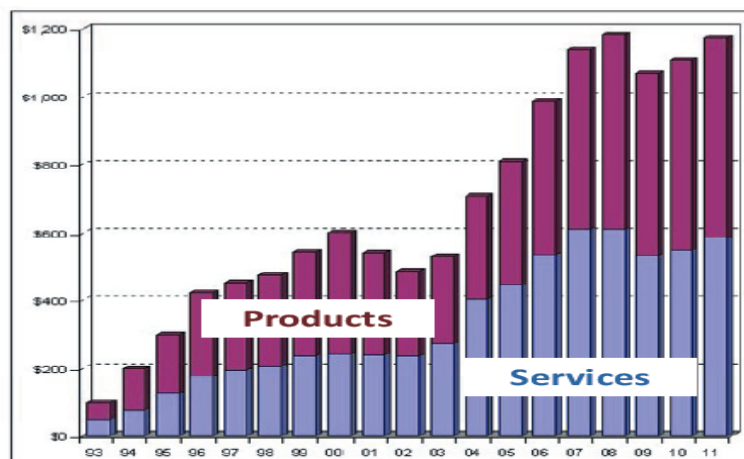


Immagine 5: Entrate stimate. Fonte: Wohlers; Wohlers Report; 2011

## 2.3 Attenzioni e svantaggi nell'impiego di stampanti 3D

Le principali problematiche che risultano dall'utilizzo di stampanti 3D sono la tutela e il controllo dei diritti d'autore, infatti il principale rischio è rappresentato per l'appunto dalla digitalizzazione dei design di svariati componenti e prodotti che necessitano di venire tutelati con leggi ad hoc tali da proteggere queste proprietà intellettuali.

Inoltre risulta di fondamentale importanza verificare in che situazioni è possibile utilizzare e beneficiare dei vantaggi descritti in precedenza; determinati prodotti potrebbero risultare effettivamente più convenienti da produrre tramite una produzione di massa più tradizionale. Inoltre a questo si aggiunge la difficoltà nel cambiare il ciclo produttivo tramite investimenti e possibili rinunce a margini competitivi importanti per le aziende interessate, col rischio conseguente di non risultare più competitivi nel mercato o addirittura fallire. Di fatto questo risulta essere un processo che potrebbe richiedere ingenti quantità di denaro e tempistiche non necessariamente brevi.

Le attenzioni da porre riguardo questo nuovo approccio alla produzione non si limitano solo in ottica aziendale ma comportano un'analisi anche nell'attuale panorama geopolitico; basti pensare a molte delle nazioni che basano buona parte dei loro introiti nelle esportazioni (Cina, Germania e Giappone sono solo alcuni esempi) che potrebbero subire dei gravi contraccolpi alla loro attuale situazione economica. Ciò potrebbe essere arginato, ad esempio paesi come Cina e Brasile che vantano un enorme mercato interno potrebbero limitare le difficoltà viste poco fa, creando e utilizzando importanti catene di produzione locale, mentre paesi come Germania e Giappone potrebbero investire nella creazione di design vincenti da poter poi trasferire in paesi meno virtuosi.

Di fatto questi cambiamenti richiederanno diversi anni se non decenni ma le potenzialità di queste nuove tecnologie potranno rallentare o addirittura invertire trend negativi che iniziano ad affliggere l'economia globale; come lo spettro di un' economia a somma zero o i problemi ambientali, consentendo quindi una produzione sostenibile e vantaggiosa per le economie non solo occidentali ma addirittura a livello globale.

### 3. Capitolo 3

#### 3.1 Il caso di Better Future Factory



**Immagine 6:** Logo Better Future Factory.  
Fonte: <http://www.betterfuturefactory.com/>

Better Future Factory è una realtà olandese che fa della sostenibilità e del riutilizzo delle materie prime il suo key business, uno studio ingegneristico che pone particolare attenzione riguardo la creazione e lo sviluppo di tecnologie e design sostenibili. I prodotti realizzati in questo contesto si concentrano su 3 punti principali: Riciclaggio, design e storytelling dando vita a una sinergia ed un'immagine di prodotto "environment friendly" reimpostando così il processo produttivo ed economico secondo una visione circolare in contrasto con la più tradizionale visione lineare. Per quanto riguarda i loro principali progetti al momento si presentano diverse realtà con un'attenzione sostenibile e sociale, i quali fanno tutti leva sul concetto di economia circolare:

New Marble, progetto nato in Angola e poi esportato con successo in Europa che fa forza sul riciclaggio e riutilizzo di scarti e materiali plastici a livello locale per la creazione di laminati e mattonelle con caratteristiche simili se non più interessanti delle normali piastrelle in ceramica;

Rewire, un progetto attivo attualmente in Perù, Angola e Sierra Leone, il cui obiettivo è quello di creare una soluzione locale all'inquinamento prodotto dagli scarti plastici attraverso i quali creare prodotti tessili in contesti economici marginali;

Squarry, il cui obiettivo è quello di dare ai paesi sottosviluppati ed in via di sviluppo la possibilità di avviare politiche di riciclo attraverso l'utilizzo di strumenti a basso livello tecnologico così da renderli più accessibili;

Refil, che ha dato il via all'introduzione di materiali riciclabili all'interno della produzione additiva e nelle stampanti 3D risultando nel punto di partenza per i Life Cycle Labs, con prerogativa nel dare gli stessi strumenti utilizzati da refil a case e scuole per riutilizzare i propri rifiuti plastici creando ricariche per stampanti 3D; Perpetual Plastic Project, che rende

il concetto di economia tangibile attraverso il riutilizzo e riciclo per creare prodotti mediante le stampanti 3D, utilizzato principalmente a fini scolastici e pubblicitari.

Gli ultimi tre progetti vogliono essere il principale focus nell'analisi di questo caso pratico, che ora analizzeremo nel dettaglio, e come si possano considerare l'uno l'evoluzione dell'altro. Il primo progetto che andremo ad approfondire è Refil: ha come obiettivo la creazione, attraverso il riciclaggio, di cartucce per stampanti 3D. Grazie a numerosi anni di sperimentazione, nell'aprile 2015 viene creato un ABS (approfondito nella sezione materiali del capitolo 1) completamente riciclato da bottiglie, cruscotti ed altri materiali plastici provenienti da autovetture. L'idea di partenza è quella di favorire il riutilizzo di materiali plastici che, se non impiegati in modo adeguato, andrebbero ad incrementare l'inquinamento o terminerebbero in discariche od inceneritori.



**Immagine 7:** Logo Refil. Fonte: <http://www.betterfuturefactory.com/>

Grazie alle potenzialità mostrate da Refil si sviluppano gli altri due progetti, Perpetual Plastic Project e Life Cycle Labs, il primo si prefigge l'obiettivo di dare un esempio concreto e realistico di cosa rappresenta il concetto di economia circolare, attraverso un sistema disponibile per eventi e festival che rende interattivo il riciclaggio e dimostra le potenzialità di quest'ultimo nella produzione additiva. Il secondo progetto invece, Life Cycle Labs, pone l'accento su come queste tecnologie, in un futuro non troppo lontano, potranno rappresentare

la nostra quotidianità, infatti l'obiettivo principale è quello di portare gli strumenti necessari alla creazione di materiali riciclabili per stampanti 3D in ogni scuola e casa, permettendoci così di vivere una vera "Green Revolution".

### 3.2 Il caso di Ethical Filament

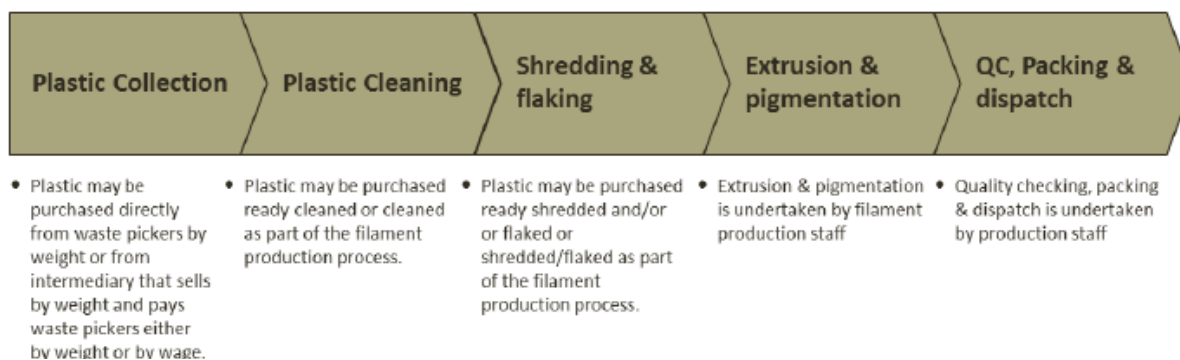


**Immagine 8:** Logo Ethical Filament.  
Fonte: <http://ef.techfortrade.org/>

L'idea sulla quale si basa Ethical Filament è la creazione di un marchio che garantisca una provenienza e lavorazione etica dietro la produzione di materiali per stampa 3D sostenibili e provenienti da realtà in via di sviluppo o sottosviluppate. Gli obiettivi di mercato che caratterizzano questo processo etico si possono identificare come segue:

- Creare un prodotto che rispetti gli standard di mercato ma che allo stesso tempo sia eticamente corretto;
- La creazione di un mercato in cui i “Waste Pickers” possano ottenere un trattamento corretto che giustifichi l'aumento di valore del prodotto, permettendo così a loro e alle loro famiglie una vita dignitosa e che allo stesso tempo consenta investimenti per migliorare lo status del paese in cui vivono;
- Dirigersi verso un miglioramento generale negli standard di vendita e acquisizione di materie prime rispettando gli standard produttivi.

Di fatto, come si può vedere nello schema sottostante, il processo produttivo di questo prodotto prevede non solo un miglioramento etico ma anche un controllo di qualità che fornisca ai compratori una garanzia del loro acquisto certificato dal marchio Ethical Filament.

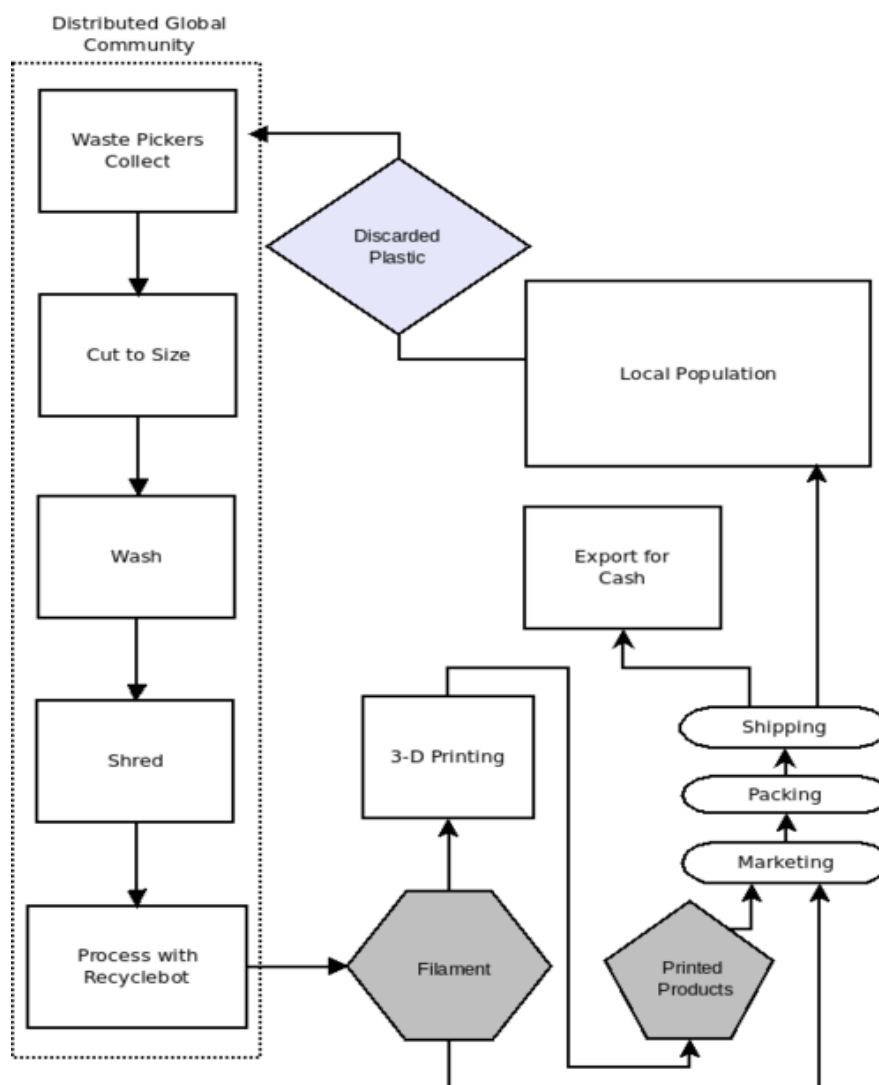


**Immagine 9:** Catena del valore di Ethical Filament. Fonte: *Fair Trade Standards for Filament by Ethical Filament*



Questi miglioramenti non si limitano solo a rendere più dignitosa la situazione dei “Waste Pickers” ma anche per le realtà locali e l'ambiente.

Per le realtà locali di paesi in via di sviluppo la produzione additiva permetterebbe la creazione di strumenti e design ad hoc per le situazioni quotidiane che possono presentarsi, aggiungendo all'equazione la possibilità di ottenere gli strumenti necessari rapidamente e a basso prezzo; senza dimenticare la possibilità di creare un flusso continuo di materie prime prodotte in loco. Per l'ambiente ovviamente si presentano tutti i vantaggi visti in precedenza: meno costi di produzione, produzione targettizzata e on demand, e riduzione degli sprechi; inoltre la riduzione di emissioni di CO2 e la più alta efficienza energetica della produzione additiva rendono questa tecnologia la vera possibilità di cambiamento e riscatto per queste realtà.



**Immagine 10:** Esempio di processo attraverso cui l'Ethical filament può realizzare un'economia circolare; Fonte: <http://ef.techfortrade.org/>

## Conclusioni

Il concetto principale che emerge dal presente elaborato è l'innovazione della produzione additiva e il suo inserimento all'interno di un'industria 4.0, ponendo particolare attenzione riguardo la tematica della sostenibilità. L'analisi effettuata non si è limitata solamente ad approfondire i benefici per l'ambiente derivanti da questa nuova visione del processo produttivo, ma si è esaminata la situazione in un'ottica macroeconomica permettendo di evidenziare vantaggi e potenzialità della stampa 3D. Si è posta la concentrazione su quali potenzialità e vantaggi si possono presentare e realizzare in un mercato in espansione cercando di mostrare le potenzialità che si creano in una realtà in cui l'economia viene interpretata da un punto di vista circolare piuttosto che, sotto il profilo tradizionalmente lineare. Innanzitutto occorre rivedere quali siano i concetti alla base di produzione additiva e come quest'ultima possa effettivamente risultare una soluzione di lungo termine alle problematiche non solo economiche ma anche sociali del mercato. Come spiegato precedentemente infatti la prospettiva macroeconomica di questo elaborato vuole sottolineare come l'integrazione di queste tecnologie abbia risultati in ottica verticale consentendo rapporti diretti tra i vari stakeholders e oltre a questo dando la possibilità di seguire il prodotto lungo tutto il suo percorso vitale, attraverso ciascuna delle fasi produttive, distributive e di consumo. Sostanzialmente l'impatto sociale ed economico della produzione additiva consente di creare ed interagire a livello produttivo più rapidamente ed in modo efficiente, senza causare aumenti nei costi del processo, ed offrendo possibilità di decentralizzazione e riduzione del controllo attraverso fabbriche autogestite, le quali creano prodotti personalizzati e on demand per i distributori e clienti locali. Come già affrontato in precedenza, attraverso la versatilità dei materiali impiegabili e il loro funzionamento unito ai potenziali vantaggi nell'affidamento di una parte della produzione a questa tecnologia, la produzione additiva rappresenta una valida alternativa ai più tradizionali metodi di approccio alla produzione. È sufficiente pensare alle diverse opportunità offerte dal punto di vista della sostenibilità viste in questo elaborato, come ad esempio la riduzione delle necessità di trasporto di prodotti, in quanto si realizza la concreta possibilità di riavvicinare la produzione al consumatore, l'aumento dell'efficienza energetica e delle materie prime attraverso un utilizzo più preciso delle risorse nel corso del processo produttivo. In aggiunta a quanto puntualizzato sopra non si possono non considerare le potenzialità sociali di questo nuovo approccio, che implica concretamente un altro aspetto interessante per quanto riguarda la tematica della sostenibilità dei progetti correlati, come

quelli di Better Future Factory e ovviamente anche Ethical Filament, che rappresentano un chiaro esempio da seguire ed applicare nel futuro di questa rivoluzione verde. Di fatto gli esempi sopra riportati sono la dimostrazione di un enorme passo in avanti verso la creazione di un futuro sostenibile, ma il progetto stesso è ben distante dall'essere di facile realizzazione. Sarà infatti necessaria una nuova visione economica e allo stesso tempo una propensione all'investimento non indifferente, tante aziende rischiano di non poter resistere ad un cambiamento produttivo così drastico che potrebbe causare la perdita di margini competitivi o, nella peggiore delle ipotesi, il fallimento. Allo stesso tempo molti segmenti produttivi non troveranno convenienza a passare alla produzione additiva, in quanto il rapporto costo beneficio non consentirebbe un mutamento simile. A livello mondiale queste difficoltà si possono evincere in particolar modo per paesi che fanno forza soprattutto sulle esportazioni, in quanto il rischio è che sempre più nazioni incentivino il ritorno della produzione vicino al consumatore. Ciò nonostante è importante pensare a come la delocalizzazione potrebbe venire ridotta, con la conseguente creazione di nuovi posti di lavoro nel paese in cui i prodotti vengono venduti e consumati. Tracciando quindi gli ultimi dettagli riguardanti le potenzialità della stampa 3D e della produzione additiva applicate in un concetto di economia circolare, esse rappresentano la nuova rivoluzione industriale necessaria per la creazione di un'economia sostenibile a livello sociale e ambientale. Allo stesso tempo però risulta doveroso un cambiamento economico radicale sia dal punto di vista aziendale che da quello globale. Ciò rende di fatto questa tecnologia un game changer a patto che gli investimenti e la creazione di mercati in cui questa realtà possa svilupparsi continuino nella direzione presa in questi anni. Sarà inoltre necessaria la formazione o la modifica di leggi a tutela delle proprietà intellettuali e dei design correlati così da favorire e proteggere la creazione di nuove frontiere produttive. Dettando le conclusioni di questo elaborato le basi per la realizzazione di una produzione additiva stanno prendendo forma in questo periodo, ma come ogni rivoluzione che si rispetti, occorre che in primo luogo si formi una coscienza collettiva a proposito delle opportunità sostenibili che la riguardano; la creazione di marchi solidali, come quello di Ethical Filament, devono guadagnare la stima delle aziende e della clientela, rappresentando così uno standard di riferimento per questa produzione, inoltre progetti come il Perpetual Plastic Cycle, creato e sostenuto da Better Future Factory, istruiscono la società mostrando le potenzialità che offre questa tecnologia anche a livello di rispetto della natura. Gli stessi paesi devono impegnarsi e favorire la realizzazione di questi progetti tutelando brevetti e design con leggi ad hoc e favorendo una produzione locale. La stampa 3D quindi ha tutte le carte in regola e le potenzialità per identificarsi come nuovo punto di partenza per un'industria 4.0, la

quale vuole porre un particolare occhio di riguardo verso la sostenibilità e se verrà supportata da normative ed investimenti adeguati potrà realmente cambiare il futuro dell'economia globale.

## **Bibliografia e Sitografia**

Campbell T., Williams C., Ivanova O., Garrett B.; *Could 3D Printing Change the World? Technologies, Potential, and Implication of Additive Manufacturing*; in Atlantic Council Strategic Foresight Report; Ottobre 2011

Stock T., Seliger G.; Opportunities of sustainable Manufacturing in Industry 4.0 (pg. 536 - 541); Procedia CIRP ; Elsevier; 2016

The Economist Group Limited; "*Print me a Stradivarius*"; The Economist; 10/02/2011

Wohlers T., Wohlers Report 2009; ISBN 0-9754429-5-3; 2009

Better Future Factory – <http://www.betterfuturefactory.com/>; © 2016 Better Future Factory All Rights Reserved ; Consultato il 16/06/2017

Ethical Filament – <http://ef.techfortrade.org/>; © 2017 Ethical Filament Foundation. All Rights Reserved; Consultato il 16/06/2017