

Business Model 4.0

I modelli di business vincenti per le imprese italiane
nella quarta rivoluzione industriale

2 La fattibilità tecnica

Le tecnologie abilitanti Industria 4.0

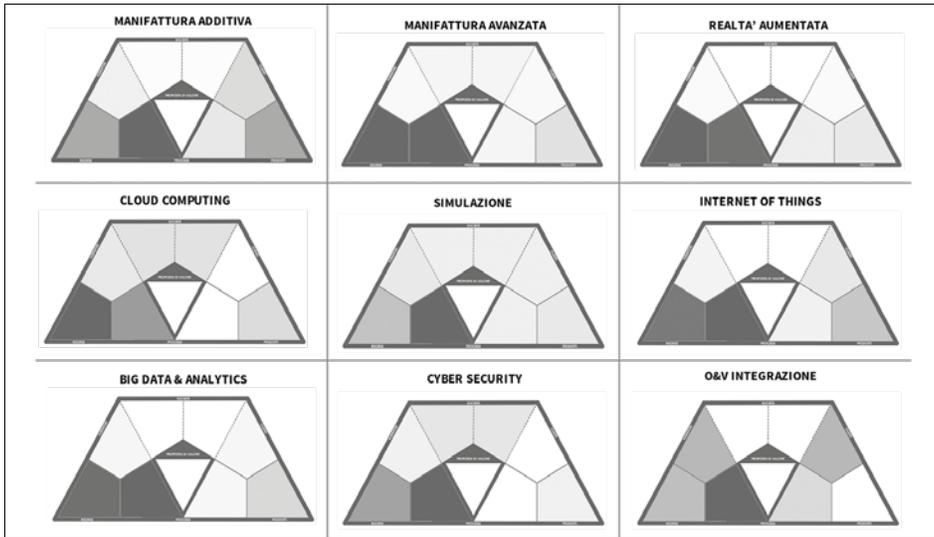
Sommario 2.1 La manifattura additiva. – 2.1.1 La descrizione. – 2.1.2 L'impatto sui building block. – 2.1.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.1.4 Gli esempi. – 2.2 I robot autonomi. – 2.2.1 La descrizione. – 2.2.2 L'impatto sui building block. – 2.2.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.2.4 Gli esempi. – 2.3 La realtà aumentata. – 2.3.1 La descrizione. – 2.3.2 L'impatto sui building block. – 2.3.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.3.4 Gli esempi. – 2.4 Il cloud computing. – 2.4.1 La descrizione. – 2.4.2 L'impatto sui building block. – 2.4.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.4.4 Gli esempi. – 2.5 La simulazione. – 2.5.1 La descrizione. – 2.5.2 L'impatto sui building block. – 2.5.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.5.4 Gli esempi. – 2.6 L'*Internet of things* industriale. – 2.6.1 La descrizione. – 2.6.2 L'impatto sui building block. – 2.6.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.6.4 Gli esempi. – 2.7 I *Big data & analytics*. – 2.7.1 La descrizione. – 2.7.2 L'impatto sui building block. – 2.7.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.7.4 Gli esempi. – 2.8 La cyber security. – 2.8.1 La descrizione. – 2.8.2 L'impatto sui building block. – 2.8.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.8.4 Gli esempi. – 2.9 L'integrazione sistematica verticale e orizzontale. – 2.9.1 La descrizione. – 2.9.2 L'impatto sui building block. – 2.9.3 L'impatto economico-finanziario. – 2.9.4 Gli esempi.

Con la quarta rivoluzione industriale, stiamo assistendo alla nascita di un'industria digitale fondata su 9 pilastri tecnologici [71]:

1. manifattura additiva,
2. robot autonomi,
3. realtà aumentata,
4. cloud computing,
5. simulazione,
6. *Internet of things* industriale,
7. Big data & analytics,
8. cyber security,
9. integrazione sistemica verticale e orizzontale.

La figura 7 riporta 9 heatmap, una per tecnologia, dove l'intensità del colore rappresenta l'importanza attribuita in letteratura al possibile impatto delle tecnologie abilitanti Industria 4.0 sui singoli building block dei modelli di business.

Figura 7 L'impatto delle 9 tecnologie abilitanti Industria 4.0 sui building block del modello di business



Quasi tutti i documenti approfondiscono l'impatto di Industria 4.0 sulle risorse e sui processi interni interpretando la rivoluzione in corso, similmente a quelle che la hanno preceduta, soprattutto come un'opportunità per massimizzare l'eccellenza operativa in termini di produttività, qualità, tempo e sostenibilità. Più di qualche documento enfatizza la possibilità attraverso Industria 4.0 di rendere il prodotto sempre più smart, nonché il ruolo dei clienti e dei fornitori sempre più centrale. Pochi documenti riflettono sull'impatto di Industria 4.0 sulla società e quasi nessuno sulla proposta di valore a testimonianza di come la letteratura interpreti la rivoluzione industriale in atto adottando una prospettiva prevalentemente operativa e non anche strategica.

2.1 La manifattura additiva

2.1.1 La descrizione

La manifattura additiva, meglio nota come 3D printing [84], è la prima delle nove tecnologie *'disruptive'* che sostengono l'Industria 4.0 [71]. Essa si riferisce alla produzione di oggetti in tre dimensioni a partire da modelli virtuali [32]. La manifattura additiva, a differenza delle lavorazioni meccaniche che prevedono l'asporto di materiale da un blocco solido (fresatura, tornitura) oppure la modifica della forma a parità di volume

(forgiatura, stampaggio), realizza un oggetto sovrapponendo strati di materiale polimerico, metallico, in forma di polveri, liquidi o combinazioni dei precedenti [26]. Con questa tecnologia il prodotto viene realizzato a partire da una lavorazione bidimensionale a cui si aggiunge una traslazione monodimensionale del piano di lavorazione, la cosiddetta tecnica *layer-by-layer* [85], attraverso un processo di unione di materiali per la creazione di oggetti partendo da dati di modelli 3D [86]. La manifattura additiva porta alla digitalizzazione della produzione [87], partendo dall'idea fino alla sua materializzazione [35], dal prototipo al prodotto finito [71]. In aggiunta, la manifattura additiva combinata con la manifattura tradizionale, permette di ottenere prodotti unici e complessi attraverso l'assemblaggio di diverse componenti (sensori, parti elettriche, batterie) [35]. Inoltre, la manifattura additiva permette di ottenere un'elevata e inimitabile complessità geometrica dei singoli componenti, che consentono ripensamenti radicali del design del componente stesso e di riflesso del sistema (prodotto) all'interno del quale si inserisce il componente [88, 89].

Per queste sue caratteristiche, le tecnologie additive permettono di realizzare piccoli lotti di prodotti altamente customizzati [71], impattando non solamente sulla produzione in senso stretto, ma portando ad un vero e proprio cambiamento in molti aspetti del modello di business [26] e contribuendo ad accelerare l'affermazione dell'Industria 4.0 [69]. L'introduzione della manifattura additiva può svolgere un ruolo chiave anche in termini di rimpatrio di molte lavorazioni normalmente localizzate in Cina e India, rendendo più dinamica l'economia europea [35]. Infatti, benché l'economicità della produzione in serie tradizionale non possa essere messa in discussione, un impianto di stampa 3D è in grado di abilitare livelli di personalizzazione del prodotto precedentemente impensabili e tempi di avvio e cambio di produzione ridottissimi [61]. Il vantaggio competitivo offerto dalle tecnologie di manifattura additiva, infatti, deriva dall'alto valore aggiunto delle sue lavorazioni, e non dalla scala di produzione. Ne risulta quindi un cambio del paradigma, che valorizza intrinsecamente l'ingegno, la creatività e il design [61].

Questo tipo di tecnologia può essere adottato in impianti produttivi di ridotte dimensioni, contribuendo a ridurre le barriere all'entrata delle piccole e medie imprese [69]. Le stime evidenziano il crescente interesse da parte delle imprese verso l'adozione di questa tecnologia. Un sondaggio condotto da BCG nel 2016 mostra come su oltre 750 imprese manifatturiere, più del 70% vede il 3D printing come un elemento fondamentale per tutto il comparto manifatturiero entro il 2030 [90].

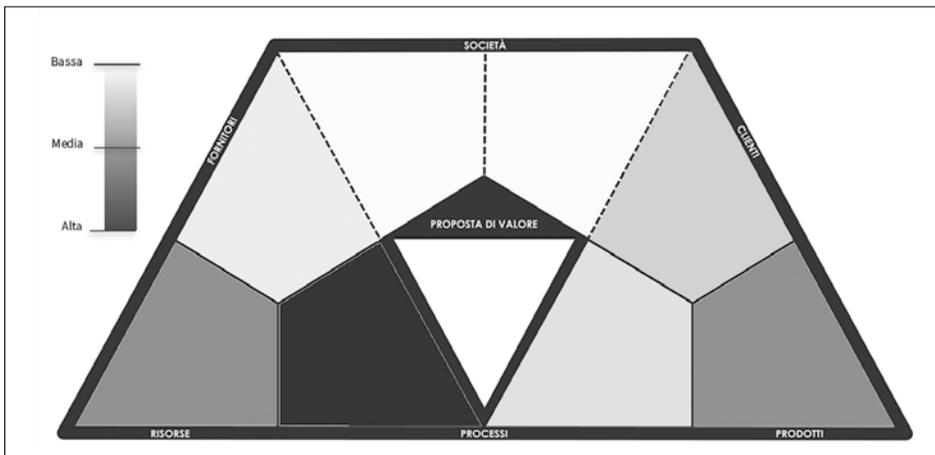
Nonostante le prospettive di sviluppo sopra descritte, sono ancora poche le imprese che impiegano le tecnologie additive integrandole nei loro processi produttivi [69]. Le imprese che rimarranno statiche rischiano di perdere le opportunità di crescita offerte dall'applicazione delle stampanti 3D di nuova generazione [69]. Gartner [187] stima che l'adozione di stampanti 3D

da parte di imprese e consumatori in tutto il mondo avanzerà con un tasso di crescita annuo composto del 98,5% entro il 2020. A questa evoluzione corrisponderà una crescita del guadagno per i produttori della tecnologia pari a 17,7 miliardi di dollari nel 2020 (CAGR del 66,5%) [91]. Inoltre, da un'indagine Deloitte [26] è emerso che circa il 68% delle imprese intervistate ha già investito o ha pianificato di investire nella tecnologia 3D [26].

2.1.2 L'impatto sui building block

La figura riassume l'impatto della manifattura additiva sui diversi building block del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura analizzata al cambiamento dovuto all'adozione della manifattura additiva (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 8 Business model canvas e manifattura additiva



Analizzando la figura sopra riportata, è possibile notare che il blocco concettuale più soggetto a cambiamento è quello dei processi interni, seguito dalle risorse e dai prodotti. La manifattura additiva sembra invece avere un peso medio sui clienti e processi esterni; minor rilevanza sembrano avere i blocchi dei fornitori e della società. L'importanza relativa emersa dall'analisi della letteratura è coerente con quanto riscontrabile empiricamente per le imprese tradizionali, che adottano la stampa 3D principalmente nei processi di design e prototipazione funzionale. I pesi relativi di processi interni e prodotti tuttavia risultano invertiti, pur rimanendo i due building block più soggetti a cambiamento, per le imprese che la adottano per effettuare produzioni altamente personalizzate (si veda ad esempio il caso Desamera).

Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

Come anticipato, dalla *literature review* condotta, il maggior impatto della manifattura additiva sul business model delle imprese è emerso essere sui processi interni. Nello specifico, l'analisi svolta ha evidenziato che, all'interno dei processi interni, il 3D printing comporta un cambiamento soprattutto nel processo di produzione [35]: le fasi di sviluppo dei prodotti e di lavorazione e assemblaggio sono quelle principalmente coinvolte. Inoltre, sono state individuate diverse modalità con cui questa tecnologia può modificare i processi interni, in termini di maggiore efficienza e flessibilità.

Relativamente allo sviluppo di prodotti, la manifattura additiva permette maggiore libertà di progettazione del prodotto sia dal punto di vista estetico che della complessità della forma [26, 90]. Inoltre, essa consente una rapida prototipazione [26, 64, 92, 93] grazie ad un insieme di tecniche supportate da software CAD/CAM che permettono di trasformare velocemente il progetto in un modello in scala [93]. La tecnologia non si limita alla realizzazione di prototipi, ma consente anche lo stampaggio di prodotti di prima serie che vengono immessi nel mercato con l'obiettivo di testarne l'impatto sul cliente prima di investimenti in impianti per la produzione in serie [62]. Il principio di produzione *'layer-by-layer'* consente di realizzare parti integrate in una singola fase del processo, riducendo o addirittura eliminando le attività di assemblaggio [87, 94]. La diminuzione delle componenti da assemblare rende possibile una più complessa strutturazione del prodotto [35]. Oltre alla produzione in senso stretto, anche i processi di gestione del magazzino e di logistica interna sono destinati a cambiare grazie alla manifattura additiva [35]; essa infatti consente di modificare, anche in modo radicale, le politiche di gestione delle scorte, non solo di semi lavorati, ma anche di ricambi, che potranno essere stampati *'just in time'* [35].

La riduzione delle scorte [27, 35, 95] e dei tempi di progettazione e di lavorazione [26, 31, 40, 60, 65, 87] rende i processi molto più efficienti e sicuri [31, 35]. Questo si realizza anche attraverso la riduzione degli scarti, grazie al passaggio dalla manifattura sottrattiva a quella additiva [40]. Inoltre, il 3D printing favorisce un approccio produttivo più rapido [40, 87], flessibile e dinamico [26, 40, 94]. Questo anche con riferimento alle esigenze del cliente; infatti l'impiego della manifattura additiva permette di velocizzare la produzione personalizzata [27, 94]. Per incontrare le esigenze del cliente, la fase di produzione può essere localizzata vicino ad esso [32, 55, 69]. Le tecnologie additive rendono economicamente possibili bassi volumi di produzione, funzionali alla realizzazione di piccoli lotti di prodotti personalizzati, grazie all'eliminazione del ri-settaggio dei macchinari e alla riduzione delle

attività di assemblaggio [26, 71, 87]. Questo è l'aspetto più interessante della manifattura additiva, poiché per i processi produttivi tradizionali, come ad esempio lo stampaggio, i lotti piccoli non sarebbero sostenibili a causa degli elevati costi fissi (ad esempio degli stampi). La stampa 3D è molto impiegata nel settore della stampistica, dove consente la generazione di canali di raffreddamento interni allo stampo che permettono cicli di pressofusione molto più veloci, nel settore biomedicale per la produzione di protesi, e nel settore aeronautico grazie alla rimodulazione topologica dei componenti che ne permette un sostanziale alleggerimento.

Per quanto riguarda i processi di sviluppo prodotto, la manifattura additiva si inserisce nel contesto della progettazione con approccio '*agile scrum*', una metodologia di lavoro considerata tra le più efficienti per l'ingegnerizzazione di nuovi prodotti. Può esserne un esempio la progettazione di un prototipo funzionale che debba rispettare determinati requisiti, passando attraverso reiterate fasi di reingegnerizzazione e prototipazione che permettano l'analisi delle problematiche emerse con valutazioni empiriche (alla fine di sequenziali cicli, detti 'sprint'); data la maggiore velocità di realizzazione di un prototipo tramite stampa 3D verrà diminuito il ciclo di sprint portando al raggiungimento in tempi molto più brevi del prototipo finale.

Le risorse

La ricerca condotta ha evidenziato che le principali risorse su cui impatta la manifattura additiva sono le materie prime, gli materiali e le risorse umane. La gamma di materiali utilizzabili con la stampa 3D si è estesa negli ultimi anni, passando dai tradizionali polimeri e metalli a materiali biologici, alimentari e cementi [26, 27, 35]. Gli di cui un'impresa si deve dotare per cogliere le opportunità della manifattura additiva sono: scanner 3D, stampanti 3D e software di sviluppo digitale tra cui CAD parametrici e CAE [31, 35, 64, 65, 96]. A livello di attrezzature, la stampa 3D permette di produrre autonomamente gli strumenti e gli utensili, come ad esempio stampi e matrici con materiali di vario genere, necessari per la fabbricazione del prodotto o delle sue componenti [35, 87, 90]. L'introduzione della tecnologia additiva negli impianti produttivi comporta, inoltre, un cambiamento nel profilo professionale delle risorse umane, con una maggiore richiesta di specialisti e tecnici e una minore necessità di manodopera non qualificata [26, 28, 94, 97].

I prodotti

Dopo i processi interni e le risorse, i prodotti sono il building block del modello di business maggiormente soggetto al cambiamento derivante dalla manifattura additiva. Essa consente di realizzare cinque categorie di oggetti: parti funzionali caratterizzanti del prodotto; componenti generiche; prototipi; prodotti per test di vendita; prodotti finiti e completi [35]. Inoltre è possibile ottenere differenti versioni di questi output a basso costo grazie alla riduzione delle fasi produttive e al risparmio di materiale [35]. Questo porta ad un incremento della gamma di prodotti, ampliando le combinazioni a catalogo a disposizione dei clienti senza incidere sulle scorte a magazzino, data la possibilità di stampare su richiesta le diverse componenti del prodotto e, nel prossimo futuro, del prodotto stesso [27, 35]. L'affermarsi di queste tecnologie permette di soddisfare le sempre più frequenti richieste di personalizzazione del prodotto da parte dei clienti, vista la possibilità di configurare e riconfigurare rapidamente i macchinari [85, 98]. Il prodotto personalizzato ottenuto con la stampa 3D non comporta quelle inefficienze e aggravii di costo tipici della manifattura tradizionale [32, 87]. Il 3D printing influenza positivamente diverse caratteristiche fisico-tecniche dei prodotti, che risultano essere più leggeri, dotati di migliori performance meccaniche e con geometrie innovative e complesse [26, 35, 40, 62, 71] senza grandi differenze qualitative rispetto ai prodotti realizzati in modo tradizionale [26]. Le potenzialità della manifattura additiva sono esaltate dall'ottimizzazione topologica, una tecnica numerica che permette di sintetizzare la forma di un componente meccanico partendo da un volume assegnato, e che rende possibile ottenere forme innovative dei componenti, garantendo le prestazioni desiderate, ma con il minor peso possibile e rispettando vincoli di producibilità.

Nel segmento B2B le tecnologie additive potrebbero influire sul significato stesso di prodotto, passando da un concetto fisico, di vendita dell'oggetto, ad uno immateriale legato alla trasmissione del modello digitale, qualora il cliente si dotasse della stampante 3D: l'impresa potrebbe ad esempio inviare una versione aggiornata del design di un componente meccanico [26, 85].

I clienti

La forte personalizzazione del prodotto permessa dalla manifattura additiva attribuisce un ruolo nuovo al cliente, tanto che alcuni autori parlano addirittura di *customer-centric plants* [27]. La ricerca ha messo in luce come il cliente (quantomeno nel segmento B2B) sia in grado di realizzare autonomamente i prodotti attraverso proprie stampanti acquistando dalla rete il modello digitale [26, 85]. Ciò permette loro di passare dall'essere

semplici user a *user manufacturers*, fino addirittura a *user entrepreneurs* [87]. In questo modo, il produttore, grazie agli strumenti additivi, è in grado di avvicinarsi fisicamente al consumatore eliminando gli intermediari e potendo, così, interpretare e soddisfare al meglio le esigenze di quest'ultimo [67, 87]. Il cliente viene coinvolto nel processo produttivo, non solo attraverso l'accesso al servizio di 3D printing, ma anche attribuendogli un ruolo di sviluppatore del prodotto [58].

I processi esterni

La manifattura additiva porta ad un cambiamento a livello di processi esterni, ed in particolare di distribuzione dei prodotti [35, 87]. La possibilità di avvicinare la localizzazione degli impianti produttivi al cliente consente di ridurre, se non addirittura eliminare il trasporto [32] e, di conseguenza, le distanze e i tempi di consegna [26, 71, 72]. Le tecnologie additive non impattano solo sui canali distributivi tradizionali, ma consentono di sfruttare anche i canali digitali, attraverso cui vengono trasferite tutte le informazioni sul prodotto ai clienti che, dopo aver scaricato il file CAD, stampano autonomamente il prodotto nella quantità e nei tempi desiderati [26, 27, 85].

I fornitori

Diversi autori hanno evidenziato la capacità della manifattura additiva di trasformare la *supply chain* [26, 99, 100]. Essa permette di ridurre la dipendenza da fornitori altamente specializzati nella produzione di componenti complesse, che possono quindi essere prodotte autonomamente [26]. Si ottiene quindi una *supply chain* semplificata, con meno fornitori di componenti [72], che può essere ottimizzata in tempo reale [99]. Contemporaneamente, però, si assiste all'ingresso di nuovi fornitori di tecnologia e di altri materiali necessari alla stampa 3D [26], oltre alla possibilità di affidare la stampa 3D a fornitori esterni [26].

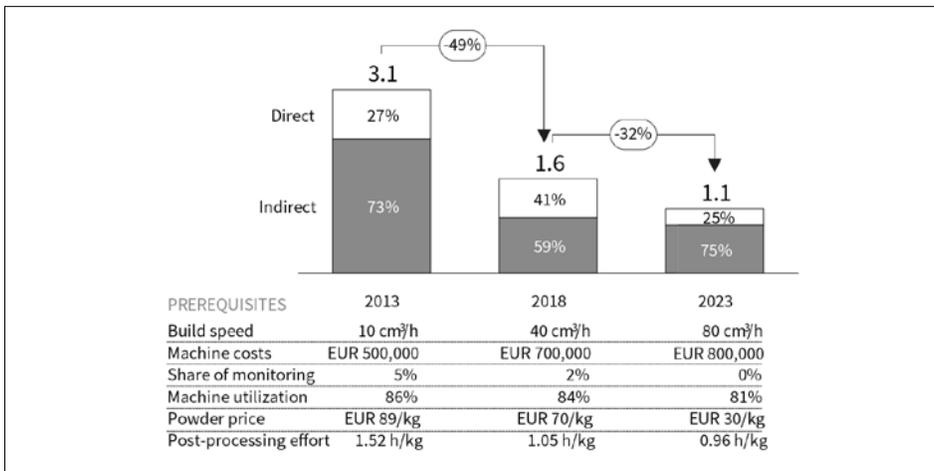
La società

I documenti analizzati non trattano in modo approfondito l'impatto della manifattura additiva sulla *società*. Essi evidenziano però che ci saranno forti impatti su questo building block, data la necessità, almeno nella fase introduttiva della tecnologia, di avviare collaborazioni con startup, università e istituti di ricerca che favoriscano il trasferimento delle nuove competenze necessarie [26].

2.1.3 L'impatto economico-finanziario

Le analisi economiche sull'impatto della manifattura additiva sono ancora poche e si focalizzano sul lato dei costi di produzione [87, 101, 102]. Roland Berger [103], riprendendo uno studio del Direct Manufacturing Research Center, ha messo in evidenza come i costi della stampa 3D stiano subendo una diminuzione che raggiungerà il 50% nel quinquennio 2013-2018, con un ulteriore calo del 32% in quello successivo (2018-2023); questo grazie alla riduzione del prezzo delle polveri per la stampa e, soprattutto, dei macchinari, il cui costo incide del 60-70% sul costo del prodotto finito [103]. Il trend tecnologico porterà al miglioramento delle caratteristiche tecniche delle stampanti che saranno in grado di operare con maggiori velocità di costruzione e minore necessità di supervisione [104]. La figura riporta una sintesi di queste informazioni.

Figura 9 Stime del costo della stampa 3D (EUR/cm³)



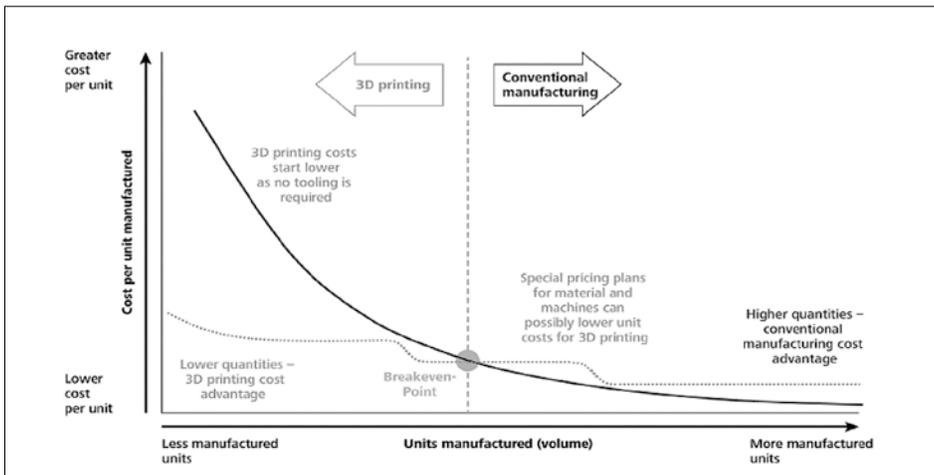
Fonte: [104]

Secondo Deloitte [26] l'impiego delle tecnologie additive può offrire un risparmio di costi tra il 40% e il 60% nella realizzazione di prodotti altamente personalizzati [26]. In particolare, con la prototipazione rapida e la riduzione delle fasi produttive, si ottiene una diminuzione dei costi di progettazione, di attrezzaggio dei macchinari [26, 62, 87] e di assemblaggio dei componenti [35]. Si ha un'ulteriore flessione dei costi grazie al risparmio di materiali [28, 35] e ad una minore incidenza del costo del lavoro derivante dalla ridotta necessità di manodopera [35, 61, 72]. La riduzione delle super-

fici del magazzino e l'ottimizzazione della sua gestione permettono una diminuzione del capitale immobilizzato e dei costi della logistica *inbound* [35, 72]. Come si è visto trattando il tema dei processi esterni, dal momento che il trasporto può essere ridotto o, addirittura, eliminato dall'impiego della stampa 3D, lo stesso accade anche per la relativa voce di costo [27, 72, 105]. Inoltre, l'utilizzo del canale digitale per il trasferimento dei file CAD consente di evitare le tasse di importazione [27].

Attualmente, l'adozione della stampante 3D da parte delle imprese manifatturiere è limitata a causa dell'elevato investimento iniziale [85]; tuttavia, esso è destinato a diminuire grazie all'ingresso di nuovi produttori nel mercato [26, 27]. Deloitte [26] ha proposto un interessante confronto tra l'impiego della manifattura tradizionale e quella additiva, mettendo a sistema i costi unitari con i volumi di produzione. Come è possibile notare dalla figura, ad oggi la manifattura tradizionale sembra la più vantaggiosa per grandi volumi, mentre quella additiva è stata pensata per i bassi volumi. Tuttavia, i miglioramenti descritti sopra porteranno ad una diminuzione dei costi unitari anche per alti volumi di produzione, assottigliando il gap tra le curve dei costi delle due tipologie manifatturiere nel lungo periodo [26].

Figura 10 Analisi del break event point: manifattura additiva e tradizionale

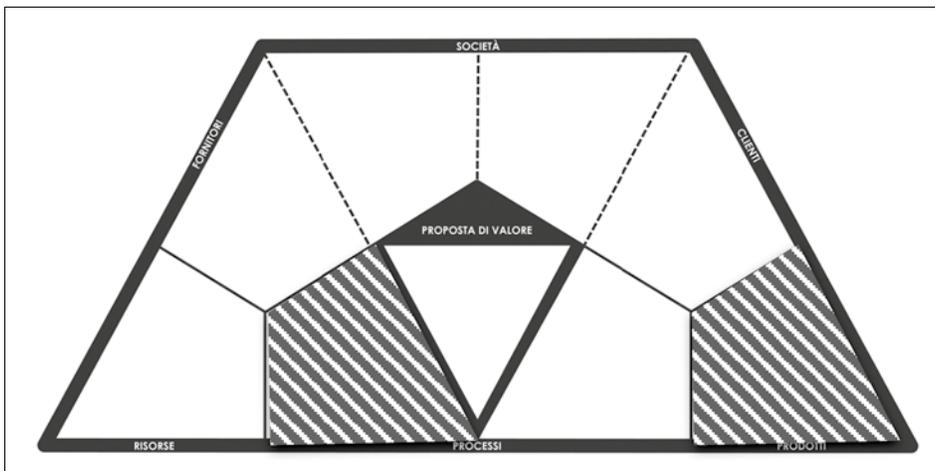


Fonte: Deloitte [26]

2.1.4 Gli esempi

Il caso Luxottica

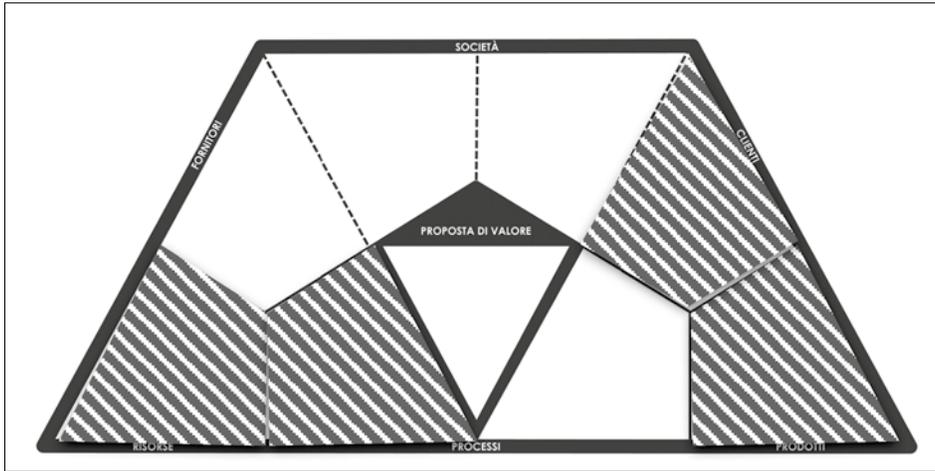
Luxottica è un'impresa leader nel design, produzione e distribuzione di occhiali da sole e da vista di elevata qualità tecnica e stilistica, di lusso e sportivi. Già dal 2005 Luxottica ha introdotto la tecnologia additiva nella prototipazione per ottimizzare questa fase del processo produttivo. Dal 2011 ha esteso l'impiego della stampa 3D, utilizzandola per la produzione di componenti secondarie del prodotto finale. La scelta di ricorrere al 3D printing è stata dettata dai seguenti vantaggi: la velocità e la semplicità nella realizzazione del prototipo o dello stampo in cera a partire da un modello digitale; la possibilità di trasferire direttamente il file dagli uffici di progettazione agli stabilimenti produttivi, senza dover ricorrere all'ingegneria di processo tradizionale; la flessibilità e la personalizzazione del modello digitale, che può essere facilmente modificato e aggiornato sulla base delle nuove esigenze dei designer; la complessità e l'unicità delle geometrie dei prodotti realizzabili; la varietà dei materiali utilizzabili. Questo caso evidenzia quindi l'impatto della tecnologia di stampa 3D sul processo di sviluppo prodotto e le fasi di prototipazione (processi interni).



Il caso Mykita

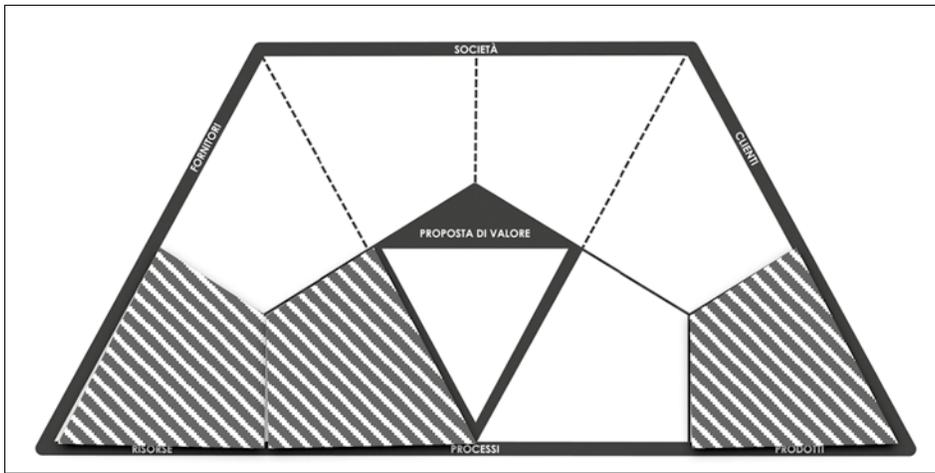
Nel 2015 Mykita, un'impresa tedesca che opera nel campo dell'*eyewear*, è stata la prima al mondo a realizzare montature per occhiali attraverso la stampa 3D. In particolare, ha realizzato una collezione, *My Very Own*, di montature costruite interamente con tecnologie additive. Attraverso la scansione 3D vengono raccolti i dati digitali del volto del cliente, che

assieme alle sue preferenze in termini di forma e colore serviranno per creare il modello digitale che successivamente verrà stampato in 3D. Il caso Mykita dimostra l'impatto della tecnologia in questione sul prodotto: gli occhiali *My Very Own*, sono altamente personalizzati. Il cliente è coinvolto nel processo, l'occhiale è un pezzo unico e quindi non necessita di assemblaggio (processi interni), i materiali usati garantiscono leggerezza, flessibilità e resistenza (risorse). Questo caso evidenzia quindi l'impatto della tecnologia di stampa 3D su risorse, processi interni, prodotti e clienti.



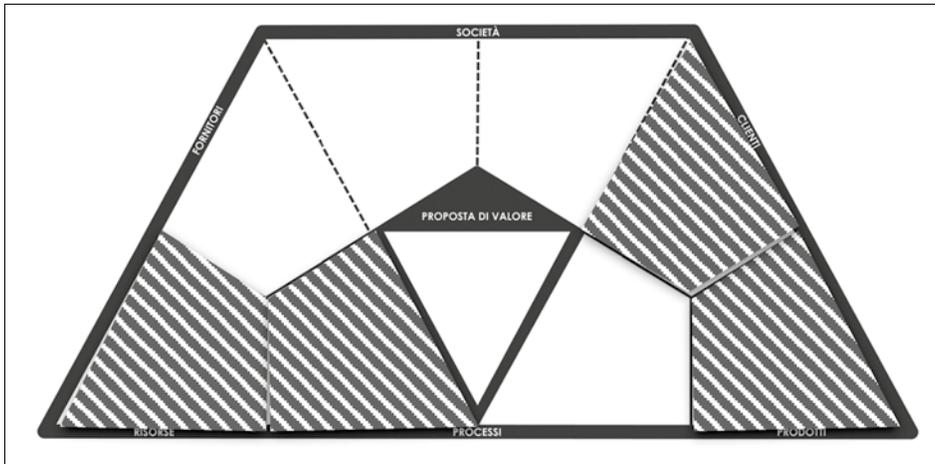
Il caso Avio Aero

Avio Aero, un business di General Electric Aviation che opera nella progettazione, produzione e manutenzione di componenti e sistemi per l'aeronautica, ha recentemente dichiarato che produrrà, nel suo stabilimento di Brindisi, attraverso la manifattura additiva le componenti dei motori turboelica dei velivoli della General Aviation. L'impianto diventerà operativo verso la fine del 2018 e consentirà una riduzione dei tempi di produzione [35]. La scelta di utilizzare la tecnologia additiva ha consentito di semplificare il design del motore riducendo il numero dei componenti, di risparmiare materiale (risorse), di realizzare progetti altrimenti non realizzabili attraverso la manifattura tradizionale e di ridurre considerevolmente il peso e le dimensioni del motore, addirittura migliorandone le caratteristiche meccaniche e aumentandone la resistenza (prodotto). Questo caso evidenzia quindi l'impatto della tecnologia di stampa 3D su risorse, processi interni e prodotti.



Il caso Desamanera

Desamanera è impresa nata nel 2014 che offre prodotti lapidei realizzati tramite un abbinamento di stampa 3D di pietra naturale, tramite leganti e resine, e di raffinamento superficiale, mediante la rifinitura opzionale con materiali nobilitanti marmorei. L'impresa produce oggetti quasi esclusivamente su design dei clienti, che sono principalmente studi di architettura, designer, artisti. La stampa 3D le permette di realizzare pezzi a bassa tiratura o addirittura unici, sulla base di modelli forniti dai clienti. In particolare, il sistema di stampa di Desamanera permette di realizzare anche manufatti di grandi o grandissime dimensioni. Le competenze e il know-how sviluppato in questo campo ha permesso all'impresa di entrare in un nuovo mercato, quello della produzione di scogliere artificiali per grandi acquari pubblici, su loro disegno. In questo caso la stampa 3D permette, oltre alla personalizzazione del prodotto, anche l'inserimento negli oggetti di sensori adatti a valutare le condizioni ambientali ed il deterioramento dei manufatti stessi.



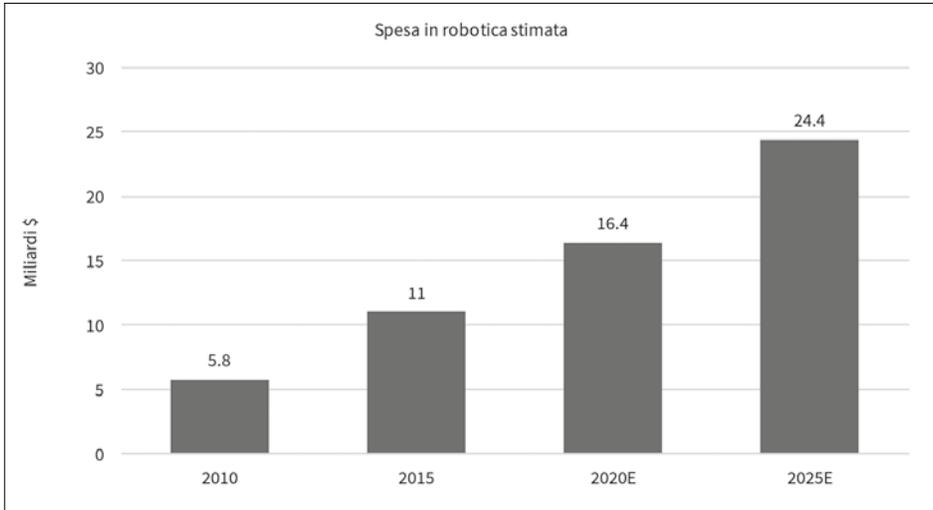
2.2 I robot autonomi

2.2.1 La descrizione

I robot autonomi, noti anche come *advanced manufacturing solutions*, sono robot collaborativi interconnessi e facilmente programmabili. Murphy [106], nel libro *Introduction to AI Robotics*, definisce i robot intelligenti come «*creature meccaniche che possono funzionare autonomamente*». Nello specifico vengono definite *creature* perché hanno acquisito la capacità di assumere autonomamente decisioni, *meccaniche* perché sono costruiti dagli uomini, ed, infine, *il funzionamento autonomo* fa riferimento all'intelligenza del robot, capace di percepire, agire e potenzialmente anche ragionare [70, 106].

I robot stanno diventando più autonomi, flessibili e collaborativi [61, 71, 107, 108], grazie ai sensori e software di nuova generazione che permettono loro di muoversi senza collisioni e di essere facilmente riprogrammati [34]. Essi possono apprendere le nuove mansioni autonomamente, attraverso l'imitazione delle azioni dei colleghi umani [34, 70]. In questa prospettiva, i cinque aspetti che qualificano i robot intelligenti sono: 1. la mobilità; 2. le percezioni sensoriali; 3. un sistema nervoso centrale digitale; 4. la fornitura di energia e 5) la comunicazione attraverso voce e gesti [34, 70, 106].

Le *advanced manufacturing solutions* creano nuovi tipi di interazioni uomo-macchina che avranno implicazioni significative sul lavoro e sulle strutture organizzative [34, 94]. Il robot collaborativo non solo assiste il lavoratore ma può addirittura assumere il ruolo di operatore di macchina e ruoli più cognitivi come la supervisione dei lavoratori e la gestione delle risorse umane [94].



Fonte: propria elaborazione su Sander e Wolfgang [111]

Ad oggi, un'industria senza robot è inimmaginabile [70]. Essi svolgono tutti i compiti più pericolosi, noiosi e pesanti senza fatica e con precisione [70]. Non è casuale il fatto che i robot siano maggiormente impiegati in quattro settori industriali: computer e prodotti elettronici, attrezzature elettriche, mezzi di trasporto e macchinari. In questi settori, l'85% dei processi produttivi sono automatizzabili ed entro il 2025, essi impiegheranno il 75% di tutti i robot installati [109].

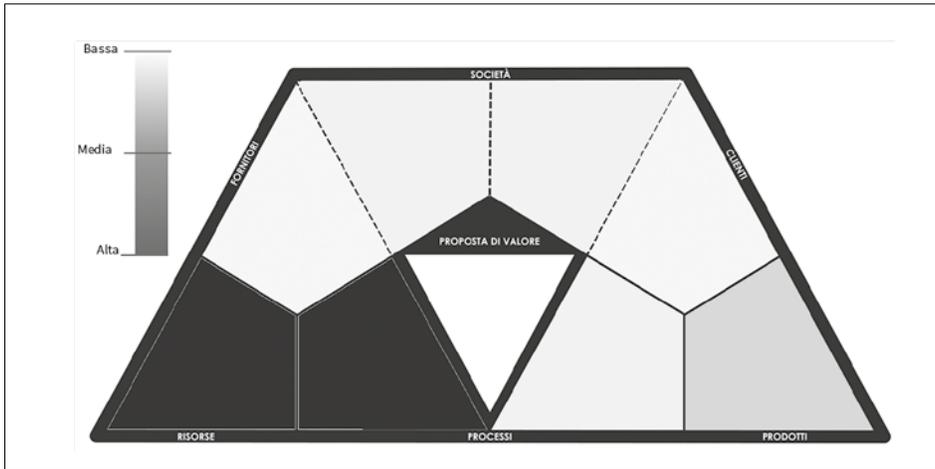
Tuttora i robot industriali al mondo sono circa 1,4 milioni [109]. Il loro numero è destinato a crescere con un tasso annuo stimato del 10% nei prossimi 10 anni superando i 4 milioni nel 2025 o addirittura i 6 milioni nel caso di espansione aggressiva [109]. Si stima che la spesa per la robotica industriale passerà dagli 11 miliardi di dollari del 2015 ai 24,4 miliardi nel 2025, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 7,6% [110, 111].

Nonostante la crescita stimata, gli investimenti in questa tecnologia sono condizionati dal trade-off tra costo del lavoro e costo dell'automazione. Le barriere all'adozione dei robot sono rappresentate dalle leggi in materia di lavoro, dalle barriere culturali, politiche e finanziarie e dall'età e competenze dei lavoratori [109]. Pertanto, paesi con caratteristiche diverse in termini di politiche e condizioni economiche potrebbero avere tassi di adozione diversi.

2.2.2 L'impatto sui building block

La figura 11 riassume l'impatto della tecnologia *robot autonomi* sui diversi building block del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura analizzata al cambiamento dovuto allo sviluppo dei robot autonomi (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 11 Business model canvas e robot autonomi



Com'è possibile vedere nella figura riportata, dalla ricerca è emerso che l'adozione di questa tecnologia impatta principalmente sui processi interni e sulle risorse. Infatti, oltre l'82% dei riferimenti di codifica è riconducibile a questi due building block. Un impatto minore si registra invece sui prodotti e sui processi esterni. Molto bassa sembra essere l'influenza di questa tecnologia sugli altri building block. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

L'impiego dei robot da parte delle imprese può portare ad una completa digitalizzazione e automazione dei processi [112]. Questo permette di migliorare la produttività, la qualità [45], anche tramite la riduzione dei difetti di produzione [113-115], e la flessibilità della produzione [98]. Gli impianti produttivi si stanno trasformando, passando dall'essere composti da celle autonome a strutture integrate e automatizzate che comunicano tra loro e consentono maggior velocità e produttività [71, 108, 116]. La capacità dei

robot di adattarsi e comunicare [108] e la flessibilità derivante dalla loro adozione garantisce elevati standard qualitativi anche nel caso di piccoli lotti di produzione [85, 93]. Infatti, l'interconnessione tra macchinari fa sì che essi si adattino automaticamente alle diverse fasi di produzione e che si coordinino tra loro per regolare il proprio flusso produttivo [61].

L'automazione delle attività 'non creative' [45] e dei compiti ripetitivi [34] porta a nuove modalità di interazione uomo-macchina, in cui vi è una combinazione tra la capacità di *decision-making* tipica degli esseri umani con la precisione e la costanza nell'esecuzione dei robot [34]. Le nuove forme di interazione uomo-macchina rendono i processi più sicuri [31, 32, 93] e consentono di migliorare la produttività del lavoro [27]; secondo le stime del BCG [109] l'adozione dei robot porterà ad un incremento dell'output per lavoratore del 30% nel medio termine [109].

Le tecnologie di *advanced manufacturing* non influenzano solo la produzione e l'assemblaggio, ma comportano dei cambiamenti anche a livello di processi amministrativi, logistici e di gestione del magazzino [108]. La logistica interna, ad esempio, non viene più gestita manualmente, ma da robot autonomi e magazzini automatici che, non solo, sono in grado di gestire maggiori pesi [110], ma che riescono ad eseguire autonomamente le attività di controllo e pianificazione connesse ai processi logistici [75]. Inoltre, la presenza di *veicoli autonomi* consente di trasportare, in modo ancora più flessibile, materiali, componenti e prodotti all'interno degli stabilimenti, anche grazie alla loro capacità di riconoscere ed evitare gli ostacoli [72].

Le risorse

L'utilizzo sempre più consistente dei robot autonomi ha degli impatti significativi sulle risorse, ed in particolar modo, sulle risorse umane. La maggior parte della letteratura considerata nell'analisi afferma che i robot nel futuro rimpiazzeranno buona parte della forza lavoro [43, 94]. In aggiunta, grazie alla loro maggiore forza e resistenza, i robot riescono a colmare i limiti fisici della persona [110] svolgendo compiti in modo più efficace ed efficiente anche con lo stesso, o addirittura inferiore, numero di lavoratori [109]. I miglioramenti nel campo dell'intelligenza artificiale applicata ai robot e, più nello specifico, il *deep learning*, stanno attribuendo loro ruoli più cognitivi, come il riconoscimento di oggetti, la supervisione e responsabilità nella gestione delle risorse umane [109]. La maggiore intelligenza dei robot deriva dalla dotazione di questi di sensori che permettono loro di percepire e clusterizzare l'ambiente attorno a sé e quindi di interagirvi in maniera molto più efficace [109]. L'automazione, quindi colpisce negativamente la manodopera non specializzata, mentre al contempo richiede personale con maggiori competenze di alto livello che sia in grado di programmare i macchinari, coordinare i processi e risolvere i problemi che si

possono presentare, dimostrando la superiorità del lavoro sulla macchina [50, 110]. La sostituzione dei lavori manuali da parte dei robot fa sì che il lavoratore sia libero di dedicarsi ad attività di *problem-solving* e creative [34, 60]. Inoltre, con l'aumentare del numero di robot impiegati in fabbrica, si renderà necessario una nuova figura professionale, il *robot coordinator*, che si stima creerà 40.000 posti di lavoro nel prossimo futuro [94]. La nuova risorsa robot diventa un assistente al servizio dell'uomo, annullando il tipico rapporto di subordinazione tra i due [35, 39], rendendolo di tipo collaborativo [34]. Il miglioramento delle interfacce uomo-macchina facilita infine le relazioni e le comunicazioni tra i due attori fondamentali, il lavoratore e il robot [34, 77].

I prodotti

La flessibilità e l'efficienza dei processi produttivi derivante dall'impiego di robot autonomi permette la creazione di prodotti altamente personalizzati [94, 112]. L'autonomia e l'intelligenza delle tecnologie *advanced manufacturing solutions* si complementa con gli *smart products*, dotati di sensori e sistemi di RFID tag che assicurano la loro tracciabilità. Essi sono capaci di riconfigurarsi autonomamente, di gestire le proprie funzionalità durante il ciclo di vita e di fornire costantemente informazioni ai produttori grazie alla connessione che gli permette di ottimizzare le proprie prestazioni [32, 46]. Gli *smart products* possono assumere decisioni autonomamente e auto-apprendere [32]. Inoltre, attraverso i microprocessori e l'intelligenza artificiale non hanno solo capacità computazionali, comunicative e di controllo, ma anche autonomia e socialità [68]. Questa capacità di connessione deriva dal sistema di comunicazione M2M (*machine-to-machine*) che permette uno scambio di informazioni direttamente tra le macchine o via Internet [32, 68, 117].

I processi esterni

L'adozione di veicoli senza conducente e di altre innovazioni robotiche avrà un forte impatto sui processi di distribuzione dei prodotti in tutto il mondo [72]. I *self-driving truck* consentono di ridurre i tempi di consegna, grazie alla riduzione degli errori umani e all'ottimizzazione delle rotte [72]. A livello di distribuzione B2C, i robot permettono di consegnare pacchi direttamente ai clienti attraverso rotte flessibili, pur continuando ad essere monitorati da operatori umani [72]. I trasporti possono essere rivoluzionati grazie alla disponibilità di auto, aerei e navi che sono parzialmente o completamente autonomi. Nell'analizzare questi dati occorre segnalare come questo futuro possibile sia però condizionato dai quadri normativi nazionali e sovranazionali [97].

La società

Diversi autori tra quelli analizzati affermano l'importanza, per le imprese, di stringere accordi con le scuole e i governi per preparare i propri lavoratori all'introduzione dei robot e per incentivare la formazione in discipline tecniche, favorendo la formazione di figure professionali altamente specializzate [109].

I clienti

I documenti analizzati non descrivono in modo approfondito l'impatto delle tecnologie di manifattura avanzata sui clienti, ma fanno un generico riferimento al fatto che l'adozione dei robot permette di creare prodotti personalizzati e che le interazioni con i clienti in futuro cambieranno [109, 112]. L'estrema fluidità del tema rende questa dimensione in continua evoluzione e come tale maggiore precisione in tal senso potrà avvenire con lo sviluppo della conoscenza.

I fornitori

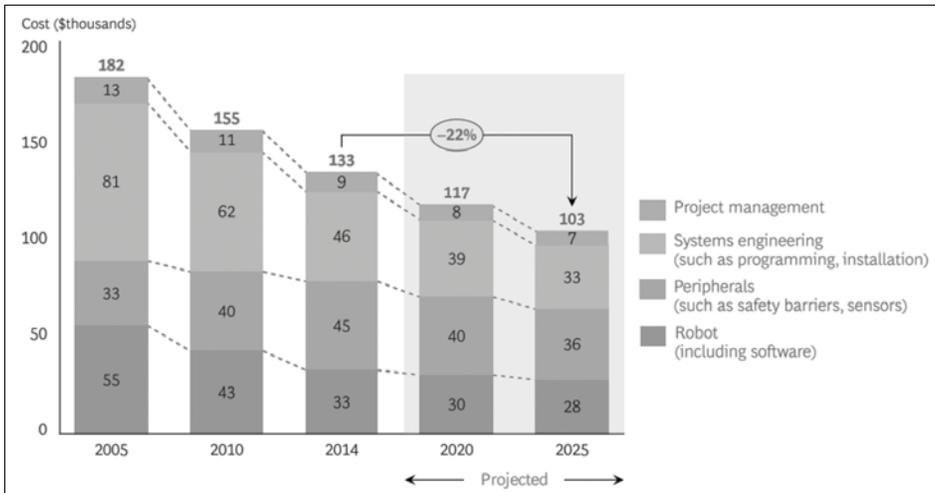
L'automazione si rivolge anche alle fasi di routine della *supply chain*, in particolar modo ai processi di trasporto o alle operazioni di gestione del magazzino [32, 109]. Questi benefici per l'impresa e per i fornitori stessi non sono ottenibili senza un avanzamento tecnologico nella loro offerta; infatti per rimanere competitivi nel mercato devono allinearsi con le innovazioni del settore [65].

2.2.3 L'impatto economico-finanziario

Fino a qualche anno fa, le tecnologie di manifattura avanzata erano eccessivamente costose e complesse da usare per le imprese con ridotte capacità finanziarie e risorse ingegneristiche [109]; tuttavia, negli ultimi anni si è riscontrata una forte riduzione del costo del robot che ha permesso alle imprese di investire in questa tecnologia sempre più sofisticata, rendendola accessibile anche alle piccole imprese [109].

Oltre che del costo del macchinario, ci sarà una forte riduzione anche dei costi dell'attrezzatura periferica (sensori e barriere di protezione), dei sistemi ingegneristici (programmazione e installazione) e di project management. Com'è possibile vedere dalla figura 12, si stima che tali costi complessivamente diminuiranno del 22% nel decennio 2014-2025 [109].

Figura 12 Riduzione costo adozione soluzioni di manifattura avanzata



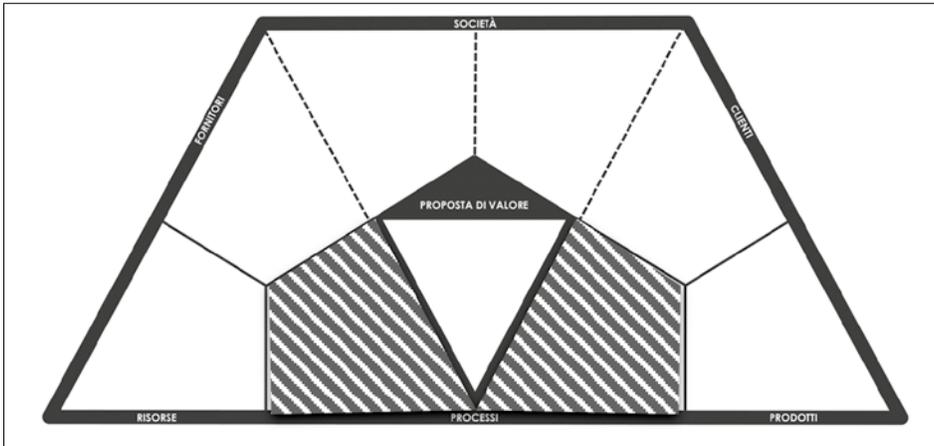
Fonte: The Robotics Revolution (BCG, 2015c)

L'impiego dei robot permette una diminuzione dei costi di produzione grazie ai ridotti tempi di inattività e all'automazione dei processi [75]. La minore necessità di manodopera si traduce in una diminuzione dei costi del lavoro che si stimano essere, nel 2025, il 16% inferiore rispetto ad oggi [109].

2.2.4 Gli esempi

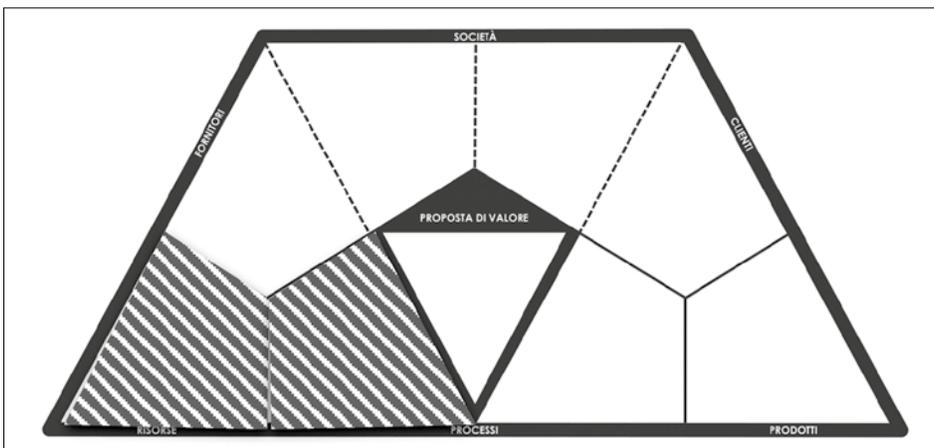
Il caso Amazon

Amazon, il colosso statunitense di e-commerce, nel 2012 ha acquisito e adottato Kiva Systems, un sistema di robot mobili e software di gestione per l'organizzazione dei propri magazzini. Questo ha portato ad eseguire gli ordini il 70% più velocemente rispetto ai magazzini tradizionali. Mentre infatti i robot eseguono le attività di raccolta e spostamento dei pacchi, i lavoratori possono dedicare più tempo a migliorare il processo complessivo. Questo esempio dimostra come uomini e robot possano lavorare fianco a fianco e, quindi, l'impatto della tecnologia sulle risorse e i processi interni [34]. Inoltre, Amazon ha sperimentato l'utilizzo di droni come mezzi di trasporto per le consegne con l'obiettivo di evadere gli ordini di un peso massimo di 5 chilogrammi entro 30 minuti dall'acquisto da parte del cliente [25].



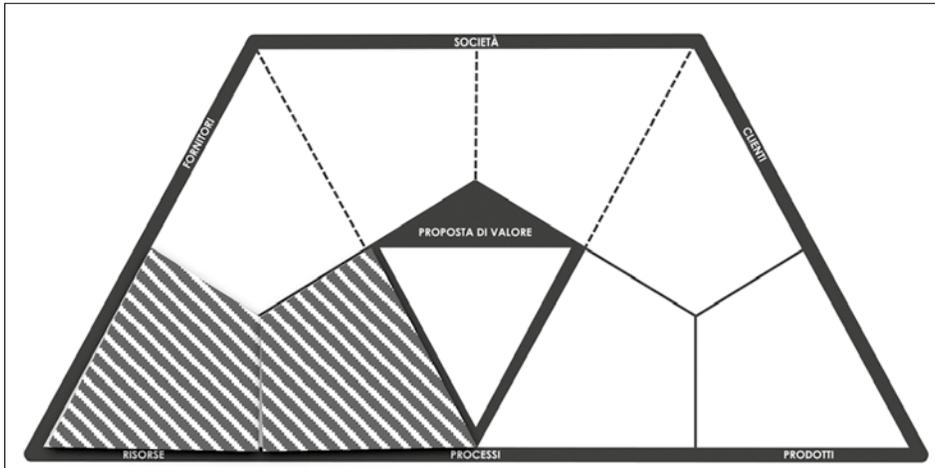
Il caso Etalex

Etalex, un produttore di sistemi di scaffalature canadese, ha introdotto robot collaborativi per aumentare la produttività del lavoro nel suo impianto dato l'eccessivo sovraccarico manuale di lavoro delle risorse umane, la necessità di maggiore sicurezza dell'impianto e i limiti di spazio che non consentivano l'aggiunta di macchinari ingombranti. Questo ha portato ad una collaborazione uomo-macchina più sicura ed efficiente e ha permesso di aumentare i volumi di produzione e un conseguente incremento delle vendite del 40% a parità di forza lavoro impiegata. L'impresa è riuscita ad avere un rapido periodo di recupero dell'investimento, con un payback period di 12 mesi [27].



Il caso Cascina Italia

Cascina Italia, un'impresa lombarda leader nel settore della lavorazione di uova, distribuite in guscio e di ovo-prodotti, ha adottato soluzioni robotizzate per ottimizzare i processi interni e per liberare risorse. In particolare, l'impresa ha installato un robot collaborativo per la preparazione delle scatole nella linea produttiva e per il confezionamento delle uova. Grazie a questo investimento, l'impresa riesce a preparare 144 cartoni da 10 uova e a maneggiare 1,5 milioni di uova al giorno liberando i lavoratori da compiti pesanti e ripetitivi. Cascina Italia è riuscita a migliorare l'efficienza operativa del processo produttivo con un tempo di rientro dall'investimento di 12 mesi.



2.3 La realtà aumentata

2.3.1 La descrizione

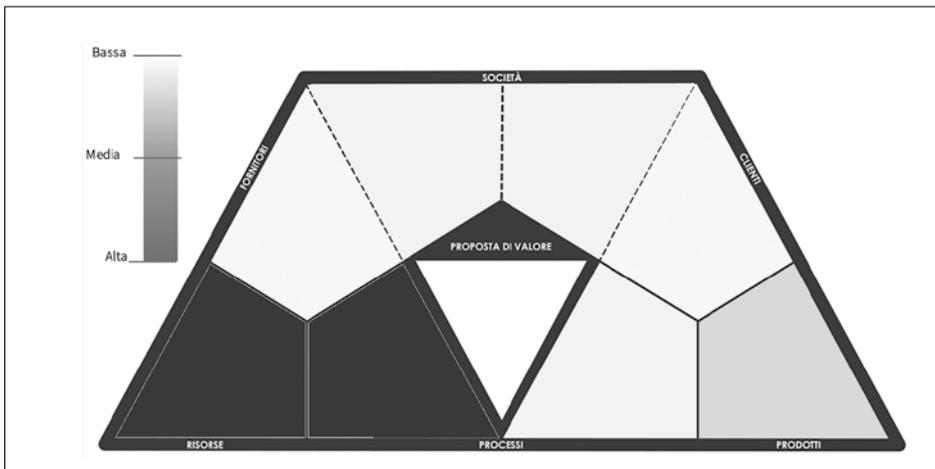
La realtà aumentata è la terza tecnologia che sostiene l'Industria 4.0; si tratta di sistemi che attraverso dispositivi mobili, di visione, di ascolto o di manipolazione, riescono ad aggiungere informazioni multimediali alla realtà che l'uomo riesce a percepire naturalmente [107]. Questa tecnologia è fruibile potenzialmente da ogni categoria di utente ed è principalmente utilizzata nel campo della visione 3D attraverso occhiali intelligenti. Non mancano tuttavia anche applicazioni per l'udito o la percezione tattile. La realtà aumentata è una delle due dimensioni della realtà digitale; l'altro aspetto è rappresentato dalla realtà virtuale. Mentre la realtà aumentata permette all'utente di vedere parti digitali, sovrapposte a parti fisiche, quella virtuale isola l'utente dall'ambiente esterno, facendolo immergere in una realtà digitale parallela, che lo assorbe completamente [31, 95, 118, 119].

La realtà aumentata è un modo per utilizzare al meglio le informazioni e le capacità umane in quanto consente agli esperti di addestrare e di indirizzare a distanza i tecnici specializzati, nel preciso momento in cui vi è la necessità di un intervento [46]. Il sistema basato sulla realtà aumentata supporta una varietà di utilizzi come ad esempio l'invio di istruzioni di manutenzione e l'assistenza su dispositivi mobili [71] ma anche produzione, controllo qualità e logistica. Grazie alle interfacce touch, questo sistema viene considerato una nuova forma di interazione uomo-macchina [120]. Per l'addestramento del personale spesso si preferisce l'utilizzo della realtà virtuale, che consente ad esempio di usufruire della formazione senza doversi recare sul luogo dell'impianto industriale fisico, lasciandolo così sempre libero per scopi produttivi [119].

2.3.2 L'impatto sui building block

La figura 13 riassume l'impatto della realtà aumentata sui diversi building block del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 13 Business model canvas e realtà aumentata



Sulla base della ricerca condotta il blocco più soggetto a cambiamento è quello delle risorse, seguito subito dopo dai processi interni. La realtà aumentata sembra invece avere un impatto molto basso sui prodotti e sui processi esterni. Per tutti gli altri building block (clienti, fornitori e società) l'impatto è molto limitato. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model e l'impatto prodotto dalla realtà aumentata.

Le risorse

Un cambiamento rivoluzionario portato dalla realtà aumentata è rappresentato dagli strumenti a disposizione del lavoratore, che gli consentono di gestire virtualmente la produzione. Infatti, egli può controllare la produzione in remoto attraverso il proprio smartphone, il proprio computer e agli strumenti di realtà aumentata, grazie alle webcam installate nei punti nodali della catena di montaggio e alle migliaia di sensori [110].

Le tecnologie di realtà virtuale ed aumentata vengono inoltre utilizzate per la *formazione degli operatori*, in un ambiente sicuro e controllato costituito da una rappresentazione digitale della fabbrica [121]. Infatti, i lavoratori vengono formati, attraverso l'uso della realtà aumentata, osservando come i lavoratori esperti operano [94].

I dipendenti saranno quindi dotati di occhiali di realtà aumentata che permettono loro di visualizzare informazioni logistiche e produttive come sovrapposizioni al proprio campo visivo [71, 90]. Tecnici di produzione e di progettazione utilizzano anch'essi occhiali 3D al fine di creare un unico ambiente collaborativo e risolvere rapidamente i problemi [65].

I processi interni

L'uso delle tecnologie di realtà aumentata porta alla virtualizzazione dei processi industriali, che consiste nello sviluppare la produzione fisica a partite da prodotti e impianti virtuali [61]. Ogni processo produttivo viene prima simulato e verificato virtualmente, e solamente dopo aver ottenuto una soluzione finale viene svolta la mappatura fisica, con l'utilizzo di software, parametri e matrici numeriche per controllare i macchinari produttivi [61]. L'industrializzazione virtuale permetterà ai produttori di progettare e testare nuovi impianti o fabbriche nel mondo digitale prima che siano effettivamente installati, con una conseguente diminuzione degli errori preventivamente identificati e corretti [69]. L'impiego della realtà virtuale, con vista immersiva, nelle fasi di progettazione permette la vista di un impianto industriale che esiste solo su CAD permette di comprendere meglio come sarà l'impianto se realizzato. In questo caso si tende a preferire la realtà virtuale a quella aumentata [119].

L'attività di assemblaggio e manutenzione viene semplificata grazie all'utilizzo degli *smart glasses* [119]. Essi permettono di visualizzare le procedure operative sulle lenti dell'occhiale stesso, di migliorare le procedure di lavoro e di ridurre gli errori attraverso le informazioni fornite in tempo reale [71, 90]. Allo stesso tempo, gli occhiali permettono al lavoratore di effettuare controlli qualità documentando e memorizzando automaticamente i problemi rilevati, riducendo così l'impiego di documenti cartacei [71].

I prodotti

La realtà aumentata favorisce la personalizzazione coinvolgendo il cliente nella configurazione del proprio prodotto [121]. Oltre al prodotto fisico, l'utilizzo della realtà aumentata amplia la gamma di servizi post-vendita [94].

I processi esterni

I documenti analizzati lasciano poco spazio all'impatto della realtà aumentata sui processi esterni. Tuttavia questa tecnologia può essere utilizzata nelle attività logistiche: ad esempio l'operatore può visualizzare direttamente sulla lente dell'occhiale i prodotti presenti in magazzino destinati alla spedizione [71].

I clienti

Il cliente, con la realtà aumentata, assume un ruolo attivo nella definizione del proprio prodotto [121]. Infatti il consumatore può percepire il prodotto, osservarlo da diverse angolazioni, aggiungere parti e interagire con esso come se fosse fisicamente presente davanti ai loro occhi [65].

2.3.3 L'impatto economico-finanziario

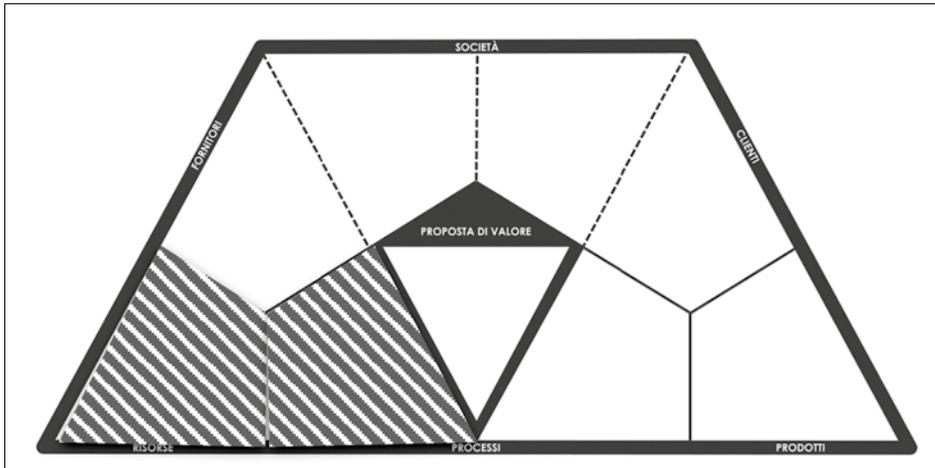
L'investimento iniziale in tecnologie di realtà aumentata può sembrare eccessivo, dati gli elevati costi d'acquisto, ma questo viene recuperato in breve tempo grazie alla maggiore efficienza e la conseguente riduzione dei costi operativi [60].

2.3.4 Gli esempi

Il caso Mitsubishi Electric

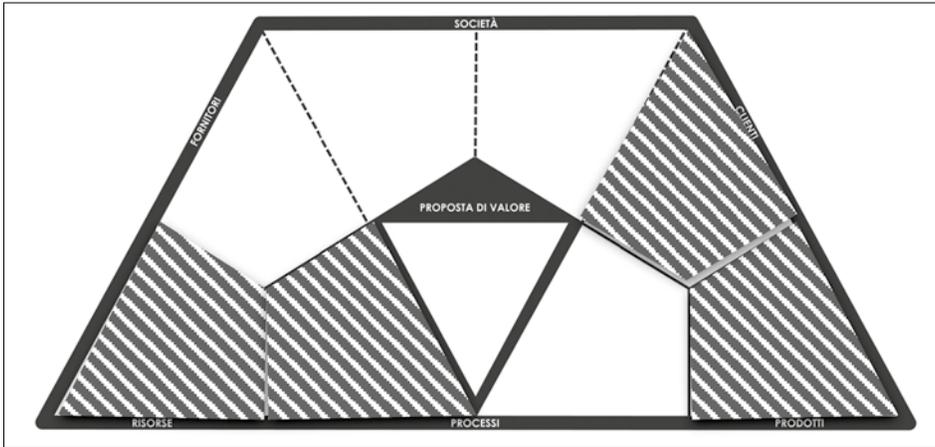
Mitsubishi Electric nel 2016 ha introdotto una tecnologia di realtà aumentata per supportare i processi di manutenzione. Questa si basa su un modello tridimensionale che consente al tecnico che indossa gli *smart glasses* di confermare l'ordine di ispezione su un display AR (*augmented reality*) e quindi di immettere i risultati tramite comandi vocali. Questa tecnologia aiuta a ridurre il carico di lavoro e a evitare errori di immissione grazie all'inserimento tramite comandi vocali, anche in ambienti rumorosi. Il sistema potrà essere utilizzato per una serie di lavori di manutenzione,

quali ispezioni degli impianti di trattamento delle acque e degli impianti elettrici degli edifici. Inoltre, la tecnologia adottata, avvalendosi di un modello tridimensionale che deriva da una scansione degli oggetti con una telecamera RGBD (Red, Green, Blue, Depth), consente di ottenere un'immagine di realtà aumentata più precisa. Questo esempio mostra come risorse e processi interni siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Mitsubishi Electric.



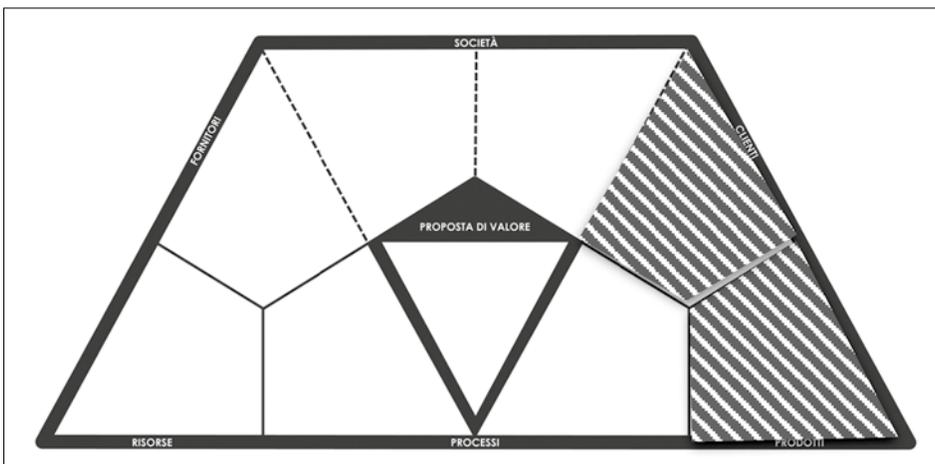
Il caso John Deere

La Deere & Company, più nota come John Deere, è una delle principali imprese produttrici di macchine agricole e utilizza la realtà aumentata per consentire ai clienti di testare i prodotti, fin dalla fase della loro progettazione, e raccogliere feedback per correggere e ri-sviluppare i progetti [64]. Inoltre, questa tecnologia viene impiegata dai suoi ingegneri per migliorare il funzionamento tecnico di alcune componenti dei macchinari che produce. Questo consente di rendere i processi di progettazione più veloci ed efficienti; ad esempio la durata della fase di progettazione di mietitrici di cotone si è ridotta ad un terzo, passando da 27 a 9 mesi, con una conseguente riduzione dei costi di circa 100.000 dollari. Altri processi interni migliorati dalla realtà aumentata sono il controllo qualità, la gestione dei costi, dei programmi e delle forniture, la verniciatura, grazie al training virtuale delle risorse umane, e la produzione, attraverso la virtualizzazione della catena di montaggio. Questo caso evidenzia come gli investimenti fatti da John Deere abbiano comportato modifiche a livello di risorse, processi interni, prodotti e clienti.



Il caso Tooteko

Tooteko, una startup fondata da studenti IUAV, ha sviluppato un dispositivo indossabile che permette ai visitatori non vedenti di fruire in modo innovativo e coinvolgente dei contenuti presentati nei musei e negli spettacoli. Si tratta di un anello intelligente che, grazie alla tecnologia RFID, reagisce al contatto con i sensori integrati nelle opere esposte per attivare un feedback tattile e audio, permettendo quindi una fruizione mediata dal paradigma abituale per i non vedenti (il contatto fisico), ma aumentata da contenuti contestualizzati che completano l'esperienza tattile. Si tratta di uno dei pochi casi di prodotti commercialmente disponibili che prevedono una realtà aumentata non visiva.



2.4 Il cloud computing

2.4.1 La descrizione

Il cloud computing è la quarta tecnologia dell'Industria 4.0. La quantità sempre maggiore di dati che le imprese raccolgono e la loro elaborazione per il controllo di business intelligence non può essere gestita con i server tradizionali [65], ma richiede risorse di calcolo aggiuntive, disponibili in modo flessibile per evitare gli elevati costi di *overprovisioning*, e può essere soddisfatta attraverso soluzioni di cloud computing [122]. Questo ambito tecnologico si avvale di un'aggregazione di infrastrutture informatiche remote e geograficamente distribuite, in genere virtualizzata su di una piattaforma, su cui i dati possono essere raccolti, elaborati e, successivamente, immagazzinati su supporti di memorizzazione scalabili orizzontalmente per archiviazioni e successive elaborazioni, senza il rischio di sovraccarico [48]. Il cloud computing è considerato uno dei pilastri dell'Industria 4.0 [40]. Esso consente alle imprese, da una parte, di sfruttare l'efficienza IT, garantita dalle dotazioni di data center specializzati, messe a disposizione dai provider di tecnologie cloud, e dalla maggiore potenza dei computer moderni, e, dall'altra, favorisce l'agilità aziendale, perché la disponibilità a tariffa di risorse scalabili, consente di rispondere in tempo reale alle diverse necessità dell'utenza aziendale, senza che questa debba sopportarne i costi di allestimento, gestione e manutenzione [123].

Il cloud computing non prevede solo la distribuzione della capacità computazionale scalabile ma, soprattutto, la fornitura di servizi via Internet. Tra le tipologie di offerta, si possono individuare tre categorie di servizi cloud: *Infrastructure-everything as-a-service* (IaaS), attraverso cui viene fornita un'infrastruttura di elaborazione costituita da un hardware virtualizzato, ossia da risorse di calcolo, di memorizzazione e di connettività; *platform-as-a-Service* (PaaS), che fornisce una piattaforma *web-based* per lo sviluppo di applicazioni e servizi e per piante di controllo delle applicazioni in esecuzione; e infine *Software-as-a-Service* (SaaS) che mette a disposizione dei propri clienti software applicativi previo abbonamento [68, 123, 124].

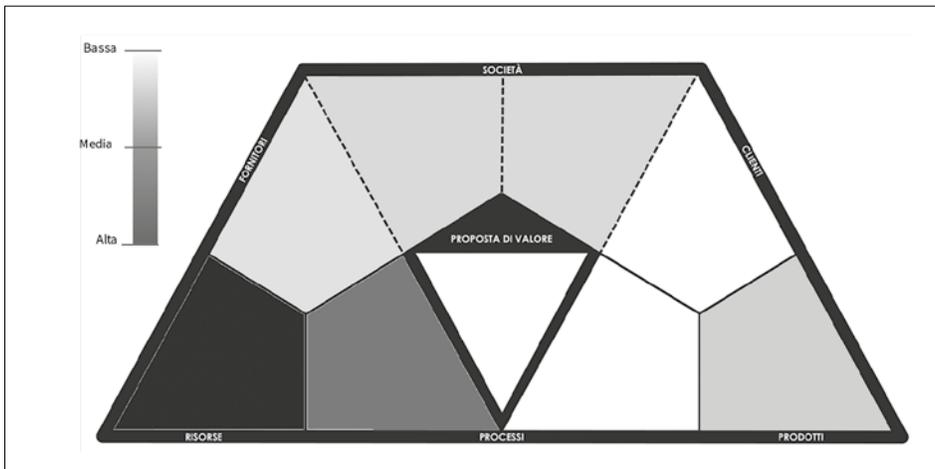
Vi è, inoltre, un'ulteriore distinzione particolarmente rilevante tra offerta pubblica, privata e ibrida. Il cloud privato si basa su un'infrastruttura informatica interna autogestita o esterna, di terze parti, che prevede un unico spazio cloud distinto e sicuro su cui può operare solo un utente specifico. Questa tipologia, essendo accessibile ad una sola organizzazione, garantisce maggiore controllo e privacy [123-125]. Nel caso in cui l'infrastruttura sia ospitata all'interno dell'impresa, si parla di *cloud on premise*. Il cloud pubblico, a differenza del privato, è offerto da un service provider che fornisce servizi a molteplici clienti tramite un'unica infrastruttura condivisa [123-125]; il servizio offerto si basa su un modello di pagamento *pay-per-use* [124]. Infine, il cloud ibrido è una combinazione tra le due ti-

pologie, in cui tipicamente, le informazioni non critiche sono gestite dal cloud pubblico; mentre, i servizi e i dati sensibili sono sotto il controllo del cloud privato [123, 124].

2.4.2 L’impatto sui building block

La figura 14 riassume l’impatto del cloud computing sui diversi elementi costitutivi del modello di business. L’intensità di grigio di ogni componente è associata all’importanza riconosciuta dalla letteratura analizzata al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sulle risorse).

Figura 14 Business model canvas e cloud computing



Sulla base della ricerca condotta il building block più soggetto a cambiamento è quello delle risorse, seguito subito dopo dai processi interni. Gli altri building block sembrano influenzati in modo meno rilevante da parte del cloud. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

Le risorse

Le risorse sono il blocco su cui impatta maggiormente il cloud computing. Ove i sistemi informativi aziendali diventino *cloud-based*, sarà possibile accedere, tramite la rete, a quantità potenzialmente enormi di dati, quasi in tempo reale, con il solo limite della banda di connessione [68]. Tra le risorse è importante annoverare anche le tecnologie Big data & analytics, IoT, manifattura additiva e realtà aumentata perché connesse al cloud permettono di esaltare le sue potenzialità [65, 67, 72, 126].

Il cloud computing permette maggiore flessibilità alle risorse umane dando la possibilità alle risorse di lavorare anche a distanza grazie a una disponibilità delle informazioni in qualunque luogo e attraverso qualunque dispositivo [123]. Queste forme di flessibilità dei dipendenti esistevano già prima dell'avvento del cloud computing, però esso ne semplifica le modalità di svolgimento e quindi contribuisce alla loro affermazione. Inoltre, la gestione delle risorse umane risulta agevolata dalla possibilità del controllo degli accessi da remoto [123].

I processi interni

Un grosso vantaggio derivante dalla tecnologia cloud è la possibilità di eseguire lavori di manutenzione in remoto, in quanto persone e macchine interagiscono tra di loro attraverso il cloud stesso [68]. I processi di manutenzione sono migliorati da una maggiore comprensione da parte dei soggetti interessati che possono accedere alle informazioni a loro pertinenti e svolgere meglio le operazioni di manutenzione [27]. Le informazioni inserite nel cloud vengono analizzate dai sistemi di Big data & analytics, permettendo all'impresa di individuare e affrontare problemi altrimenti nascosti come la degradazione della macchina o l'usura dei componenti [69]. Inoltre, il cloud computing permette di supportare e favorire i processi di manutenzione predittiva garantendo un'ottimizzazione della produzione attraverso le maggiori informazioni raccolte dall'impresa [76].

I prodotti

Il cloud è fondamentale per il funzionamento dei prodotti smart [52], poiché grazie a questa tecnologia, essi sono in grado di fornire, da remoto, informazioni utili alla personalizzazione delle funzioni del prodotto [52, 76]. Nuovi servizi vengono offerti tramite il cloud computing grazie allo sviluppo di nuove funzionalità [123].

Le prestazioni dei prodotti possono migliorare attraverso l'integrazione di applicazioni che non necessitano di essere installate ma che funzionano attraverso la tecnologia cloud, tramite accesso dal dispositivo del cliente [123].

I fornitori e la società

Il cloud computing contribuisce a cambiare i ruoli e le relazioni tra l'impresa e i suoi stakeholder: i provider della tecnologia cloud che forniscono, oltre alla tecnologia, le competenze fondamentali per gestire il sistema in termini di manutenzione e aggiornamenti [123] e i legislatori [123]. Questi ultimi stanno sviluppando norme volte a regolare la privacy dei dati personali che garantiscano la riservatezza delle informazioni e la sicurezza dei dati [123].

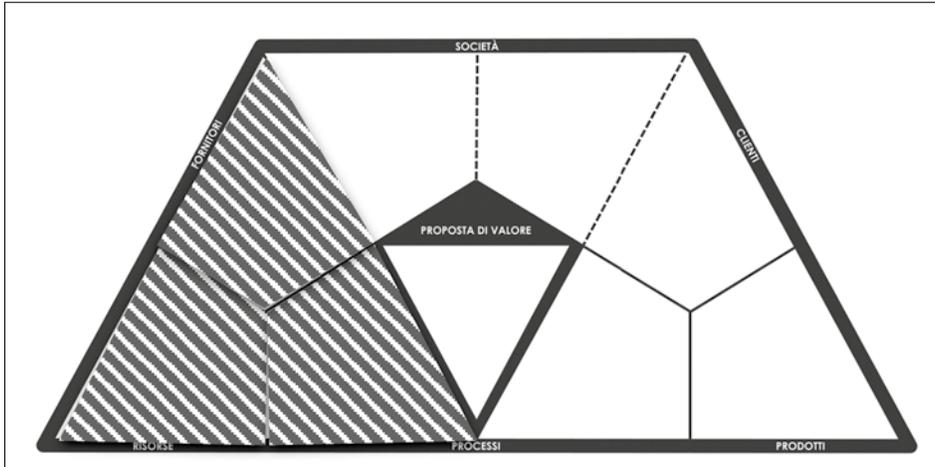
2.4.3 L'impatto economico-finanziario

Il cloud computing ha un impatto economico-finanziario rilevante in termini di costi; infatti, è in grado di ridurre i costi di elaborazione del computer e di archiviazione, oltre ad essere associato ad una riduzione dei costi dell'hardware per alcuni dispositivi [65, 123].

2.4.4 Gli esempi

Il caso Nova Chemicals

Nova Chemicals, produttore canadese di materiali chimici e plastici con sede a Calgary, ha introdotto Big data & analytics e cloud computing in collaborazione con SAP per migliorare i processi di pianificazione della manutenzione. La nuova risorsa, rappresentata dal software *cloud-based*, ha permesso di migliorare la gestione della manutenzione programmata, di facilitare l'esecuzione del lavoro e il controllo delle disponibilità dei materiali. Per quanto riguarda le risorse umane, i soggetti interessati possono accedere alle informazioni loro pertinenti, per esempio, avendo a disposizione una visione giornaliera e settimanale del lavoro pianificato, delle priorità e delle risorse necessarie, ottenendo così una migliore comprensione degli effetti più complessi delle operazioni di manutenzione. I principali risultati ottenuti sono: il miglioramento della coordinazione della manutenzione, la riduzione del numero delle interruzioni dell'impianto, la diminuzione del 47% del tempo impiegato sul lavoro reattivo e urgente e l'aumento del 61% del tempo dedicato alla manutenzione proattiva e preventiva [27]. Questo esempio mostra come risorse, processi interni e fornitori siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Nova Chemicals.



2.5 La simulazione

2.5.1 La descrizione

La simulazione è la quinta tecnologia fondante l'Industria 4.0. Le tecnologie della simulazione consistono nell'impiego di sistemi simulativi dei processi produttivi in grado di rielaborare i dati raccolti in tempo reale per analizzare e migliorare i processi e valutare le possibili problematiche che si possono presentare nella realtà [107, 127].

La simulazione sfrutta i dati raccolti per ricreare il mondo fisico all'interno di un mondo virtuale, inserendo al suo interno anche macchine, prodotti e persone [71]. L'impiego di dati, congiunto alle conoscenze fisiche eventualmente disponibili sul processo o prodotto in analisi, permette infatti di descriverli attraverso insiemi di equazioni matematiche che prendono il nome di 'modelli'.

Ad oggi l'impiego di modelli simulativi è rivolto alle fasi di progettazione e configurazione, cioè alle fasi strategiche del sistema produttivo, che avvengono solitamente offline, sebbene sia chiaro che l'importanza di questa tecnologia si possa manifestare anche nelle fasi più operative agendo direttamente online attraverso una piattaforma [60, 85, 128]. Infatti, questi modelli permettono di simulare nel mondo virtuale le azioni da svolgere nella realtà, così da rendere il processo più efficiente, ottimizzando la produttività, assicurando la qualità del prodotto, riducendo gli scarti di produzione, i tempi di attesa e la quantità di lavoro da svolgere [60, 69, 90, 122].

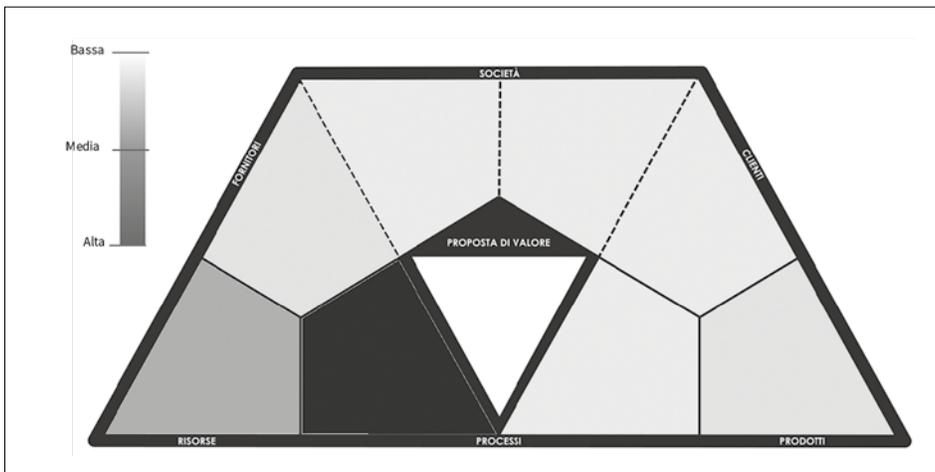
Recentemente, le tecniche di simulazione si sono evolute consentendo anche passaggi di scala che permettono di descrivere e prevedere il com-

portamento di sistemi complessi nano strutturati, sia nel campo dell'ingegneria dei materiali che delle scienze della vita, aprendo enormi possibilità di progettazione in settori industriali particolarmente innovativi. Queste tecniche si combinano e si completano con sofisticate tecniche sperimentarli al fine di generare un connubio di dati sperimentali e simulati che alimentano i *Big Data*, i quali sono a loro volta analizzati tramite tecniche di business *analytics* per fornire risposte ai progettisti [129, 130].

2.5.2 L'impatto sui building block

La figura 15 riassume l'impatto della simulazione sui diversi elementi costitutivi del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 15 Business model canvas e simulazione



Com'è visibile nella figura sopra riportata, la tecnologia della *simulazione* impatta maggiormente sui blocchi dei processi interni mentre ha una rilevanza media sul blocco risorse ed una molto bassa sui blocchi rimanenti. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi concettuali che compongono il business model.

I processi interni

I processi interni sono il blocco concettuale maggiormente influenzato dalle tecnologie di simulazione in quanto ad essi è riconducibile più del 50% dei riferimenti di codifica sull'impatto della simulazione sul business model.

Nello specifico, il primo processo ad essere influenzato dalla simulazione è la progettazione e lo sviluppo prodotto grazie alle simulazioni virtuali dei processi produttivi [28, 92, 98, 131]. In particolare la prototipazione virtuale è fondamentale per la realizzazione in piccolissime serie di prodotti personalizzati [28, 85]. La simulazione modulare permette di modificare i prodotti in modo flessibile e di velocizzare i processi di innovazione di prodotto [131]. Anche i processi di gestione del magazzino e logistica interna beneficiano della tecnologia di simulazione [60, 77] grazie alla possibilità di ottimizzare il layout del magazzino e dell'impianto produttivo [90].

Inoltre, il processo produttivo è influenzato positivamente dalla possibilità di simulare la linea di produzione [77, 94] grazie alla creazione di un sistema di produzione virtuale generato dai dati raccolti in tempo reale dal mondo fisico [128]. Infatti, le attuali tecnologie permettono di simulare il comportamento dei macchinari consentendo così di ottimizzare le loro prestazioni e di ridurre i test sperimentali [85, 90]. Ai processi tradizionali viene aggiunto il *digital twin*, una copia digitale del sistema produttivo a supporto delle fasi di ottimizzazione e riconfigurazione del processo [85], che funge da base per la minimizzazione dei tempi tra la progettazione e la consegna del prodotto [40].

Le risorse

Per poter utilizzare modelli di simulazione e creare una copia virtuale del mondo fisico è necessario dotarsi di tecnologie di manifattura virtuale come strumenti e software di simulazione e altri sistemi specifici [39, 131]. Queste tecnologie sfruttano nuove risorse, tra cui i dati raccolti in tempo reale tramite i sensori [44, 69]. I modelli di rappresentazione 3D consentono l'ottimizzazione del flusso di risorse [90]. L'utilizzo di questa tecnologia richiede risorse umane esperte nella valutazione dei dati [132, 133], nell'uso degli strumenti di simulazione e, possibilmente, nel potenziamento o sviluppo in-house degli strumenti stessi [90]; per questo le imprese devono impegnarsi ad avviare sessioni di training al fine di favorire l'acquisizione di queste competenze [65].

I prodotti

La simulazione viene impiegata per migliorare costantemente i prodotti soprattutto nella fase della loro progettazione ma anche per testare le ultime creazioni [64, 98]. Nelle industrie di progettazione elettronica, ad esempio, la simulazione viene usata come strumento predittivo di come il prodotto si comporterà e viene quindi impiegata per fare scelte strategiche in merito al prodotto stesso, grazie al suo *digital twin*, con tempi e costi molto inferiori rispetto ad un semplice *trial-and-error*.

I processi esterni

Dal momento che la simulazione può essere applicata ad ogni fase del processo manifatturiero, essa può essere impiegata anche per i processi esterni, a partire dal magazzino fino al trasporto e alla logistica dei prodotti [60, 65].

I fornitori, i clienti e la società

Grazie ai modelli di simulazione, che abbracceranno l'intero ciclo di vita dei prodotti, sarà possibile gestire tutta la rete di attori coinvolti nelle varie fasi dalla progettazione alla produzione fino allo smaltimento sostenibile. Questi modelli potranno fornire dei parametri di sostenibilità per le decisioni sia delle imprese sia del soggetto pubblico per la gestione dell'impatto ambientale [85].

2.5.3 L'impatto economico-finanziario

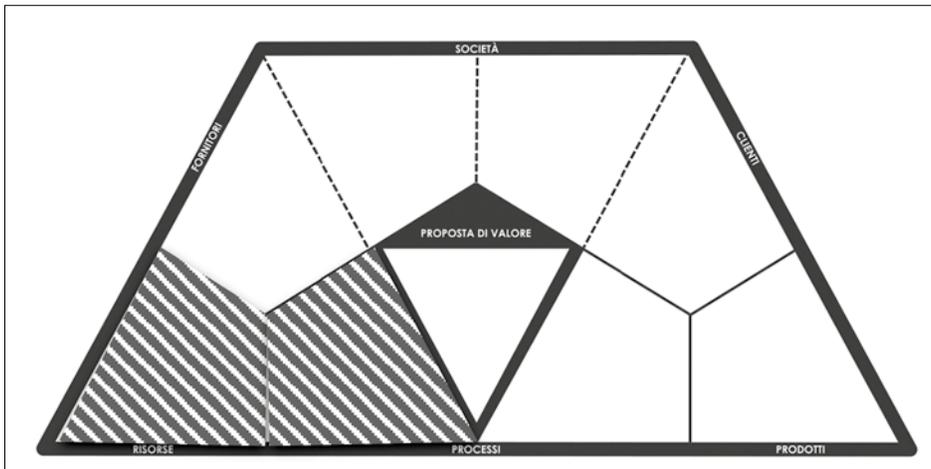
L'investimento iniziale in tecnologie di simulazione può sembrare eccessivo, dati gli elevati costi d'acquisto, ma questo viene recuperato in breve tempo grazie alla maggiore efficienza e la conseguente riduzione dei costi operativi [60]. Le imprese potrebbero anche prevedere investimenti per contribuire allo sviluppo o alla personalizzazione degli strumenti di simulazione che ritengono necessari.

2.5.4 Gli esempi

Il caso Mercedes-Benz

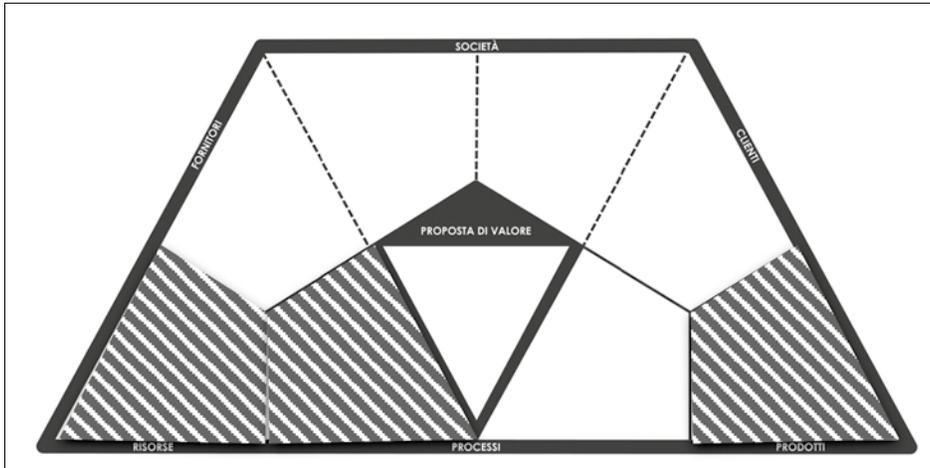
Mercedes-Benz ha applicato le tecnologie di simulazione sviluppando delle linee di assemblaggio virtuali contenenti i modelli digitali dei veicoli e le

componenti da assemblare. L'impresa riesce a simulare tutto il processo di produzione in formato digitale e a gestire quindi la complessità di realizzazione delle automobili di ultima generazione. La mappatura di tutti i processi elementari, che per il solo assemblaggio essi sono circa 4.000, e la creazione del loro *digital twin* consente all'impresa di valutare la fattibilità tecnica dei veicoli prima dell'avvio della produzione in serie. I lavoratori utilizzano un *avatar*, cioè una loro rappresentazione grafica dentro l'ambiente virtuale, per analizzare le migliori modalità di esecuzione delle attività di assemblaggio [90]. Questo esempio mostra come risorse e processi interni siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Mercedes-Benz.



Il caso Maserati

Maserati ha introdotto nel suo plant di Grugliasco (TO) la piattaforma PLM Teamcenter di Siemens che gli ha consentito di ottenere una completa digitalizzazione dei processi e, di conseguenza, una forte riduzione del *time-to-market* preservando la qualità del prodotto. Questa piattaforma crea un vero e proprio 'gemello virtuale' che riproduce diverse configurazioni dell'automobile all'interno del processo produttivo simulato con un risparmio di risorse e una riduzione dei tempi di sviluppo. Questo esempio mostra come risorse, processi interni e prodotti siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Maserati.



2.6 L'Internet of things industriale

2.6.1 La descrizione

L'*Internet of things*, o IoT, è la sesta tecnologia fondante l'Industria 4.0. L'IoT è stato ideato da un imprenditore inglese, Kevin Ashton, che nel 1999 ha immaginato un sistema nel quale tutto il mondo materiale è interconnesso, scambia le informazioni raccolte attraverso sensori e prende decisioni sulla base dell'elaborazione di tali informazioni [73]. Nei dieci anni successivi, il numero di dispositivi connessi ha superato il numero di abitanti del mondo [73]. L'*Internet of things* è uno degli elementi chiave dell'Industria 4.0 [134] e può essere definito come un network di sistemi fisici, che possono interagire tra loro, grazie a protocolli standard di comunicazione [135], per raggiungere un obiettivo comune [122]. I sistemi fisici, e quindi le 'cose', sono rappresentate dai sensori, dagli attuatori, dai moduli di comunicazione e dai dispositivi che possono collaborare tra loro, attraverso le proprie componenti intelligenti e dei software applicati, e quindi raggiungere obiettivi che dipendono fortemente dalla loro capacità di trasmettere ed elaborare informazioni [136]. Si tratta di una comunicazione multidirezionale tra processi, comprendenti i macchinari impiegati, le componenti e i prodotti [137-139]. La principale forma di comunicazione permessa dalla tecnologia IoT è la *machine-to-machine communication*: i dispositivi comunicano direttamente, senza un intervento umano attraverso l'uso di dispositivi elettronici programmabili e tecnologie wireless [70, 122]. Questa forma di comunicazione che sfrutta l'IoT contribuirà al consolidamento dei *Cyber-Physical Systems*; ci si aspetta che questi si-

stemi consentano nuovi paradigmi di automazione e miglioramenti negli impianti produttivi [70].

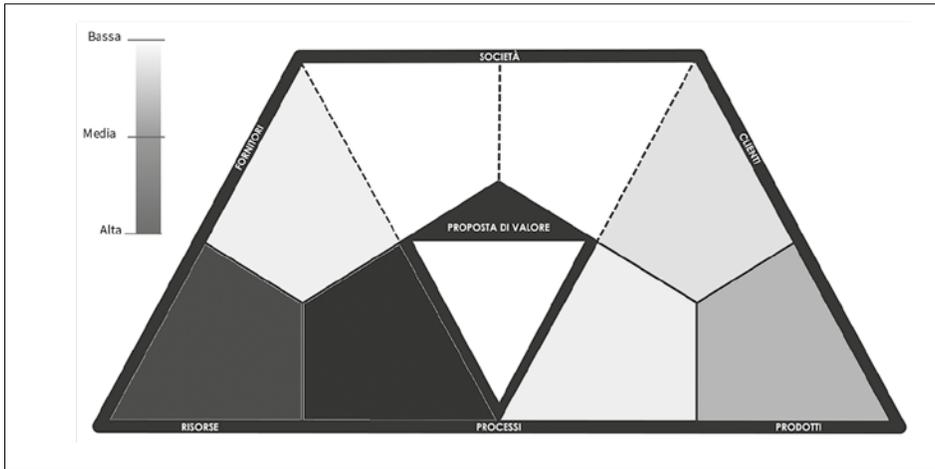
L'*Internet of things* permette di integrare le *Information Technology* (IT) con le *Operations Technology* (OT), per creare un'impresa manifatturiera più forte, smart, attraverso la digitalizzazione [64], che prevede un continuo passaggio da fisico a digitale, e nuovamente da digitale a fisico [64]. L'introduzione dell'*Internet of things* nelle imprese, consente infatti la digitalizzazione dell'intera catena del valore e quindi rappresenta per tutte loro, a prescindere dalla dimensione, un'importante opportunità [136, 140]. Questo grazie alla possibilità di ottenere informazioni accurate e tempestive sul prodotto e sul suo utilizzo [141]. Il fatto di equipaggiare ogni attrezzatura e dispositivo all'interno della *fabbrica* e ogni prodotto realizzato con sensori porta a benefici non solo per l'impresa che lo produce, ma anche per il consumatore finale [70]. Si sta assistendo ad un aumento dell'adozione dell'IoT industriale, a seguito della forte riduzione dei costi dell'infrastruttura tecnologica, come sensori, potenza computazionale, memorizzazione e conservazione dei dati, e dello sviluppo di nuovi software e hardware correlati all'IoT che rendono l'analisi dei dati estremamente veloce e accurata [65]. Cisco, impresa leader nei settori del networking e dell'IT, stima che il mercato IoT raggiungerà un valore di 14.000 miliardi di dollari entro il 2022, di cui il 27% solo nelle imprese manifatturiere [70]. Infatti, i dispositivi connessi all'IoT nel 2025 saranno 45 miliardi con una stima di più di 100.000 miliardi di sensori che collegheranno l'uomo all'ambiente [36, 110].

La diffusione dell'uso dell'*Internet of things* nel settore manifatturiero insieme alla *smart production*, *smart logistics* e *smart product* farà emergere nuovi modelli di business [60].

2.6.2 L'impatto sui building block

La figura 16 riassume l'impatto dell'*Internet of things* sui diversi elementi costitutivi del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 16 Business model canvas e IoT industriale



Sulla base della ricerca condotta il blocco concettuale più soggetto a cambiamento è quello dei processi interni e delle risorse. *L'Internet of things* sembra avere un peso medio sui prodotti; minor rilevanza sembrano avere i blocchi dei clienti, dei processi esterni, dei fornitori. Risultano esserci invece pochi riferimenti, all'interno dei documenti analizzati, sull'impatto dell'IoT industriale sulla proposta di valore e sul blocco concettuale della società. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

L'Internet of things Industriale sta rimodellando i processi interni. La presenza di macchine intelligenti e di oggetti che comunicano con i principali 'attori' della produzione (lavoratori, macchinari intelligenti, robot e sistemi di supervisione) e che condividono informazioni consente un adattamento dei processi e rapide risposte ai cambiamenti [36, 98, 110]. Con l'impiego delle tecnologie dell'IoT è possibile ottenere una virtualizzazione dei processi

e dell'intera catena di fornitura [131]. La combinazione delle informazioni e dei dati provenienti dai diversi dispositivi [140] rende possibile il decentramento del monitoraggio dei processi fisici [44, 55] e il controllo da remoto, data la possibilità di individuare e risolvere i problemi a distanza [31, 110]. Inoltre, grazie alla disponibilità immediata dei dati è possibile avviare processi di manutenzione predittiva [31, 43]. I dati provenienti dai sensori [38] possono essere utilizzati per monitorare ogni articolo in produzione in modo che i processi si adattino in tempo reale alle mutevoli esigenze [98, 110]. Molti autori sostengono che l'IoT permetta l'ottimizzazione in tempo reale dei processi, oltre che maggior efficienza e flessibilità [27, 34, 40, 45, 70, 112]. Questo rende economicamente conveniente la produzione personalizzata su larga scala con più alti livelli di produttività [40].

Le risorse

Il secondo building block del modello di business che risulta maggiormente influenzato dalla tecnologia IoT è quello delle risorse. Infatti, l'IoT è destinato a creare un vero e proprio ecosistema nel momento in cui gli strumenti e le risorse che lo costituiscono interagiscono per trasferire informazioni e dati [65]. La risorsa fondamentale generata dall'IoT, attraverso la digitalizzazione del mondo fisico, è rappresentata dai dati, che vengono raccolti in tempo reale dai sensori di cui sono dotati i dispositivi e che sono utilizzati per migliorare l'efficienza dei processi e la risoluzione dei problemi [27, 56, 98]. La raccolta e trasmissione dei dati è resa possibile da un sistema di sensori, attuatori e trasmettitori sempre più economici, piccoli e sofisticati grazie alla miniaturizzazione [27, 34, 67, 140]. Essi sono interconnessi attraverso trasmissioni wireless che assicurano lo scambio di informazioni e, associati a RFID tag e ai dispositivi mobili, interagiscono tra di loro e monitorano i processi operativi [65, 141]. Questi strumenti sono sostenuti da un software di rete che, introdotto nei macchinari e nei dispositivi, permette la comunicazione *'machine-to-machine'*, la manutenzione predittiva e il maggiore coinvolgimento del cliente nell'uso del prodotto [70]. Per poter funzionare però, tutti questi strumenti devono superare alcune delle sfide poste dal moltiplicare dei device interconnessi: l'interoperabilità, assicurata solo da standard comuni, che al momento sono ancora pochi, limitando la possibilità di interconnessione di componenti sviluppati in maniera indipendente da vendor diversi; l'*energy consumption*, dato che questi oggetti tipicamente sono alimentati a batteria, il cui uso deve essere dunque parsimonioso; la manutenzione e il costante aggiornamento, resi difficili dall'elevatissimo numero di *devices*.

L'utilizzo dei dispositivi e strumenti IoT comporta un cambiamento anche nelle competenze richieste alle risorse umane, poiché è fondamentale un livello di qualificazione dei lavoratori più elevato sia nello sviluppo di software

e nelle competenze IT sia in quelle di analisi, permettendo al lavoratore di passare da operatore a *problem solver* [142]. Perciò le imprese che investono nell'IoT si devono dotare di personale sempre più tecnico, come ingegneri, *data scientist* [133, 143] ed esperti nella gestione delle interfacce [65].

I prodotti

L'introduzione delle tecnologie dell'*Internet of things*, quali sensori, componenti che possono essere identificati e processori che elaborano informazioni e conoscenze, ha fatto emergere una nuova tipologia di prodotto, gli *smart product* [43, 64]. Essi hanno nuove funzionalità che permettono di monitorare lo stato dell'utilizzatore o del prodotto, di tracciarlo e di analizzare i dati raccolti [43, 44, 65], che possono essere offerti come nuovi prodotti servizi [64]. L'interconnessione dei prodotti attraverso l'IoT fa sì che i produttori possano conoscere le loro performance lungo tutto il ciclo di vita e utilizzarle per migliorare la capacità di gestione [85], per soddisfare le aspettative dei clienti e per identificare nuovi servizi [65]. Infatti l'IoT sta rivoluzionando anche il portafoglio prodotti e servizi delle imprese, con l'ampliamento della gamma dei prodotti e dei servizi che possono essere interconnessi, automatizzati o basati sui dati [64, 140]. Le nuove soluzioni di prodotto-servizio attivate dall'IoT industriale prevedono una personalizzazione grazie all'integrazione dei clienti nelle fasi di ingegnerizzazione e progettazione del prodotto e del servizio [142].

I clienti

La connessione creata dalle tecnologie IoT coinvolge anche i clienti, che vengono integrati nella *value chain* in modo collaborativo e interattivo [142]. L'IoT contribuisce a differenziare l'esperienza del consumatore che, grazie alla connessione con i prodotti può tracciare il loro intero ciclo di vita [34, 64, 65]. La tecnologia aiuta l'impresa a conoscere meglio il proprio cliente, raccogliendo dati e informazioni su questo tramite i prodotti, per identificare i suoi bisogni e raggiungerlo direttamente, offrendogli un'esperienza più appropriata alle sue esigenze e più personalizzata [37, 64, 112]. Attraverso le piattaforme e i sistemi cyber-fisici abilitati dall'IoT, il cliente entra in una rete di relazioni di scambio di dati e servizi diventando parte del processo di creazione del valore [38, 64].

I processi esterni

L'applicazione delle tecnologie dell'IoT ad ogni oggetto e l'integrazione di diversi dispositivi interconnessi semplifica i processi di spedizione, automatizzando le attività di smistamento dei prodotti sulla base del luogo di spedizione [77]. La convergenza del mondo fisico e di quello virtuale consente di automatizzare la logistica, di localizzare i prodotti nella fase di distribuzione e di ridurre i tempi di consegna [77], di erogare il servizi di manutenzione del prodotto, l'aggiornamento delle sue funzionalità in base delle esigenze del cliente e il monitoraggio da remoto.

I fornitori

Il blocco dei fornitori è tra quelli meno influenzati dalla tecnologia IoT secondo la letteratura considerata. Il *digital thread*, il cosiddetto 'filo digitale', abilitato dalla tecnologia IoT, permette di rendere la *value chain* integrata a partire dai fornitori fino ai clienti assicurando uno scambio di dati e informazioni in tempo reale [27, 38]. La tecnologia di connessione tramite Internet contribuisce alla creazione di reti di relazione con i fornitori, attraverso cui è più semplice comunicare e collaborare [38, 69, 142]. I nuovi fornitori di cui le imprese devono dotarsi per implementare l'IoT sono: fornitori di hardware e semiconduttori per la parte di sensori, tag RFID, video camere; fornitori di servizi di comunicazione e di *machine-to-machine communication* e integratori di sistema [70]. Questi fornitori devono specializzarsi su sistemi mirati, più intelligenti e maggiormente connessi.

La società

L'*Internet of things* contribuisce, con la connettività e condivisione di dati e servizi, a creare un ecosistema per la co-creazione del valore da parte di tutti gli stakeholder [38, 64]. I network realizzati dalle tecnologie IoT incorporano l'intero processo produttivo, andando oltre i confini aziendali e trasformando le fabbriche in ambienti sempre più smart [60].

2.6.3 L'impatto economico-finanziario

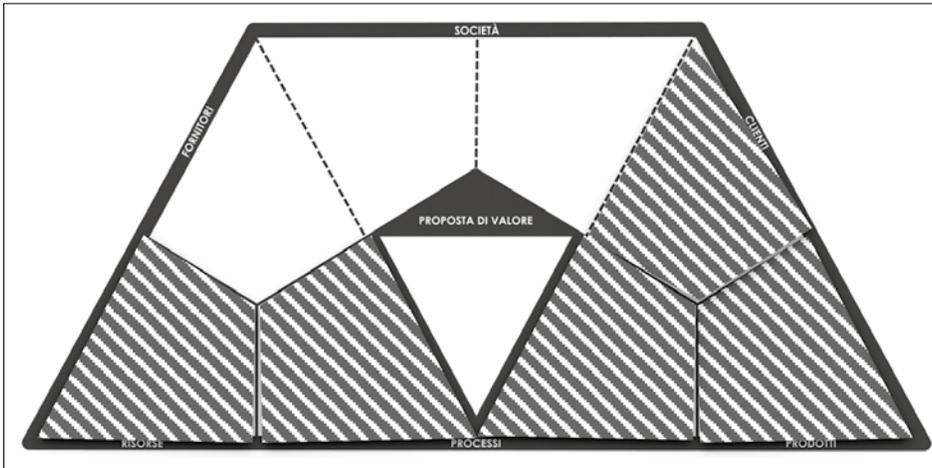
L'uso della tecnologia IoT come strumento per la manutenzione predittiva apporta benefici in termini di costi alle imprese poiché si riducono le ispezioni manuali a favore di quelle da remoto e, di conseguenza, la percentuale di fallimenti inaspettati [31, 47]. Inoltre la tecnologia costituita da sensori e attuatori porta ad una riduzione di costo nelle attività di raccolta e trasmissione dei dati [27], anche se l'enorme quantità di dati generati da queste tecnologie rende molto più complesso, e quindi costoso, il loro trattamento.

L'investimento crescente in tali tecnologie è giustificato anche da una crescita nella competitività per le imprese con un'attesa media di ricavi addizionali del 2%-3% per anno [140]. La combinazione della riduzione dei costi e dell'aumento di ricavi può contribuire ad una crescita del valore aggiunto più che proporzionale rispetto alla crescita degli investimenti: Davies [98] stima che il valore aggiunto derivante dall'adozione dell'IoT passerà dai 23 miliardi di dollari del 2012 a 1.300 miliardi di dollari nel 2020, con un ritorno sugli investimenti che passerà dal 13% del 2012 al 149% del 2020 [98].

2.6.4 Gli esempi

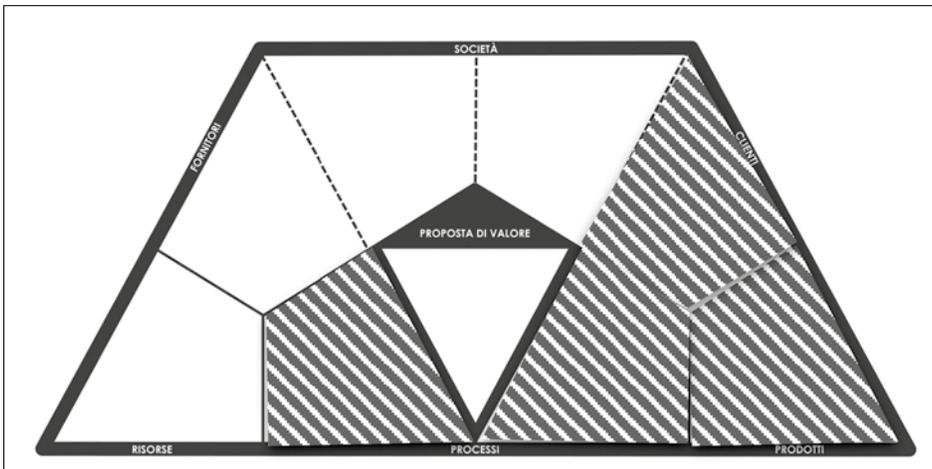
Il caso Cimbali

Cimbali, gruppo leader a livello mondiale nella produzione di macchine professionali per il caffè, ha avviato un progetto che ha portato alla '*macchina del caffè connessa*', che grazie a componenti comunicanti rende le macchine intelligenti, e quindi in grado di fornire informazioni per migliorare il servizio di assistenza post-vendita, di tracciare le prestazioni delle macchine e di offrire il servizio di manutenzione predittiva. Questo consente di garantire al cliente lo stesso livello di qualità del prodotto nel corso del tempo, in ogni condizione e in ogni luogo, anche a fronte di diversi carichi di lavoro. L'equipaggiamento delle macchine del caffè con l'IoT consente a Cimbali di geolocalizzarle e di ottenere informazioni in tempo reale su ciò che accade intorno a loro. Tutti i dati raccolti alimentano una piattaforma sviluppata dall'impresa, *PLAT.ONE Connected Coffee solution*, attraverso la quale è possibile offrire ai clienti funzioni avanzate come, ad esempio, il reintegro automatico delle scorte di caffè. Le informazioni contenute nella piattaforma consentono anche di analizzare in modo approfondito il mercato, ad esempio studiando i consumi di diverse tipologie di caffè per area geografica e per orario. Questo esempio mostra come risorse, processi, prodotti e clienti siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Cimbali.



Il caso Salvagnini

Salvagnini, impresa che si occupa della progettazione, produzione e vendita di macchine e sistemi flessibili per la lavorazione della lamiera, ha impiegato l'*Internet of things* per offrire ai propri clienti servizi complementari al suo prodotto e soddisfare così le diverse necessità di ciascun cliente per rispondere a esigenze di personalizzazione. La tecnologia permette di condividere i dati raccolti dai macchinari presso i clienti con l'impresa per prevenire problematiche e intervenire in modo mirato al fine di ridurre i fermi macchina e altre inefficienze. Questo esempio mostra come processi, prodotti e clienti siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Salvagnini.



2.7 I Big data & analytics

2.7.1 La descrizione

I Big data & analytics sono la settima tecnologia fondante la quarta rivoluzione industriale. Con Big data & analytics si intendono quelle tecnologie che supportano il processo di raccolta, organizzazione e analisi di grandi quantità di dati (*Big Data*) provenienti da una varietà di fonti diverse [36]. Queste tecnologie sono utilizzate per il trattamento di dati la cui dimensione è al di là della capacità degli strumenti tradizionalmente impiegati per memorizzarli, gestirli e analizzarli [144]. Il concetto di '*Big Data*' non è solo legato alla quantità delle informazioni, ma anche alla capacità computazionale di modelli per l'elaborazione dei dati in tempo reale [48]. Essi derivano dalla combinazione di innovazioni tecnologiche nel campo degli algoritmi e dei modelli previsionali [76, 145].

La sfida implicita di questa tecnologia risiede nel fatto che le imprese devono riuscire a gestire in modo efficiente l'enorme quantità di dati che raccolgono [57]. L'adozione di tecnologie del tipo Big data & analytics richiede la risoluzione di problematiche legate a quattro dimensioni fondamentali: il volume, dovuto anche alla capacità delle nuove tecnologie di raccogliere dati da diverse fonti; la velocità con cui questi vengono raccolti; la varietà intesa come eterogeneità dei dati stessi; e infine la veridicità, che riguarda l'attendibilità dei dati [73, 122].

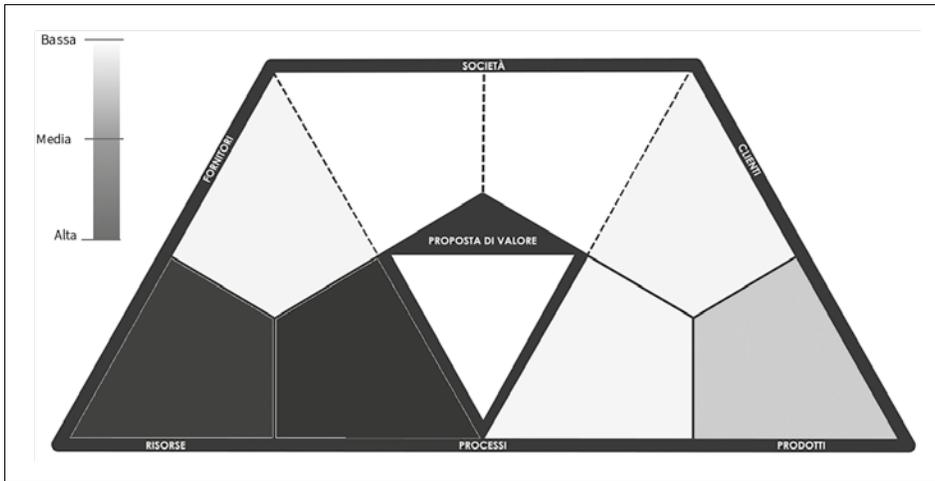
La gestione e l'analisi di una grossa mole di dati implica l'utilizzo di attrezzature con grande capacità di elaborazione dei dati (*high performance computing*) e dato l'elevato costo di queste attrezzature, le *Big Data Technologies* permettono un approccio diverso, investendo in un numero maggiore di sistemi meno performanti utilizzati in maniera distribuita. Esse infatti possono lavorare in parallelo utilizzando hardware di largo consumo e ottenere così alte prestazioni a basso costo oltre ad essere flessibili utilizzando ogni volta tanto hardware quanto necessario.

In questo contesto diventa fondamentale la *Data Science*, l'insieme dei principi metodologici basati sul metodo scientifico e delle tecniche multidisciplinari volto ad interpretare ed estrarre conoscenza dai dati [146, 147]. Essa permette di trattare sia dati strutturati che non strutturati e combina una serie di tecniche statistiche, matematiche, di programmazione e problem solving [146, 147]. All'interno della *Data Science* vi sono diversi ambiti, tra cui il *machine learning*, il *deep learning*, l'intelligenza artificiale (AI) e il *natural language processing* (NLP) [132, 146-149].

2.7.2 L'impatto sui building block

La impatto sui processi interni). riassume l'impatto dei Big data & analytics sui diversi elementi costitutivi del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura analizzata al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 17 Business model canvas e big data & analytics



Sulla base della ricerca condotta il blocco concettuale più soggetto a cambiamento è quello dei processi interni, seguito subito dopo dalle risorse. I *Big Data* sembrano invece avere un impatto molto basso su tutti gli altri blocchi. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

Come anticipato, dalla *literature review* condotta, il maggior impatto della tecnologia Big data & analytics sul business model delle imprese è emerso essere sui processi interni. Infatti, con l'aumento dei dati da gestire emergono nuovi processi di analisi, condivisione e archiviazione delle informazioni [27], nonché di raccolta tempestiva [144]. I processi di analisi svolti in tempo reale consentono di reagire prontamente ai cambiamenti nell'ambiente [122], di riconoscere e risolvere tempestivamente i problemi [98]. Le decisioni a livello operativo possono essere automatizzate grazie all'adozione di algoritmi e modelli statistici [57, 67] e del *machine learning*

[114, 149, 150]. Inoltre, la raccolta e l'analisi di una maggior quantità di dati permette di prendere decisioni in modo informato [147].

Nei processi di produzione i *Big Data* permettono di avviare manutenzioni predittive [76]. Infatti, i tempi di manutenzione ideali vengono pianificati sulla base delle informazioni acquisite [27]. I processi di monitoraggio degli impianti portano a una maggiore qualità dei processi [26, 42] e a una riduzione dei fermi macchina imprevisti [28].

Le risorse

I dati sono le principali risorse della tecnologia *Big Data* e vengono utilizzati per migliorare tutti i processi aziendali [65, 67, 76] e lo sviluppo e il funzionamento dei prodotti [55, 144]. Questi dati possono provenire sia da fonti interne all'impresa, come macchinari, linee produttive e sistemi di controllo e di gestione della produzione, sia da fornitori, clienti e altri attori della *value chain* [43]. Infatti, le informazioni ottenute dai clienti possono essere utilizzate per valutare e vendere prodotti e servizi mirati e personalizzati. [64]. Oggi i dati sono considerati una vera e propria materia prima dell'economia globale e, al contrario di altre materie prime, il loro volume è in continuo aumento [36].

Queste tecnologie migliorano il modo di operare delle risorse umane, che possono contare sulla solida base dati per analizzare e risolvere i problemi in modo più efficiente [32]. Tuttavia, per poter gestire la mole di informazioni sono necessarie competenze di data science [132], e cioè competenze in materia di software e algoritmi, e conoscenze dei metodi per analizzare, valutare, progettare e gestire sistemi, strutture e processi complessi [28]: diventa fondamentale una nuova figura, quella del *data scientist* [133, 143, 147], utile da un lato per comprendere le esigenze della realtà aziendale e, dall'altro, per identificare le tecnologie, nell'ambito del Big data & analytics, più opportune per soddisfarle [65, 143, 149].

I prodotti

I *Big Data* possono essere utilizzati per creare una nuova generazione di prodotti e servizi [32, 144]. Essi saranno sempre più personalizzati in base alle esigenze del cliente [36, 67]. Questi prodotti personalizzati generalmente consentono margini più alti rispetto alle offerte di massa [67].

Gli *smart products* sono in grado di monitorare sé stessi e l'ambiente circostante, riportando dati e informazioni in tempo reale [40]: quindi il prodotto diventa esso stesso un veicolo di informazioni lungo la catena del valore [40]. Attraverso il monitoraggio di questi dati i prodotti assumono maggior autonomia operativa, auto-coordinamento e auto-diagnosi [52].

In generale, le tecnologie Big data & analytics consentono alle imprese di raggiungere un livello di analisi su una grande quantità di dati tale, da poter offrire servizi personalizzati e adattati ad ogni singolo utente, che prima non erano possibili con i sistemi e le operazioni tradizionali.

I clienti

I dati raccolti sull'utilizzo del prodotto da parte dei clienti e l'applicazione dei Big data & analytics consentono di comprendere le abitudini e le esigenze del cliente [67, 90, 123] e di anticipare le sue richieste [67, 144]. Quindi il cliente diventa l'elemento centrale, con un miglioramento delle relazioni [67] e una maggiore fidelizzazione verso l'impresa [67].

I fornitori

L'adozione della tecnologia Big data & analytics richiede tre categorie di fornitori: i fornitori di hardware e semiconduttori, che apportano materiali per la raccolta di dati, come sensori, unità GPS, tag RFID, video camere e cioè dispositivi *Internet of things*; fornitori di servizi di comunicazione, compresi i cloud provider e i provider di servizi *machine-to-machine* [116]; e infine integratori di sistemi [70].

I processi esterni

La tecnologia Big data & analytics velocizza i processi di distribuzione dei nuovi prodotti e servizi [34]. Infatti, i *Big Data* permettono di ottimizzare i tempi di consegna, l'utilizzazione delle risorse e la copertura geografica nei processi logistici [151]. I *Big Data* trasformano anche i canali attraverso cui l'impresa si rivolge ai clienti [152]. Con i dati e le loro analisi attraverso algoritmi sofisticati, i processi di comunicazione diventano più efficaci data la possibilità di targettizzare la pubblicità sulla base delle informazioni sui consumatori, che vanno oltre le mere abitudini di acquisto [152-154]. Le nuove tecnologie permettono di estrarre e utilizzare i dati dei social, come click, like, condivisioni di pagine web [154].

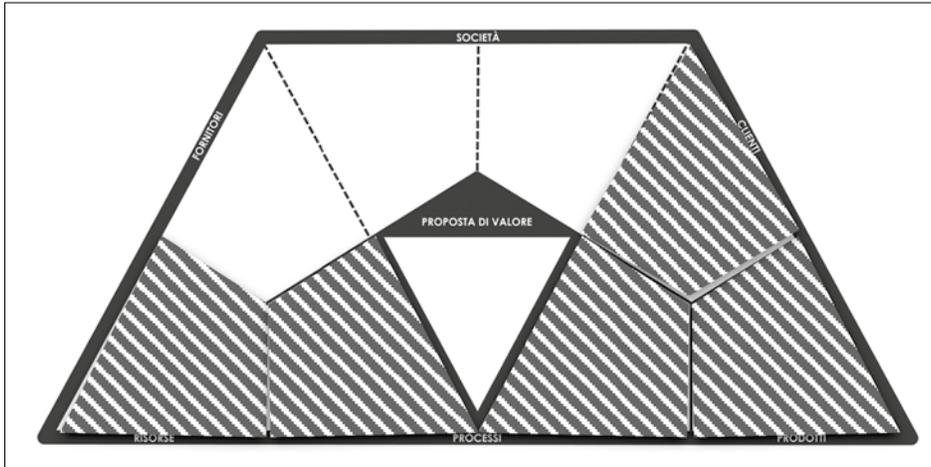
2.7.3 L'impatto economico-finanziario

L'impatto economico-finanziario della tecnologia Big data & analytics è duplice. Dal lato dei costi, le analisi avanzate permesse dalla tecnologia portano ad una riduzione degli errori nei processi produttivi e una conseguente diminuzione dei costi [144]. Dal lato dei ricavi, i dati possono essere monetizzati sia in modo diretto, attraverso la vendita, sia in modo indiretto attraverso il loro sfruttamento per il miglioramento dei processi e dei prodotti [38].

2.7.4 Gli esempi

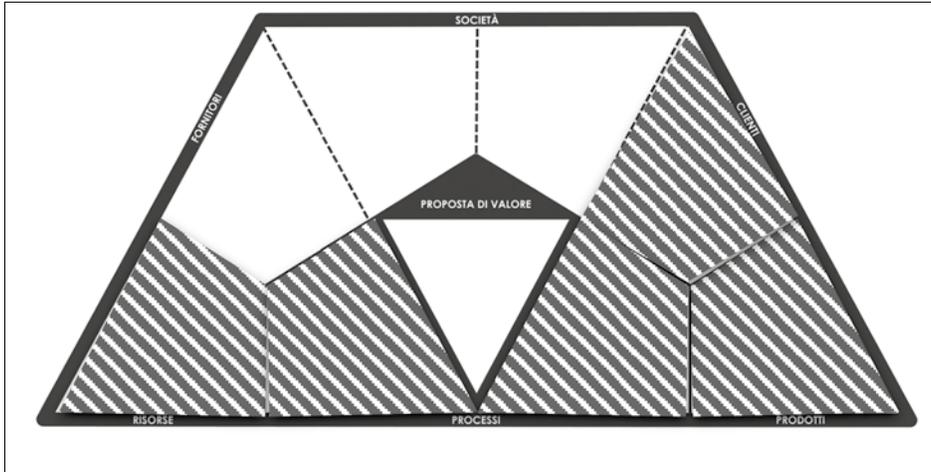
Il caso DHL

DHL, leader mondiale del settore della logistica e delle spedizioni, ha introdotto 'Resilience360', uno strumento progettato per la gestione del rischio nella *value chain* [73]. Attraverso la raccolta e la valutazione dei dati è possibile, non solo proteggere la *supply chain*, ma anche migliorare la sua efficienza. Questo strumento garantisce l'assenza di interruzioni nelle *operations* con un conseguente aumento della soddisfazione dei clienti. DHL ha così ottenuto un incremento dell'efficienza operativa [73]. Con i *Big Data*, DHL è riuscita a ottimizzare l'utilizzo delle risorse e a migliorare la pianificazione della capacità produttiva: le informazioni in tempo reale sulle spedizioni vengono aggregate per prevedere l'allocazione delle risorse per le 48 ore successive [151]. Questi dati vengono automaticamente estratti dai sistemi di gestione dei magazzini e dai sensori lungo la catena di trasporto. L'utilizzo intelligente dei dati provenienti da diverse fonti ha permesso a DHL di identificare i clienti a maggior valore aggiunto e di valutare la loro soddisfazione. Da queste analisi è scaturito un miglioramento dei servizi offerti da DHL e un'innovazione del portafoglio prodotti [151]. Questo esempio mostra come risorse, processi, prodotti e clienti siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da DHL.



Il caso Amadori

Amadori, una delle principali imprese europee di produzione e commercializzazione di carni avicole, ha adottato un sistema di business intelligence, che prevede un'analisi quantitativa dei dati sui tradizionali sistemi di business intelligence e un'analisi dei dati destrutturati raccolti sul web [155]. Questo ha permesso di ottimizzare l'identificazione di nuovi trend di mercato e focalizzare meglio gli investimenti dell'area marketing [155]. Il Gruppo Amadori utilizza una soluzione di web monitoring personalizzata per raccogliere informazioni sui clienti e sui prodotti dal web. L'impresa può così raccogliere feedback sulla percezione che il consumatore ha del prodotto in modo da supportare il processo interno di ricerca e sviluppo e per creare campagne di comunicazione mirate [155]. Queste informazioni vengono sfruttate per avviare processi di miglioramento del prodotto e per conoscere il posizionamento del *brand* sul web [155].



2.8 La cyber security

2.8.1 La descrizione

La cyber security è la ottava tecnologia fondante la rivoluzione dell'Industria 4.0. La crescente condivisione di dati tra device sempre più connessi accresce l'esigenza, in impresa, di proteggere i sistemi di produzione e la rete informatica da potenziali minacce [107]. Il compito principale, quindi, della cyber security è la protezione e la tutela delle imprese dai rischi derivanti dal cyberspace, quel complesso ecosistema di interazione di persone, software e servizi con le tecnologie, i dispositivi e le reti Internet [156, 157]; in particolare la cyber security protegge sia fisici (Cyber-Physical Systems, Infrastrutture Critiche come i trasporti etc.) ma anche e soprattutto digitali, quali tutte le informazioni trattate in maniera digitale/automatica da sistemi informativi.

Il numero senza precedenti di computer, dispositivi e macchine interconnesse tra loro permesso dall'IoT ha fatto sorgere moltissime vulnerabilità [157]. Vi è quindi la necessità di proteggere i dispositivi e i dati dalle forze distruttive (sia intenzionali che non) e dalle azioni indesiderate di utenti non autorizzati [69]. Le misure di sicurezza della cyber security riguardano la riservatezza dei dati attraverso la limitazione dell'accesso a questi, la loro integrità e disponibilità [60].

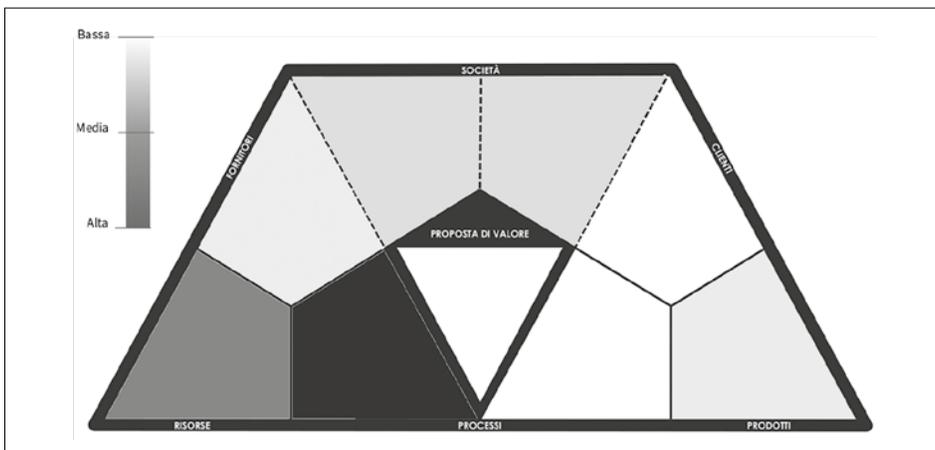
Nel 2016 si è arrivati a contare più di 1 milione di attacchi informatici ogni giorno [158] tanto da associare questo fenomeno al raffreddore, ma con conseguenze molto più pesanti e costose [69]. Si riscontra una differenza nella tipologia di attacchi cyber a seconda della dimensione delle imprese: le

piccole sono maggiormente esposte a minacce esterne come furti di IP, furti di identità, mentre quelle di medio-grandi dimensioni ad attacchi interni (con attacchi diretti da parte dei dipendenti), compromissione di server, intrusioni in basi di dati, truffe del tipo *phishing* e *pharming* [50], che potrebbero minare la business *continuity* e generare danni in termini di perdita di reputazione.

2.8.2 L'impatto sui building block

La figura 6 riassume l'impatto della cyber security sui diversi elementi costitutivi del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 18 Business model canvas e cyber security



Dalla ricerca condotta è emerso che la cyber security comporta nuovi processi interni, e un cambiamento nelle risorse. Sugli altri blocchi la cyber security ha un impatto marginale. Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

Per proteggersi dal rischio informatico l'impresa deve potenziare i processi di gestione del rischio [156] attraverso azioni ponderate in linea con gli da proteggere e con mutamenti organizzativi, ambientali e tecnologici che coinvolgono l'impresa [156]. Il processo inizia con valutazioni sistemiche ed un monitoraggio continuo delle minacce [156] attraverso un'analisi continua delle informazioni, al fine di individuare le probabilità di accadimento

dei rischi [156], e la simulazione di attacchi per addestrare i dipendenti ad identificarli ed affrontarli in modo tempestivo [50]. Per limitare il rischio di incidenti informatici, le imprese devono predisporre standard e framework per la protezione delle reti, dei dati e dei dispositivi da intrusioni non autorizzate [93]. A questo si aggiungono poi normative e regolamenti relativi alla sicurezza digitale, come ad esempio la recente normativa europea sulla protezione della privacy (*General Data Protection Regulation*), a cui l'impresa deve essere conforme.

Le risorse

I dati sensibili devono essere protetti dal momento in cui vengono raccolti fino a quando vengono archiviati: si tratta di una sfida complessa che le imprese devono affrontare e richiede investimento di tempo, talenti e finanziamenti [50]. Anche i dipendenti devono collaborare al fine di proteggere i dati quindi è essenziale che possiedano capacità, competenze e che siano adeguatamente consapevoli delle loro responsabilità per contribuire a mitigare i rischi informatici [50]. Oltre ai dipendenti, anche il CEO e il CFO devono essere istruiti sui rischi e le minacce [50].

La società

La sensibilità dei dati e il crescente rischio di attacchi cyber ha fatto sorgere nel tempo enti istituzionali, quali il CERT, l'Intelligence e la Polizia Postale [156], per collaborare con le imprese al fine di prevenire e contrastare le minacce [69, 156].

I prodotti

La crescente integrazione lungo la *value chain* richiede maggiore sicurezza cyber anche sul lato prodotti [60]. Infatti, dato che questi sono connessi e sono in grado di memorizzare e trasmettere dati riservati, devono garantire la sicurezza di questi processi [52]. Il metodo più impiegato per proteggere i dispositivi e i dati sensibili da accessi non autorizzati è l'autenticazione (anche a più fattori); un ulteriore livello di protezione nello storage è la crittografia, che si rende necessaria quando i dati sono fuori dal sistema (ad esempio trasmessi in rete [50, 90]).

Un esempio è quello delle imprese dell'automotive, che stanno inserendo molte tecnologie di cyber security a livello di prodotto (automobile), dato che i primi attacchi dimostrativi hanno provato come un attacco cyber possa alterare i sistemi di guida.

I fornitori

Spesso il rischio informatico aumenta a causa dei fornitori, che non applicano i requisiti di sicurezza della rete. Generalmente sono i produttori di componenti hardware, gli sviluppatori di software e i fornitori di servizi IT [50, 158]. Per questo motivo i fornitori devono essere selezionati e monitorati con attenzione e deve esserci con loro un confronto continuo sulla gestione e il monitoraggio dei principali rischi informatici [50, 158].

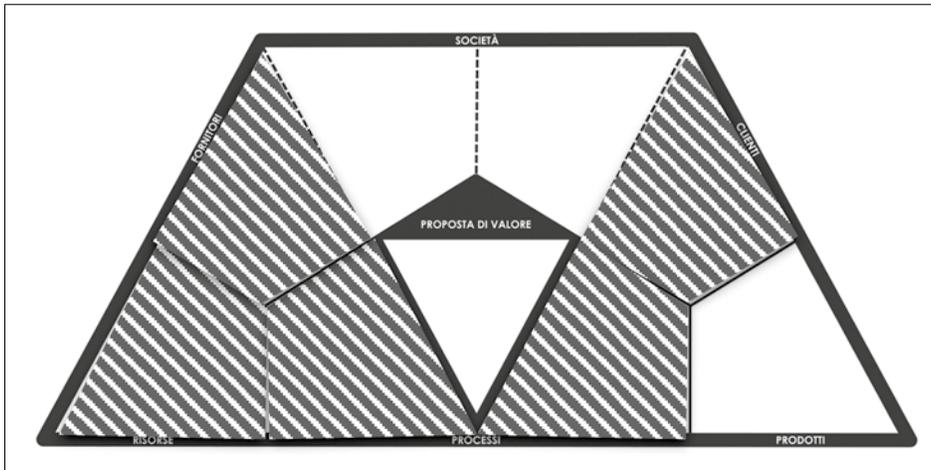
2.8.3 L'impatto economico-finanziario

Il principale beneficio economico dell'introduzione di tecnologie di cyber security è legato agli elevati costi di non protezione derivanti dalla chiusura di impianti di produzione e dai danni reputazionali in caso di minacce informatiche reali o sospette [60, 156], oltre alle responsabilità in sede civile e penale nei confronti di clienti e fornitori. Un attacco cyber può addirittura compromettere l'esistenza stessa dell'impresa; infatti, nel caso in cui l'attacco si rivolga alle infrastrutture critiche dell'impresa, come gli impianti di produzione, questi potrebbero essere danneggiati, bloccati per diverso tempo e quindi compromettere la *business continuity*, o perfino mettere in pericolo oggetti e persone.

2.8.4 Gli esempi

Il caso Campari

Campari, gruppo leader nel settore premium spirit, aveva necessità di garantire la sicurezza dei propri processi interni; per questo motivo ha adottato un sistema di cyber security, che permette di rilevare e rispondere in modo automatico alle minacce informatiche. Si tratta di uno strumento di Intelligenza Artificiale in grado di sostituire il lavoro umano nei compiti ripetitivi di individuazione e di risposta alle minacce cyber. Questo ha permesso di alleggerire il carico di lavoro del personale, che quindi può dedicare maggiore tempo e risorse alle decisioni strategiche e di alto livello. L'*Enterprise Immune System* ha permesso di controllare le molteplici vulnerabilità della rete lungo tutta la complessa e articolata *value chain* di Campari, permettendo di preservare la sua reputazione.

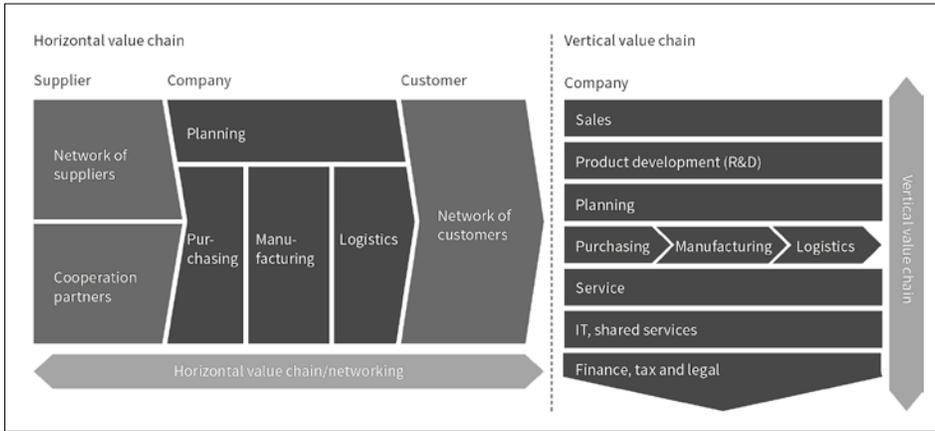


2.9 L'integrazione sistematica verticale e orizzontale

2.9.1 La descrizione

L'integrazione sistemica verticale e orizzontale costituisce la nona tecnologia della quarta rivoluzione industriale. L'Industria 4.0 richiede infatti una maggiore integrazione dei processi lungo la catena del valore. Si possono individuare due tipi di integrazione: orizzontale e verticale [66]. Per integrazione sistematica verticale e orizzontale si intende l'integrazione dei dati e dei sistemi lungo tutta la catena del valore, in questo modo tutti i reparti e le funzioni aziendali diventano parte di un unico sistema integrato [107]. In particolare, l'integrazione orizzontale fa riferimento a generazione di reti di creazione di valore che prevede l'integrazione di diversi agenti come partner commerciali e clienti, modelli di business e di cooperazione. Quella verticale, invece, riguarda sistemi di produzione intelligenti ad esempio fabbriche e prodotti intelligenti, networking di logistica smart, produzione, commercializzazione e servizi [66]. L'integrazione verticale di sottosistemi gerarchici porta alla creazione della fabbrica intelligente, la quale a sua volta supporta l'integrazione orizzontale attraverso reti di valore [68].

Figura 19 Integrazione orizzontale e verticale

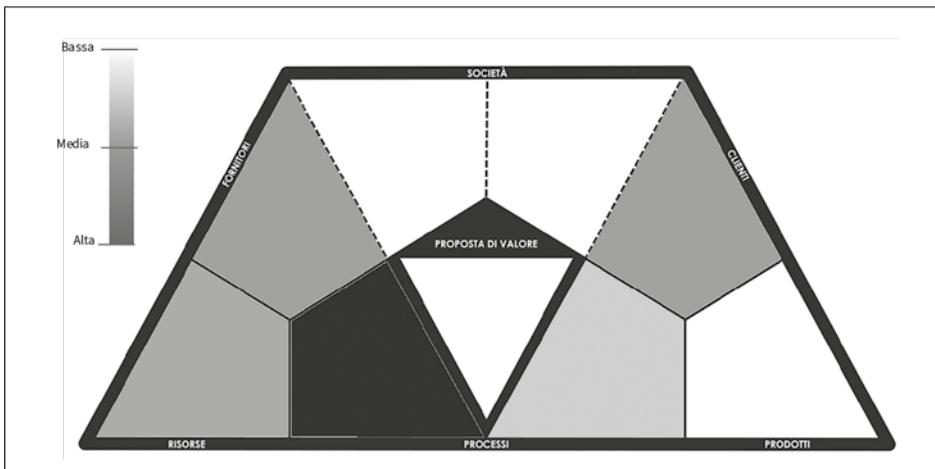


Fonte: PWC, 2014 [140]

2.9.2 L'impatto sui building block

La figura 20 riassume l'impatto dell'integrazione sistematica verticale e orizzontale sui diversi building block del modello di business. L'intensità di grigio di ogni building block è associata all'importanza riconosciuta dalla letteratura al cambiamento dovuto allo sviluppo della tecnologia (es. elevato impatto sui processi interni).

Figura 20 Business model canvas e integrazione sistematica verticale e orizzontale



Sulla base della ricerca condotta, il blocco concettuale più soggetto a cambiamento è quello dei processi interni, seguito poi da clienti, fornitori e risorse. L'integrazione sembra invece avere un impatto quasi irrilevante su processi esterni, società e prodotti.

Di seguito verranno brevemente descritti i diversi blocchi che compongono il business model.

I processi interni

L'integrazione dei processi attraverso la condivisione di dati e di conoscenza, rende il sistema più funzionale e capace, in ogni sua singola fase, di creare valore aggiunto [27, 40]. Inoltre permette di ridurre il rischio di perdita delle informazioni attraverso un sistema di trasferimento efficiente dei dati [27], che vengono analizzati e impiegati a fini decisionali. Le conoscenze così generate possono essere sfruttate per controllare in modo flessibile i dispositivi lungo tutto il processo di generazione del valore [37] con una maggiore integrazione e interazione tra i cosiddetti *smart objects*, *smart services* and *smart networks* [40].

I clienti

L'integrazione orizzontale agevola i rapporti con i clienti, rendendoli più stretti e intensi; in questo modo i clienti diventano partner chiave di collaborazione per le imprese [142]. Questa maggiore interazione consente di individuare le esigenze dell'utente finale e di migliorarne la soddisfazione in quanto, attraverso la digitalizzazione della catena del valore, si crea un flusso di informazioni unico tra tutti i soggetti della catena del valore [140].

I fornitori

Come i clienti, anche i fornitori assumono un ruolo importante nella catena del valore. Grazie alle tecnologie di integrazione orizzontale essi sono inseriti digitalmente nel processo produttivo [140]. Si genera un flusso di informazioni in tempo reale [90] che collega i fornitori a tutti gli altri attori della catena del valore [27, 38, 47].

Le risorse

Con l'integrazione orizzontale e verticale, macchine, sistemi, impianti, vengono connessi tra di loro e con clienti e fornitori per creare reti intelligenti lungo la catena del valore [38, 93]. Le macchine intelligenti formano un sistema auto-organizzato che può essere riconfigurato velocemente

per adattarsi a diversi tipi di prodotto, facilitando anche la loro personalizzazione [68, 93]. Le grandi quantità di dati raccolti diventano una risorsa fondamentale per l'intero sistema-impresa [93].

I processi esterni

Anche i processi esterni sono soggetti a cambiamento da parte dell'integrazione. In particolar modo le attività di logistica in uscita, vengono rese più efficaci dalla condivisione di dati che collegano l'impresa al cliente [67, 77, 140].

2.9.3 L'impatto economico-finanziario

L'impatto economico che si ottiene dall'integrazione è attribuibile principalmente alla diminuzione dei costi operativi a seguito del miglioramento dei tempi di produzione e della qualità dei prodotti [140]. Le tecnologie e gli strumenti 4.0 possono consentire modalità di generazione di valore diverse rispetto al passato.

2.9.4 Gli esempi

Il caso Continental Tire

Continental Tire, produttrice e distributrice di pneumatici, a causa delle problematiche nella produzione e nella *supply chain*, sia a monte che a valle, ha introdotto un sistema di tecnologie che gli ha consentito di integrare completamente i suoi processi. Questo permette una visione più ampia dell'intera *supply chain* e, quindi, il suo diretto controllo grazie alle connessioni in tempo reale con i clienti e i fornitori [90]. L'impresa è riuscita a migliorare la soddisfazione dei clienti riuscendo a rispettare gli impegni con il cliente e l'evasione degli ordini. Questo esempio mostra come processi, fornitori e clienti siano i building block maggiormente influenzati dagli investimenti fatti da Continental Tire.