



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Gestionale

Industry 4.0 e Covid19: studiare la relazione tra le tecnologie abilitanti dell'I4.0 e la pandemia attualmente in corso

Industry 4.0 and Covid19: studying the relationship between I4.0 enabling technologies and the pandemic currently in progress

Relatore: Chiar.mo

Prof. Maurizio Bevilacqua

Correlatore: Chiar.mo

Prof. Giulio Marcucci

Tesi di Laurea di:

Viviana Dottore

A.A. 2019 / 2020

È il viaggio che conta, non la destinazione

Sommario

Introduzione	4
Capitolo 1	5
Le tecnologie 4.0 applicate nella battaglia al covid19	5
Settori più colpiti dalla pandemia	7
Strategie aziendali	8
Planning aziendale	9
Obiettivi del settore manifatturiero.	9
Capitolo 2	10
Industria 4.0: i pilastri	10
Big data Analytics	11
Interne of Things (IoT)	13
Cybersecurity	14
Cloud	15
Manifattura Additiva	16
Robotica	17
Simulazione	18
Realtà Aumentata (AR)	19
Capitolo 3	20
Effetti del covid19	20
Nuovi modelli di business: servitization	20
Ripercussione sulle supply chain	21
Capitolo 4	22
Protagonisti del periodo	22
e-commerce	22
Remotizzazione	26
Smart working	26
Capitolo 5	29
Obiettivi e quesiti di ricerca	29
Questionario	29
Literature review	31
Capitolo 6	36
Conclusioni	36
Appendice	38

Introduzione

La malattia respiratoria Coronavirus (Covid19) ancora oggi in corso, causata dal virus SARS-CoV-2, è stata identificata per la prima volta nel dicembre 2019 nella città cinese di Wuhan e successivamente, nell'11 marzo 2020 è stata dichiarata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) una pandemia globale. Già prima di essere definita una pandemia mondiale, il Covid19 si era largamente diffuso in Europa per poi espandersi rapidamente nel resto del mondo. È in atto una crisi umana e sanitaria mai vista; ha colpito milioni di persone e ne ha causato la morte di più di 2 milioni di persone in tutto il globo. I governi di tutto il mondo hanno adottato strategie di inibizione per contrastare la diffusione del virus facendo affidamento sull'istituzione di lockdown, sul distanziamento sociale, sulla diffusione di dispositivi di protezione individuali; tali restrizioni hanno portato i governi a chiudere le frontiere sia nazionali che internazionali per evitare di aggravare i livelli di resilienza delle istituzioni sanitarie. Di conseguenza l'impatto a breve termine sull'economia mondiale, sui consumi, sugli investimenti tecnologici, sulle catene di approvvigionamento globali è di una portata mai vista. L'impatto a lungo termine rimane ancora oggi incerto¹ a causa dell'effetto a catena che si diffonde, a causa anche della mancanza di strategie già testate che possono con successo guidare le supply chain verso una resilienza e una ripresa dei livelli di business pre-pandemia e soprattutto per il grande senso di incertezza che si lascia dietro questa disruption senza precedenti. Di vitale importanza per le imprese è la costruzione di supply chain resilienti o nel caso la fortificazione di quelle già esistenti, in modo da poter affrontare le gravi interruzioni con efficaci piani di gestione del rischio.

Proprio durante questa pandemia si stanno evidenziando i benefici derivanti dagli investimenti progressi in ambito Industria 4.0 e nella digitalizzazione dei processi. Industry 4.0 è un paradigma che scaturisce direttamente dalla quarta rivoluzione industriale e che sta portando alla produzione industriale del tutto automatizzata, interconnessa, flessibile e digitale. Le nuove tecnologie digitali avranno un impatto profondo nell'ambito di quattro direttrici di sviluppo: la prima riguarda l'utilizzo dei dati, la potenza di calcolo e la connettività, e si declina in Big Data, Internet of Things, Cloud Computing e Digital Twin per la centralizzazione delle informazioni e la loro conservazione. La seconda è quella degli Analytics: una volta raccolti i dati, bisogna ricavarne valore ed è possibile tramite l'attività di machine learning, cioè dalle macchine che perfezionano la loro resa imparando dai dati via via raccolti e analizzati. La terza direttrice di sviluppo è l'interazione tra uomo e macchina, che coinvolge le interfacce touch, sempre più diffuse, e la Realtà Aumentata. Infine, c'è tutto il settore che si occupa del passaggio dal digitale al reale e che comprende la Manifattura Additiva con la stampa 3D, la robotica, le comunicazioni e le nuove

tecnologie per immagazzinare e utilizzare l'energia in modo mirato, razionalizzando i costi e ottimizzando le prestazioni². Le tecnologie dell'industria 4.0 stavano già trasformando i rapporti tra consumatore e produttore e tra imprese e sistemi di produzione ma con la diffusione della pandemia sembra che il processo di digitalizzazione delle aziende abbia subito una forte accelerazione. Pertanto, vedremo se le tecnologie abilitanti l'Industry 4.0 hanno aiutato le supply chain a mitigare gli effetti del Covid19 nel breve periodo e, se sì, in che modo e, come il trend positivo di evoluzione del paradigma 4.0 si ripercuote sulla costruzione di un new normal. Il paradigma 4.0 nel corso degli anni si è sempre più perfezionato e definito, a partire dalla sua nascita che avvenne nel 2011 nella fiera di Hannover in Germania. Da allora il concetto di mercato del lavoro è cambiato nascono nuove professionalità, che affiancano le esistenti e talvolta le sostituiscono ma che soprattutto permettono di realizzare il salto di qualità promesso da Industry 4.0. Il periodo storico segnato dalla pandemia e Industry 4.0 aprono le porte a nuove competenze e abilità; sono sempre più importanti senso critico e creatività³ sia per affrontare le sfide e, coglierne i benefici, sia per stare al passo della rapida evoluzione tecnologica. Essere 4.0 ai tempi del covid19 significa adottare le tecnologie digitali che oltre a creare resilienza e competitività dovranno farlo in sicurezza e soprattutto in uno scenario di grande incertezza. Nonostante il covid19 abbia destabilizzato la maggior parte delle aziende italiane, il 60% di esse ha saputo reagire alla crisi grazie agli investimenti nel digitale introdotti già da tempo.⁴ La restante parte delle aziende si è trovata in difficoltà maggiori ed è rimasta un passo indietro alle realtà che si sono dimostrate più strutturate, ad esclusione di quelle aziende che non sono riuscite a sopravvivere. Mentre le imprese che mostrano un elevato grado di resilienza hanno intrapreso o stanno valutando la possibilità di riconvertire la produzione su altri settori.⁴ In ogni caso anche quando la pandemia sarà alle spalle, possa questo essere un monito per le aziende nel proseguire e accelerare la completa digitalizzazione di strutture e servizi perché rende le realtà manifatturiere più competitive e flessibili anche in occasione di eventuali future crisi.

Capitolo 1

Le tecnologie 4.0 applicate nella battaglia al covid19

Immane sono state le applicazioni delle tecnologie 4.0 nel combattere la pandemia. Molte realtà manifatturiere durante il periodo di lockdown hanno riconvertito rapidamente la produzione approdando nel settore sanitario per contribuire alla fornitura dei dispositivi medici. Oggi dotarsi di mascherina è semplice, ma trovarla nelle prime settimane della crisi era praticamente impossibile;

quel che valeva per le mascherine, era altrettanto valido per una vasta gamma di oggetti: valvole per sistemi medici, strumentistica, attrezzature da campo, visiere protettive ed altri accessori di prevenzione igienica. A fronte di questa carenza, da molteplici aziende c'è stata una gara di solidarietà e ingegno, per sostenere le strutture sanitarie e i loro fornitori. Una corsa che ha avuto un protagonista ben definito: la manifattura additiva che si è servita della stampa 3D.⁵ Le tecnologie proprie dell'industria 4.0, come Big Data Analytics, il cloud IoT, l'intelligenza artificiale IA, la robotica collaborativa e i Digital Twin possono migliorare la messa in campo di strategie per combattere la lotta al Covid19; IoT fornisce una piattaforma che consente alle istituzioni di salute pubblica di monitorare la pandemia come mettere a disposizione in tempo reale il numero di persone infette a livello mondiale, inclusi i dati sulle vittime e sui guariti; gli strumenti IoT possono misurare a distanza parametri come saturazione e temperatura, evitando ricoveri non necessari nel caso di sintomi lievi e permettono di allestire cliniche virtuali che utilizzino strumenti di telemedicina e diagnosi a distanza. I Big Data forniscono modelli per lo studio dell'attività virale e per guidare le scelte in tempo reale di scienziati, medici, politici e istituzioni mediche dei singoli paesi in fatto di salute pubblica, potendo anche coordinare le azioni di interi continenti; gli algoritmi di AI e Deep Learning possono migliorare la diagnosi del Covid-19, quindi essere impiegati per uno screening iniziale dei casi sospetti, limitando i test più approfonditi solo agli individui ad alto rischio; possono aiutare i medici nel triage, permettendo di dividere i pazienti in tre gruppi: pazienti con sintomi lievi, moderati e pazienti con sintomi severi e che è addirittura a rischio di vita. L'Intelligenza Artificiale può rivelarsi utile anche nella farmaceutica per l'identificazione di nuovi farmaci e vaccini o, nella gestione di macchinari e personale medico per allocarli in modo efficace e veloce all'interno degli ospedali laddove essi sono necessari. L'impiego di blockchain permette di tracciare e monitorare non solo la consegna a domicilio dei farmaci necessari, ma anche le loro scorte e, la messa a disposizione di una chatbot può ad esempio dare consigli o effettuare un primo livello di diagnosi liberando il medico da quell'onere e permettendogli di dedicarsi ad attività in cui è indispensabile⁶. I robot si sono rivelati utili ad esempio per la sanificazione degli ambienti, maneggiando al posto dell'essere umano sostanze disinfestanti come l'ozono che generano dei rischi per la salute⁷ degli operatori e nonostante il contagio possa avvenire anche dal contatto con superfici contaminate un altro vantaggio dei robot, quindi, è la semplicità di disinfezione in quanto possono essere disinfettati ponendoli per 5-10 minuti sotto luce ultravioletta; si crea così un procedimento sicuro, rapido ed economico per la disinfezione delle superfici esposte al virus. I robot potrebbero velocizzare il processo di esecuzione di tamponi in sicurezza, lasciando il tempo al

personale sanitario di svolgere altri compiti; affidando loro compiti semplici negli ospedali o anche nelle farmacie e in altri luoghi dove ora c'è un contatto diretto tra personale sanitario e soggetti potenzialmente infettati si riduce esponenzialmente il rischio di contagio. Attraverso le smart supply chain è possibile rifornire in tempi brevi il settore medico e con un solido sistema logistico si può curare la distribuzione di beni di prima necessità e il trattamento dei rifiuti contaminati⁸. L'insieme dei Gemelli Digitali di ciascuno di noi comporrà un quadro completo della situazione sanitaria, mettendo le autorità in condizione di operare con efficacia a livello di sorveglianza e per l'intervento sui flussi epidemici⁹. Molte aziende grazie all'introduzione dei Gemelli Digitali hanno potuto acquisire il processo di produzione di molti dispositivi medici presso gli impianti produttivi che rifornivano storicamente la sanità e trasferirli ai propri impianti riconvertiti; sfruttando la potenza della Realtà Aumentata si riesce a minimizzare i tempi di start-up riuscendo a fornire dispositivi conformi ai requisiti medici nei volumi richiesti, pur garantendo al personale la salvaguardia dal contagio. Il Covid19 ha creato molte opportunità soprattutto a coloro che da tempo hanno investito in telemedicina ma che fino ad un anno fa avevano tra le mani un progetto o un'idea rimasta all'oscuro e inascoltata. È pertanto fondamentale che anche l'industria medica abbracci il paradigma delle tecnologie 4.0 creando così un sistema medico intelligente innovato e flessibile in modo da poter contrastare la diffusione di eventuali pandemie future.

Settori più colpiti dalla pandemia

L'Italia è stata una delle prime nazioni colpite dalla pandemia. Il periodo del lockdown ha impattato sulla totalità delle aziende italiane ma ci sono state ripercussioni più aggressive su molti settori. Maggiormente colpiti sono sicuramente quelli dei mezzi di trasporto e della logistica, settori che hanno visto un calo del fatturato del 7.6%. Altra industria duramente colpita è quella cinematografica e in generale dello spettacolo con perdite del 65%. Un settore leader nel nostro paese è sicuramente quello del turismo uno dei più colpiti del paese, che potremmo definire un'industria vera e propria in quanto sono legate ad essa numerose realtà tra cui il trasporto aereo per il quale si stima un calo del 50%, piattaforme web, strutture alberghiere e agenzie viaggi sulle quali si avrà una riduzione di fatturato del 43%, musei, ristorazione. Anche il settore della ristorazione ha subito un arresto con una perdita di fatturato di almeno 33%¹⁰. In calo di oltre il 20% del fatturato il settore metallurgico, dei prodotti in metallo e da costruzione e degli elettrodomestici¹¹ che però stanno assistendo ad un rialzo della domanda soprattutto in un periodo in cui l'ambiente domestico è più vissuto anche per motivi lavorativi e grazie soprattutto agli incentivi messi a disposizione dallo stato per la riqualifica delle abitazioni¹². Critica la situazione anche per il consumo di beni durevoli e semi-durevoli che

vedono una riduzione dei ricavi del 30%¹¹, e soprattutto crisi per il settore tessile-abbigliamento che vede una riduzione dei ricavi del 30%¹³. Però, nonostante la crisi si potrebbe verificare un fenomeno particolare; i consumatori il cui livello di risparmio non è stato intaccato dalla crisi potrebbero vivere, nei passi verso una progressiva e parziale riapertura, una fase di revenge shopping: potrebbero desiderare di compensare i consumi di cui si sono dovuti privare con un incremento di fashion e luxury¹⁴¹⁵. Un'altra delle industrie leader del nostro paese è quella dell'automotiv per la quale si stima un crollo del fatturato del 37%¹¹ ma grazie agli incentivi si prevede una piccola crescita del numero di nuove immatricolazioni¹². D'altro canto, vi sono diverse realtà produttive che al contrario hanno vissuto un'evoluzione positiva come quella chimica farmaceutica con il +4% dovuta alla domanda domestica di farmaci per il trattamento del Covid19 e alla richiesta di prodotti igienizzanti¹²; quello alimentare grazie all'aumento dei consumi domestici¹²¹³ e dell'elettronica e informatica con un incremento del 35% della richiesta online di dispositivi tecnologici per poter svolgere lo smart working e la didattica a distanza.¹⁰¹²

TECNOLOGIA DI CONSUMO: MERCATO ANCORA IN CRESCITA, VERSO UNA NUOVA NORMALITÀ



Fonte: GfK Retail Panel Weekly, dati sell-out settimana dal 25 al 31 maggio 2020. Trend a valore rispetto alla stessa settimana del 2019

© GfK 2020

Figura 1 L'andamento nel mercato dei dispositivi tecnologici¹⁶

Strategie aziendali

È chiaro che le imprese stanno imparando a convivere con il virus soprattutto in vista di ulteriori periodi di lockdown che possono colpire l'economia italiana. Tutti i leader aziendali sono chiamati a ripensare a nuovi modelli di business nel post Covid19 ma per il 41% delle imprese il futuro economico-finanziario non sembra

essere preoccupante nonostante il periodo che stiamo vivendo^{17(p19)}. D'altra parte, numerose realtà sentono il bisogno o la necessità di reinventarsi e ripartire in modo tale da poter consolidare la loro presenza sul mercato nazionale e internazionale e soprattutto per garantire la business continuity¹⁸. Diverse sono le strategie che possono aiutare le aziende a superare i periodi successivi a quello del lockdown; il 51% delle aziende farà ricorso a un maggior numero di incontri o eventi virtuali, il 46% parla di digitalizzazione del business con l'introduzione dei paradigmi della Factory4.0; il 36% pensa di innovare la propria offerta; il 26% pone al centro della ripartenza l'uomo e le sue competenze; il 12% punta sull'e-commerce; il 9% valuta la possibilità di effettuare l'export dei prodotti/servizi; un altro 9% dichiara di non star attuando alcuna attività di rilancio dell'impresa e solo l'1% intende ripartire con un aumento dei prezzi¹⁹. È importante che le aziende parlino di strategie e di ripianificazione non solo per garantire la sopravvivenza dell'azienda ma soprattutto per effettuare una autodiagnosi delle loro performance anche per assicurarsi una posizione nel mercato post covid19.

Planning aziendale

Nel post lockdown le imprese sono impegnate nella fase di planning²⁰ anche se il 25% delle aziende non dispone di un programma ma procede per progetti pilota, il 42% persegue diversi progetti in modo coordinato senza però una strategia di lungo periodo, il 24% segue la strategia pre-Covid19 e solo il 10% delle aziende ha a disposizione un piano con una strategia 4.0 di tipo flessibile²¹. Ciò che emerge quindi è uno scenario caratterizzato da una grande incertezza dovuta ai numerosi fattori che possono influenzare l'andamento del mercato, dall'effettivo superamento dello stato di emergenza alla ripartenza della domanda¹³. L'attività di molti produttori è la limitazione dei danni e a causa dell'impatto finanziario ne risentono i budget e gli investimenti nelle tecnologie 4.0^{21(p0)}.

Obiettivi del settore manifatturiero.

L'obiettivo della manifattura italiana è quello di ritornare ai livelli di business del periodo precedente alla pandemia⁶; è un processo lungo, soprattutto per quelle realtà più deboli che si sono dovute salvaguardare da fallimenti e chiusure ma non impossibile se si pensa ad una fase di recupero caratterizzata dall'adozione delle tecnologie 4.0. Oggi il paradigma 4.0 deve garantire la sopravvivenza delle aziende⁶ ma soprattutto deve essere un investimento nel medio-lungo termine in quanto si creano business più resilienti e flessibili. È importante che le aziende si chiedano quale sia stato l'anello debole che non ha permesso loro di reagire alla crisi, di analizzarlo e capire con che strumenti sia possibile migliorare⁶.

Capitolo 2

Industria 4.0: i pilastri

Una delle maggiori criticità riscontrate sembra proprio essere la mancanza di comunicazione in tempo reale lungo tutta la catena del valore, l'impossibilità di rivedere i piani di produzione in funzione della quantità di materiale in magazzino, della domanda e della presenza o meno di personale⁶. Ed è proprio qui che entrano in gioco i pilastri dell'Industry 4.0.

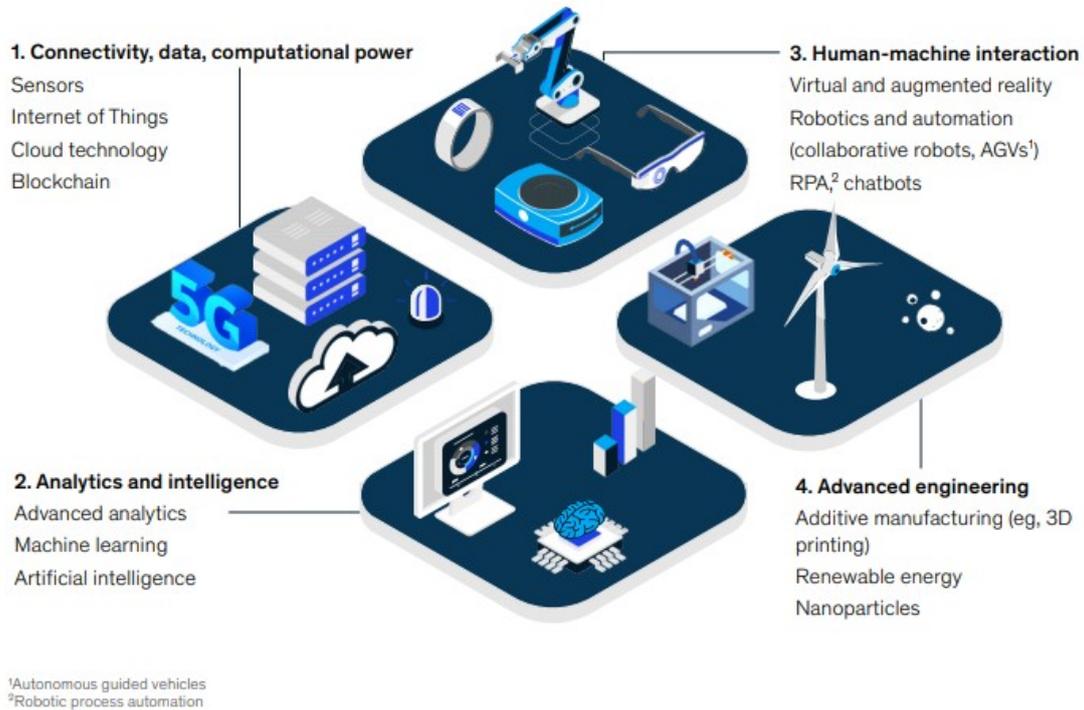


Figura 2 Tecnologie 4.0²²

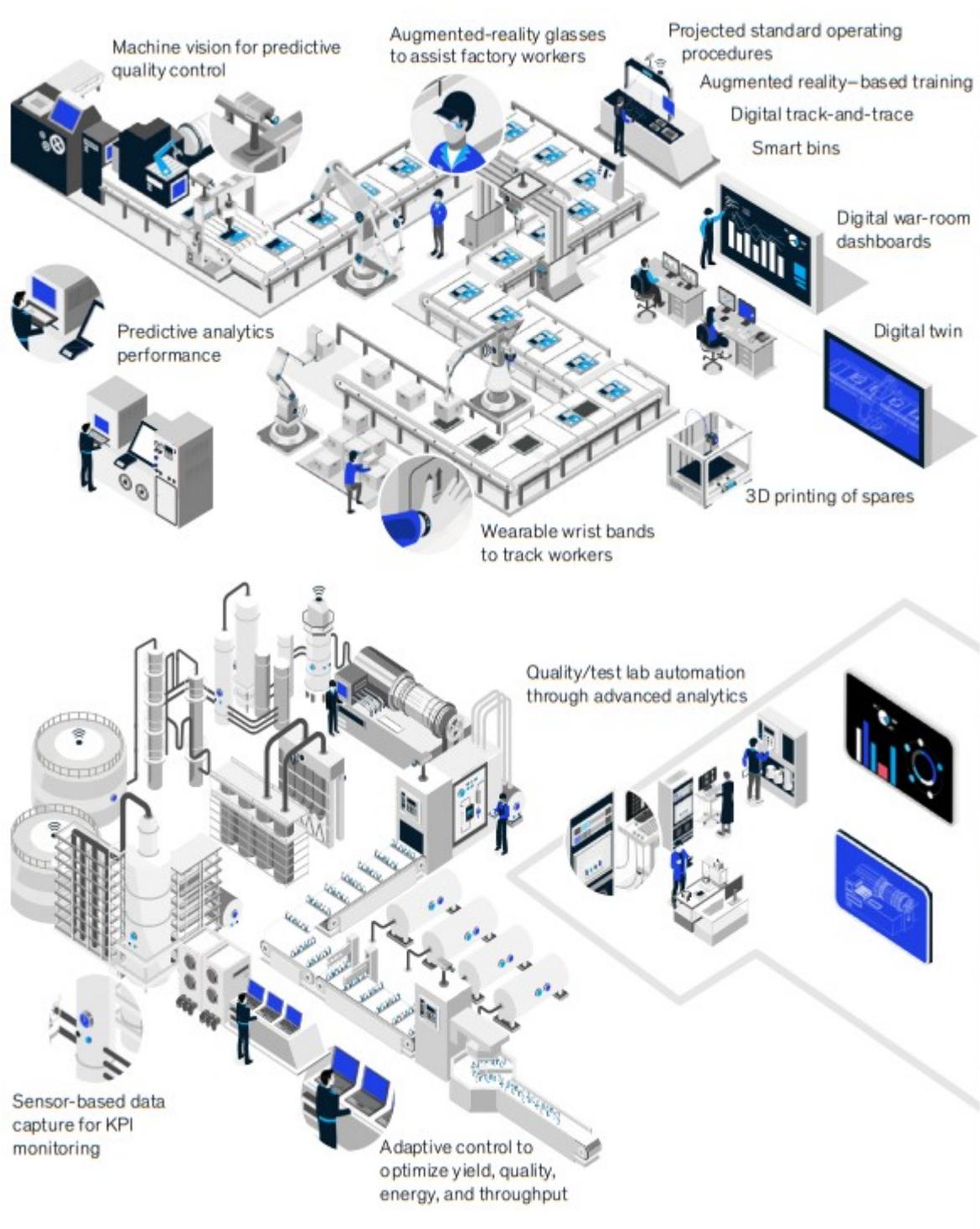


Figura 3 Factory 4.0²²

Big data Analytics

Big data. La maggior parte dei sistemi aziendali attuali possono essere pensati come dei silos all'interno dei quali troviamo informazioni e diverse applicazioni, e proprio per questa struttura lo scambio di informazioni non è particolarmente fluente e di conseguenza mancano gli aggiornamenti in tempo reale sullo stato della realtà produttiva⁶. Dunque, in caso di criticità il sistema mostra tutte le sue debolezze e non permette di agire con tempestività. Tutte le attività svolte su dispositivi digitali

producono dati quindi è importante raccogliere, conservare, analizzare e cogliere le informazioni essenziali ed è proprio il lavoro svolto dai sistemi di Big Data Analytics. Oggi i dati sono tanti ma in futuro con l'evoluzione delle tecnologie si moltiplicheranno e quindi con la quantità, aumenterà anche la complessità delle informazioni a causa della loro varietà. L'impiego di Big Data soprattutto nei periodi di crisi può creare una certa resilienza in quanto oltre ad un incremento di fatturato, ad offrire nuove opportunità di business permette di rivedere il rapporto con il cliente andando a prevedere la domanda piuttosto imprevedibile in tempi di pandemia. Non solo ma ne beneficia anche il reparto management in quanto con la valorizzazione delle giuste informazioni si ottiene una visuale su tutta la catena del valore con la possibilità di prendere decisioni in tempo reale. Recentemente, al rischio di non avere a disposizione i dati che servono a guidare l'attività di un'azienda se ne è contrapposto un altro che in un certo senso può essere considerato speculare: il rischio di avere troppi dati raccolti in modo non coordinato, e che questo possa creare un effetto confusione particolarmente dannoso. È il problema che deriva dalla cosiddetta infobesità: milioni di dati da integrare e incrociare non è sinonimo di efficienza, potrebbe anzi essere controproducente e causare uno spreco di risorse oltre che di tempo. Le informazioni chiave sono spesso nascoste ed è necessario avere gli strumenti in grado di portarle alla luce²³. Avere a disposizione i dati che provengono dagli ambienti di produzione e dalla supply chain non basta a rendere smart un'azienda manifatturiera; il successo o il fallimento dell'IoT è strettamente legato all'attività dei Big Data Analytics²⁴. Perché questo avvenga è necessario poter avere a disposizione dati semplici da consultare, significativi per la propria attività e comprensibili in pochi secondi, sulla quale si possa fare intelligenza e che soprattutto consentano di prendere decisioni in tempo reale²³. Si passa così al concetto di Data Quality²³. Oggi solo l'1% dei dati raccolti viene utilizzato dalle imprese²⁵; il 28% delle PMI svolge l'analisi dei dati in maniera strutturata ma meno del 10% svolge l'analisi avanzata attraverso i sistemi di Big Data Analytics²⁶. Si potrebbero invece ottenere vantaggi a partire dal machine learning, dalle macchine cioè che perfezionano la loro produttività imparando dai dati via via raccolti e analizzati²⁵. Di conseguenza è fondamentale che l'evoluzione 4.0 spinga le realtà produttive ad abbracciare quelli che sono i principi del Cyber Physical System (CPS), paradigma secondo cui le tradizionali macchine si evolvono per comunicare, raccogliere, elaborare dati e agire da ponte tra realtà fisica e virtuale²⁷. Il paradigma CPS è un'opportunità fondamentale per avere garanzia di continuità delle operazioni degli impianti e delle filiere, superando l'idea che si debba essere necessariamente sul posto per certe azioni e decisioni²⁷.

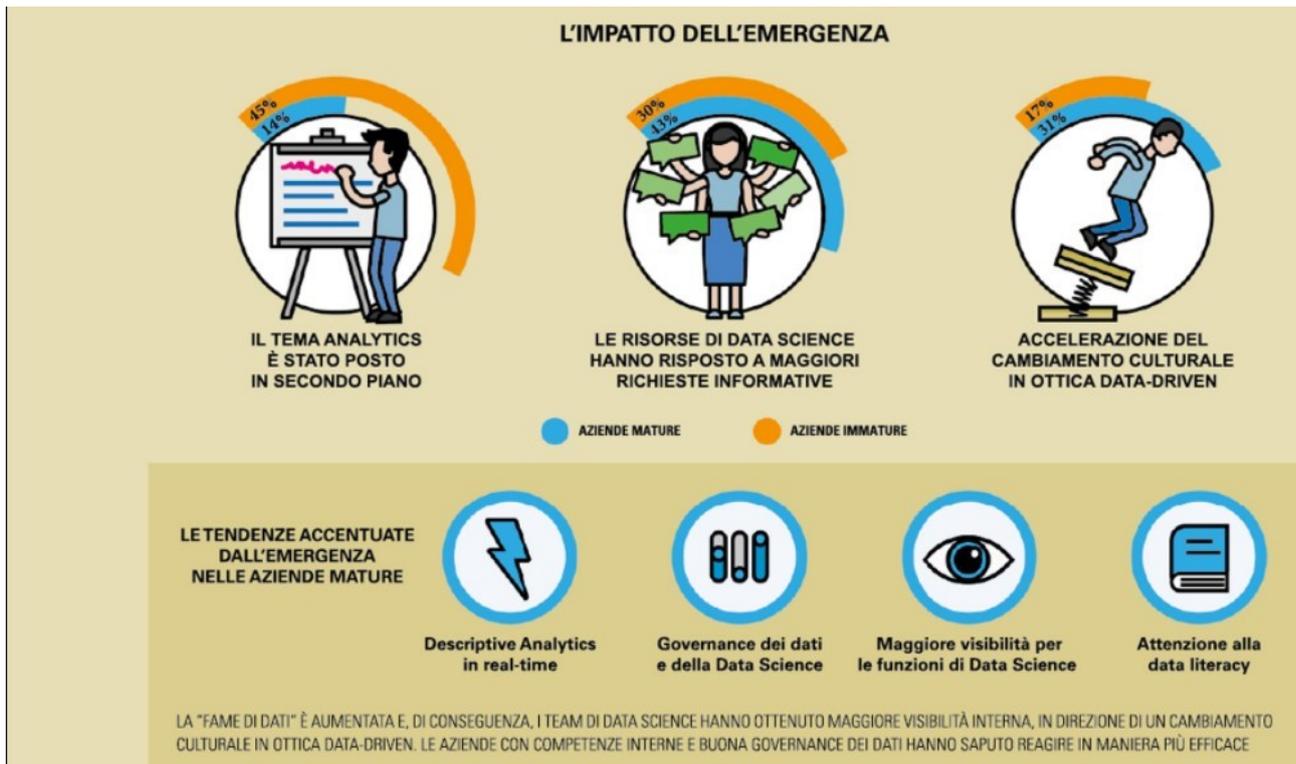


Figura 4 L'impatto del covid19 sull'adozione dei Big Data Analytics: aziende mature vs aziende immature²⁸

Interne of Things (IoT)

IoT. L'importanza dei Big Data Analytics aumenta nel momento in cui si parla di Internet of Things, tecnologia secondo la quale ogni elemento all'interno della Factory sia dotato di connettività in modo da poter interagire tra di loro e con le basi dati attraverso la rete internet. Le tecnologie IoT, come sensori e sistemi di tracciamento sono introdotte all'interno della fabbrica per il controllo dell'avanzamento della produzione, per la movimentazione dei prodotti finiti, per la manutenzione predittiva, per la movimentazione delle parti attraverso l'utilizzo di veicoli a guida automatica (AGV) e nella logistica esterna per la tracciabilità e monitoraggio delle spedizioni. In periodi come quelli del Covid19 l'impiego di sistemi AGV permetterà di migliorare il distanziamento sociale negli spazi di produzione individuando percorsi alternativi a quelli che vedono un traffico fitto di spostamenti e personale²⁹. Si vengono a creare così prodotti, servizi e processi altamente interconnessi tra di loro e con i sistemi informativi, favorendo un'ampia integrazione orizzontale e verticale nelle diverse fasi dei processi di produzione e pianificazione aziendale²⁴. L'IoT trova applicazione non soltanto nella fabbrica 4.0 ma anche negli ambienti domestici e urbani. Proprio grazie alle smart home, dotate di dispositivi altamente intelligenti, i clienti migliorano il loro stile di vita ma grazie alla connettività di cui sono dotati i dispositivi, questi possono comunicare con l'azienda in modo da realizzare servizi e prodotti sempre valorizzati dal cliente. In definitiva l'IoT è in grado di creare maggior resilienza all'azienda, connettività e accessibilità

alle parti ed efficienza nel rapporto con i clienti. Nonostante questo c'è una carenza in termini di conoscenza e diffusione delle tecnologie IoT; rispettivamente a fronte del 97% delle grandi imprese che dichiara di conoscere le applicazioni IoT ci sono il 39% delle piccole-medie imprese, che costituiscono la maggior parte delle imprese sul suolo italiano, che ne hanno solo sentito parlare; mentre per la diffusione soltanto il 54% delle grandi imprese dichiara di aver investito in un progetto IoT e lo stesso è stato fatto da solo il 13% delle PMI. Si evince come l'affermazione di tale tecnologia è lenta perché chi ha investito in questi strumenti mantiene un certo scetticismo a causa della difficoltà nell'osservare i benefici nel breve termine²⁶.

Cybersecurity

Cybersecurity. Con l'aumento della connettività tra dispositivi e la mole di dati in circolazione, le aziende sentono sempre più il bisogno di proteggere i sistemi di produzione e la rete informatica da qualunque tipo di minaccia. Questa esigenza si è accentuata con l'avvenimento della pandemia che sappiamo ha costretto gran parte delle aziende ad attivare lo smartworking durante e nel post lockdown, per tanto per la condivisione di informazioni si è abbandonato il vecchio e classico metodo cartaceo lasciando spazio alla condivisione tecnologica, ricorrendo a posta elettronica, piattaforme per la condivisione e alle app di messaggistica istantanea. È però importante garantire un certo livello di sicurezza informatica anche all'interno dell'azienda effettuando periodicamente aggiornamenti su tutti i sistemi, software e dispositivi, proteggere gli accessi alle informazioni attraverso password, introdurre l'autenticazione per l'uso di servizi da remoto, utilizzare piattaforme Cloud sicure per la condivisione di dati aziendali, servirsi di strumenti in grado di identificare file sospetti, indirizzi IP, domini e URL³⁰. Spesso è bene che l'azienda istruisca i propri dipendenti sui rischi che si corrono sul web come il phishing e l'introduzione di malware³⁰. Nonostante l'importanza Cyber, il 10% delle aziende dichiara di aver ridotto gli investimenti nella Cybersecurity ma soprattutto il 32% sostiene di non vedere utilità in un ingente investimento nel settore della sicurezza informatica. Decisione che è scaturita dal periodo di crisi finanziaria in cui vertono molte PMI le quali sono state le più colpite dalla pandemia per questo hanno dovuto rivedere i budget a disposizione e concentrare gli investimenti per sopravvivere. Ciò non toglie importanza alla sicurezza informatica e soprattutto in periodi come questi salvaguardare la propria azienda è più che fondamentale per la ripresa³⁰. D'altra parte, moltissime aziende si sono impegnate a monitorare i propri sistemi informativi riuscendo ad individuare attività sospette rivolte ai loro clienti. Il 68% delle PMI dichiara invece di aver incrementato il budget alla sicurezza Cyber e alla prevenzione di furti e crimini informatici³¹.

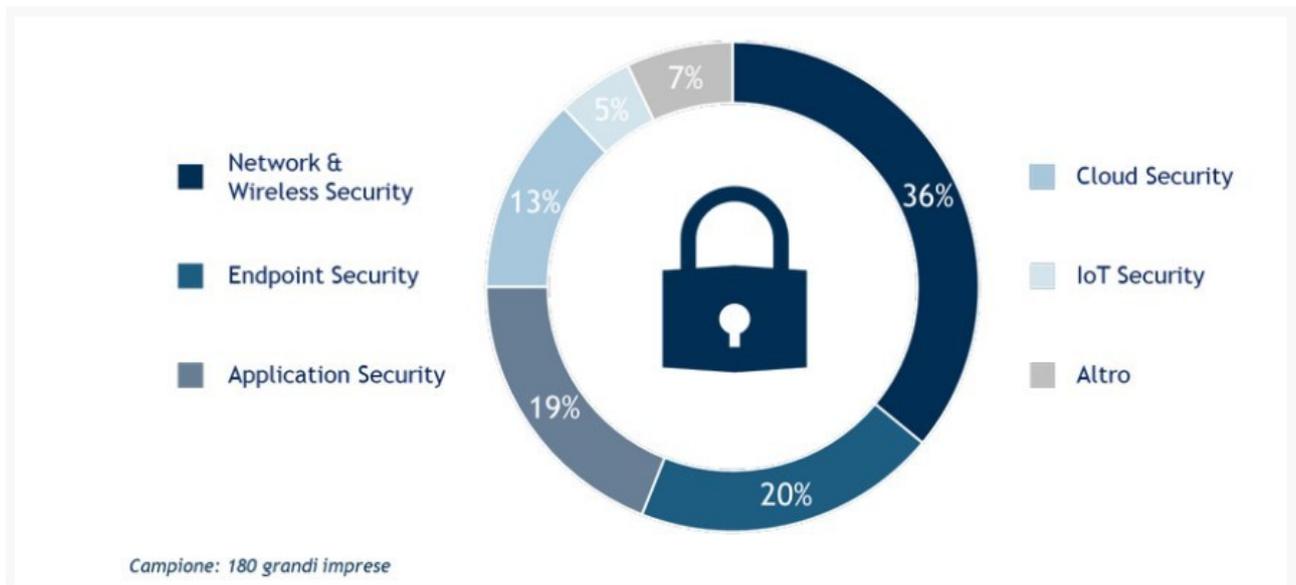


Figura 5 Gli investimenti in cybersecurity delle grandi imprese³²

Cloud

Cloud. Strettamente legato allo smart working e alla presenza di Big Data Analytics, il mondo del Cloud rappresenta un insieme di strutture informatiche e di data base che interagiscono tra di loro e verso chi usa tali servizi, attraverso la connessione a internet³³. Il Cloud è uno strumento che permette un rapido scambio di informazioni e dati attraverso sistemi sicuri e altamente performanti e ad un costo non sostenuto ma che spesso accusa una mancanza di controllo sui dati³³. È bene che i sistemi Cloud siano affiancati da solide attività di Cybersecurity per garantire l'indennità delle informazioni e dei dati sensibili in circolo. Molte aziende già fanno uso di qualche applicazione Cloud ma con l'avvento del paradigma 4.0 ci sarà una maggiore esigenza di condivisione di informazioni e dati anche all'interno dello stabilimento produttivo in quanto anche i dati sul controllo e gestione della produzione saranno disponibili in cloud. Quando la fornitura di alcune materie prime per la produzione viene interrotta a causa dell'epidemia, le aziende possono identificare rapidamente fornitori alternativi attraverso la piattaforma di produzione cloud²⁴. In Italia l'adozione delle soluzioni cloud è al 23% e su un campione di 100 aziende composte da grandi e PMI; si evince che l'81% delle aziende fa uso di cloud computing mentre il 19% non ricorre al cloud. Più nello specifico, per le realtà grandi e strutturate solo il 6% non ricorre alla tecnologia del cloud; situazione diversa per le PMI dove solo 17% ha introdotto il cloud come risorsa strategica mentre più del 30% non utilizza alcuna soluzione di tipo cloud³⁴. Per le imprese che hanno abbracciato soluzioni cloud il livello di soddisfazione è piuttosto alto sia per la tecnologia in sé che per i benefici attesi. Il 20% individua infatti come beneficio quello di riuscire a reagire in tempi rapidi al cambiamento, e sappiamo come questo beneficio possa essere profittevole soprattutto in periodi come quelli della pandemia caratterizzati da crisi e smarrimento per molte aziende.

Ma più dell'80% vede la soluzione cloud come principale strumento che ha reso possibile la business continuity riuscendo a sostenere l'utilizzo massiccio dello smart working protagonista del periodo³⁴. Da parte di molte aziende seguirà un incremento nell'adozione delle soluzioni cloud ma tante altre non riescono ancora a superare la preoccupazione sulla sicurezza dei dati e delle informazioni nonostante i sistemi cloud abbiano dimostrato di poter garantire la protezione dei dati dei clienti.

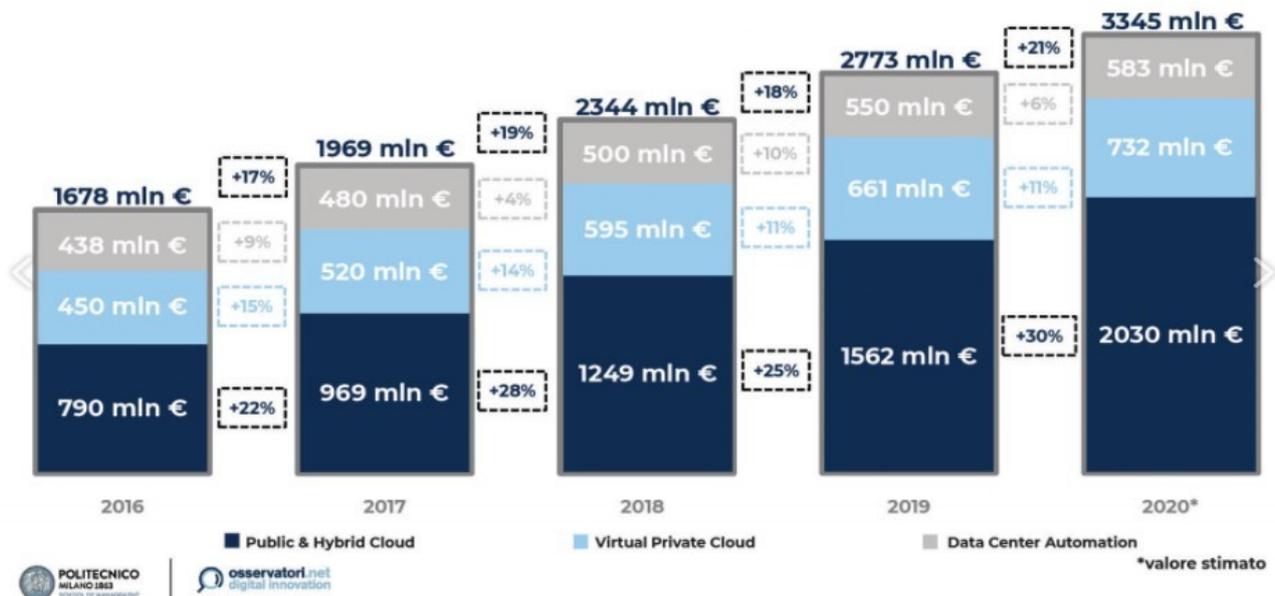


Figura 6 Evoluzione del mercato Cloud in Italia³⁵

Manifattura Additiva

Manifattura Additiva. La Manifattura Additiva, che oggi si identifica con la stampa 3D, è una delle tecnologie emergenti che ha rivisto in chiave innovativa e digitale il processo produttivo che fino ad oggi è stato portato avanti con la creazione di prodotti finiti, a partire da materie prime o parti grezze, attraverso la classica produzione “del togliere”; con la Manifattura Additiva si ha un cambio di rotta in quanto la realizzazione di parti o prodotti finiti inizia con la definizione di un modello 3D-CAD del pezzo e attraverso processi additivi e automatici vengono materializzati da stampanti 3D. La Manifattura Additiva ha dimostrato come riesce a contrastare situazioni di profonda crisi, come la mancanza di forniture ospedaliere durante i mesi di lockdown, ma anche come creare nuovi modelli di business nel medio e lungo termine che faranno parte del prossimo new normal. Uno studio internazionale ci fa sapere che su 2175 intervistati il 99% ritiene che la Manifattura digitale sia uno degli elementi fondamentali per la ripresa economica in quanto permette di migliorare la corrispondenza tra domanda e offerta con una profonda customizzazione dei nuovi prodotti, ampliare la gamma di prodotti offerti creandone sempre di più all'avanguardia e innovativi approdando così in tempi più brevi sul mercato e/o in nuove aree di business³⁶. La produzione interna di piccoli lotti di

prodotto tramite la stampa 3D riesce a semplificare le supply chain tradizionali, a ridurre i costi per le spese logistiche, sopprimere i ritardi e le carenze di approvvigionamenti in caso di interruzione della catena di fornitura come può accadere nel periodo che stiamo vivendo, evita di dare in outsourcing alcune attività produttive e ottimizza lo stoccaggio di componenti e parti di ricambio accelerando così processi di sviluppo dei nuovi prodotti³⁷³⁶. Non da meno è il vantaggio dal punto di vista della sostenibilità in quanto si riducono la quantità di materiali utilizzati e gli sprechi che impattano negativamente sull'ambiente, tema oggi molto caro al cliente³⁶. In definitiva la Manifattura Additiva è in grado di creare resilienza, agilità, e flessibilità sia nei processi di produzione che nelle supply chain, di dotare le aziende di un vantaggio competitivo sui mercati sempre più dinamici e difficili da prevedere, e non meno importante, di ridurre i costi³⁶. Senza dubbio la stampa 3D è largamente diffusa all'interno delle imprese italiane; su un campione di 250 decision maker di aziende italiane l'80% usa la stampa 3D nella produzione, il 73% ha a disposizione in loco tutti gli strumenti necessari alla stampa 3D spingendo così la produzione interna di tutte le parti. Invece per le applicazioni il 77% dichiara di sfruttare la manifattura additiva per lo sviluppo di prototipi, il 67% la utilizza per la realizzazione di piccoli lotti, il 61% per produrre parti di ricambi su misura e il 57% la impiega per realizzare parti speciali come protesi per l'industria sanitaria. In tutti i casi dichiarano di essere soddisfatti³⁸. Tante altre aziende però mostrano delle difficoltà ad approcciarsi alla tecnologia della manifattura predittiva, il 30% per via dei costi che ritiene eccessivi e altresì per i tempi di stampaggio; mentre il 24% ha difficoltà nella realizzazione dei formati richiesti³⁸. Quest'ultimo dato mostra come la tecnologia di cui si serve il processo di stampaggio 3D devono essere migliorati nel loro sviluppo e anche come ci possano essere diversi errori nell'uso dei dispositivi. Pertanto, che sia questa un'occasione per le aziende di promuovere corsi di formazione o di aggiornamento per il personale per poter intraprendere un percorso di digitalizzazione³⁸.

Robotica

Robotica. La nuova generazione di robot avrà un costo più basso e maggiori capacità cognitive rispetto a quelli attualmente in uso prettamente statici e rigidi, per questo nel paradigma 4.0 si parla di Cobot cioè di robotica collaborativa. Il compito della robotica è quello di creare dispositivi dotati di elevata intelligenza artificiale in grado di affiancare l'uomo e svolgere per lui operazioni ripetitive, nocive alla salute e anche tutte le attività che non valorizzano l'attività umana. L'emergenza sanitaria ha cessato la produzione di molte imprese ma tante altre hanno assecondato un aumento della produzione. C'è stato un aumento dell'e-commerce e quindi dello spostamento delle merci nei magazzini e questo ha

permesso alle case costruttrici di offrire un nuovo portfolio di robot mobili e autonomi e, di presentare sul mercato robot con una capacità di trasporto dei pallet che supera la tonnellata³⁹. Sappiamo che i mercati sono in continua evoluzione e la domanda è sempre più variegata e customizzata per questo automatizzare in toto o in parte le attività produttive può snellire e velocizzare i processi produttivi, incrementare qualità, precisione e affidabilità delle operazioni, ridurre il rischio di errore o di incidenti, svincola le aziende da grandi volumi produttivi deliberando un'offerta più eterogenea e ridurre i tempi di set-up⁴⁰. Analogamente i cobot sono capaci di svolgere in autonomia mansioni di varia natura per lunghi periodi e senza supervisione e questo permette di minimizzare la contemporanea presenza di operatori in una specifica area favorendo il distanziamento sociale; inoltre sono facilmente impiegabili su più fronti, lì dove la produzione li richiede anche con tempi di attrezzaggio di pochi minuti. Si crea un sistema produttivo molto più flessibile, efficiente e resiliente in grado di gestire contemporaneamente la realizzazione di prodotti diversi. È un sistema che sicuramente aiuta le imprese in forti periodi di crisi come quello in corso. L'adozione dell'Intelligenza Artificiale inevitabilmente cambia gli ambienti produttivi e per essere abbracciata a pieno è necessario introdurre altre figure professionali, oltre quelle indispensabili di operatori di linea o manutentori di macchinari, in grado di sapersi relazionare e gestire al meglio i nuovi spazi ed elementi che ne fanno parte⁴⁰. Questo indubbiamente porterà alla creazione di nuove mansioni all'interno della factory 4.0. Oggi l'Italia è il secondo paese dopo la Germania tra i maggiori utilizzatori di robot e questo dato fa capire come le aziende italiane, sia le grandi che le PMI, stanno acquisendo sempre più consapevolezza sull'importanza dell'automazione in ottica di vantaggio competitivo⁴⁰.

Simulazione

Simulazione. Nell'ambito della Simulazione industriale i protagonisti sono senza dubbio i gemelli digitali DT, ovvero sistemi innovativi che permettono di creare rappresentazioni virtuali di un qualsiasi sistema fisico presente all'interno dell'azienda, a partire da macchinari e sistemi produttivi fino alla simulazione di tutto il ciclo di vita del prodotto. Tutte le definizioni di Digital Twin concordano su alcune caratteristiche essenziali, quali la connettività, ovvero la capacità di comunicare in rete con altre entità e DT, l'autonomia, cioè la possibilità per il DT di vivere indipendentemente dalle altre entità, l'omogeneità che include la capacità, strettamente connessa all'autonomia, che consente di utilizzare lo stesso DT indipendentemente dallo specifico ambiente di produzione, la facilità di personalizzazione che fornisce la possibilità di modificare il comportamento di un'entità fisica utilizzando le funzionalità esposte dal suo DT, la tracciabilità, vale a

dire il fatto che un DT lascia tracce dell'attività dell'entità fisica corrispondente ⁴¹. Il machine/deep learning è una caratteristica fondamentale di un DT. Le funzioni apprese includono la generazione automatica di allarmi, ma anche l'attivazione automatica di azioni e cambiamenti di stato. Inoltre, i DT possono essere interrogati sulle funzioni apprese e di conseguenza i database sono molto più dinamici che in scenari tradizionali⁴¹. Si evince come i Digital Twin siano in grado di supportare i decision maker nella valutazione di un investimento in quanto osservare il comportamento di un nuovo impianto produttivo, di macchinario o di un prodotto in modalità virtuale è meno costoso che realizzarlo o acquistarlo fisicamente per poi magari capire che l'investimento non rispecchia gli obiettivi dell'impresa ⁴²; trovano largo uso nel campo della Manutenzione Predittiva secondo cui è svantaggioso aspettare che il guasto si verifica ma è meglio pianificare attività di manutenzione che mantengono efficienti le apparecchiature; soprattutto si può controllare da remoto il sito produttivo attraverso la connettività ad altri dispositivi. In sostanza i Digital Twin sono sistemi autonomi in grado di aumentare la flessibilità dell'azienda anche in caso di crisi.

Attractive Opportunities in the Digital Twin Market



Figura 7 Il mercato dei Digital Twin nel 2020 nel mondo ⁴³

Realtà Aumentata (AR)

Realtà Aumentata. Analogamente possiamo dire dei dispositivi di Realtà Aumentata, AR, in grado di integrare in tempo reale le informazioni digitali all'interno dell'ambiente fisico percepito dall'uomo⁴⁴. Tra gli strumenti di cui si serve l'AR

troviamo quelli ottici e di visione intelligente, come occhiali e visiere hi-tech, che lasciando agli operatori l'uso libero delle mani garantiscono un supporto alle attività più complesse della produzione, dell'assemblaggio e della manutenzione mostrando nel dettaglio le operazioni che devono essere eseguite passo dopo passo⁴⁵. Di conseguenza si registra un aumento della produttività in relazione anche ad una riduzione degli errori umani⁴⁴ in quanto i dispositivi ottici aiutano la formazione in loco del personale evitando gli spostamenti e/o l'affiancamento di un superiore. Le diverse soluzioni di AR possono agevolare lo sviluppo di un nuovo prodotto dalla sua ideazione alla realizzazione del prodotto finito che può essere visualizzato in anticipo evitando la realizzazione di prototipi intermedi per il collaudo riducendo così il time to market e i costi^{46,45}. L'impiego di riviste iterative migliora il rapporto con il cliente⁴⁵; ne beneficia sia il suo coinvolgimento, con l'impiego di tool utili a far conoscere meglio le dinamiche aziendali, sia l'esperienza di acquisto attraverso un immersivo test del prodotto. Per far fronte alle esigenze normative del periodo in corso molte aziende sono dovute ricorrere alla manutenzione, all'assistenza e alla consulenza svolta da remoto e proprio i dispositivi di Realtà Aumentata come la semplice e comune telecamera di uno smartphone o un tablet hanno reso possibile tali attività garantendo la business continuity⁴⁵.

Capitolo 3

Effetti del covid19

Nuovi modelli di business: servitization

Le esigenze dei consumatori sono in continuo cambiamento per questo le aziende rivolgono sempre maggior attenzione ai progetti della servitization che permette loro di trasformare il classico modello di business basato esclusivamente sulla vendita di prodotti. Per servitization o service transformation si intende l'integrazione della vendita del prodotto con servizi sempre più spesso ad esso correlato⁴⁷ quali ad esempio attività di manutenzione e di assistenza, la possibilità di instaurare un contratto di utilizzo a pagamento o anche la disponibilità di software che ampliano la connettività del prodotto. È evidente che sia per le aziende che per i consumatori è sempre meno importante il possesso di un prodotto o servizio quanto il valore d'uso dello stesso. Per realizzare la service transformation sono importanti sia gli aspetti di progetto che di produzione ma ancor di più la creazione di sistemi che captano quali sono i bisogni dei clienti e reti di distribuzione che siano il più possibile efficaci ed efficienti. La servitization sarà uno dei protagonisti della futura digitalizzazione in quanto capace di ampliare l'offerta proposta agli utenti, e al tempo stesso di sollevarlo da alcuni costi come quelli di manutenzione del prodotto. Le imprese che hanno adottato modelli di servitization durante il lockdown

beneficiano del fatto che la vendita del servizio associato al prodotto è più resiliente nel momento di crisi.⁴⁸ La service transformation apre la strada ad un nuovo modello, di produzione per le aziende e di consumo per il cliente, ovvero il pay per use che prevede l'offerta di un articolo, un macchinario o un impianto produttivo senza che vi sia l'effettivo acquisto del bene. In questo contesto il costo è strettamente legato ad un indicatore di utilizzo come i km percorsi dall'automobile nel campo automotive o il numero di parti realizzate o le ore di impiego del macchinario nell'ambito della produzione⁴⁷. La diffusione del pay per use è stata incentivata dalle tecnologie 4.0 tra cui il Cloud e IoT⁴⁹ che creano una capillare connettività attraverso il quale chi offre il prodotto/servizio può monitorare da remoto lo stato dei dispositivi e la loro manutenzione e ampliarne la connettività a servizi aggiuntivi. Un'evoluzione del modello pay per use nel campo della manifattura prevede che vi sia l'effettivo sostenimento dei costi solo per le parti qualitativamente buone che sono state prodotte. Di conseguenza l'utente del bene è incentivato ad aumentare il livello qualitativo del bene o servizio offerto al cliente. Queste forme di business innovative possono andare incontro alle PMI e a tutte quelle che si trovano in un momento finanziario delicato ma che non vogliono rinunciare ai vantaggi delle tecnologie emergenti⁵⁰; il ridotto investimento iniziale garantito dal modello pay per use comporta una sostanziale riduzione del rischio d'impresa⁴⁹ e diventa così più semplice sviluppare e testare, su scala ridotta, nuove soluzioni che poi possono essere anche abbandonate, con costi e perdite minime.

Ripercussione sulle supply chain

Chi gestisce supply chain ha a disposizione rigorosi piani di risk management e soprattutto dispone di strumenti specializzati nella captazione di minacce e possibili interruzioni della catena di fornitura. La pandemia da Covid19 si è manifestata con una modalità, una velocità e una portata tali che ancora oggi molte aziende stanno facendo i conti con gli ostacoli nelle loro catene di approvvigionamento affiancate da picchi di domanda e carenza di offerta⁵¹. È fondamentale capire come queste variazioni possono impattare sull'evoluzione delle supply chain, infatti, dopo il collasso di quelle internazionali, a partire dalla Cina, si sta osservando il sorgere di due diversi comportamenti: una parte delle aziende, quelle più resilienti e diversificate, farà ancora più affidamento sulle catene di fornitura globali mentre un'altra parte farà un passo indietro rispetto all'esternalizzazione internazionale e riporterà le attività delle supply chain sui territori nazionali sia per necessità economiche che per usufruire degli aiuti disposti dal governo⁵². Nei confronti dei loro fornitori molte companies cercheranno, almeno in una prima fase, di privilegiare rapporti già consolidati e testati nel passato in linea con la tendenza alla prudenza. Questo favorirà dinamiche cicliche di collaborazione anche se non

impedirà di valutarne di nuove. Anche nell'approcciarsi alle aziende con modalità eccessivamente pressanti si dovranno preferire dinamiche che tendano a stabilire relazioni di lungo periodo con l'obiettivo di creare solide partnership³. Una cosa certa è che le aziende che hanno ripensato alle loro catene di approvvigionamento in chiave digitale sono in grado di affrontare meglio la situazione in quanto le tecnologie 4.0, come l'Intelligenza Artificiale, i Big Data Analytics e la Manifattura Additiva, applicate alle catene di approvvigionamento sono in grado di individuare i rischi e alleviarli, evitare o rispondere a eventuali interruzioni della catena, accorciare e semplificare le supply chain e incrementare la tracciabilità dei prodotti aumentandone la qualità e la sostenibilità, fattore sempre più caro al cliente⁵¹. Il vantaggio consiste nell'ottenere l'immagine digitale della propria supply chain e quindi una visibilità quasi in tempo reale di informazioni sui prodotti, sulla componente finanziaria e sulla logistica⁵¹. Le aziende del settore manifatturiero, si sono trovate da un giorno all'altro, con l'obbligo di bloccare le produzioni mentre chi invece poteva continuare, ha dovuto fronteggiare una forte crisi nelle catene di fornitura di semilavorati e materie prime. Di conseguenza imprenditori e manager hanno raggiunto la consapevolezza che la propria realtà aziendale non è isolata ma è parte integrante di una complessa catena di approvvigionamenti basata su equilibri sottili e invisibili. Le aziende quindi sentono la necessità di allargare gli orizzonti al di fuori dei loro ambienti produttivi dando uno sguardo alla catena di approvvigionamento andando così a creare ecosistemi di file autonome, connessi e intelligenti⁵³. Per raggiungere tali obiettivi è necessaria l'adozione delle tecnologie 4.0 che permettono di costruire vantaggi competitivi creando validi modelli di risk management e catene di fornitura più trasparenti.

Capitolo 4

Protagonisti del periodo

e-commerce

Il Covid19 sta avendo un forte impatto sulle scelte di acquisto dei consumatori e questi nuovi comportamenti stanno avendo una ripercussione rilevante sulle supply chain sia in termini di cambiamento repentino della domanda sia in termini di variazione dei canali di diffusione dei prodotti stessi. Pertanto, si parla di un'evoluzione delle supply chain ma ci si chiede anche se questa è la new normal e quanto può durare questa situazione⁵⁴. È importante che gli attori delle supply chain considerino che il cambiamento radicale delle abitudini dei consumatori in funzione del lockdown e delle misure di prevenzione porti alcune tipologie di prodotto ad essere consumate attraverso canali diversi rispetto a quelli tradizionali, mantenendo però ferma la scelta di consumo⁵⁴, mentre la domanda di certi beni è amplificata

dall'emergenza Covid19. Il lockdown ha messo in luce un altro servizio digitale: l'e-commerce. Durante i mesi di marzo e aprile 2020 ha rappresentato il principale, se non unico, motore di generazione dei consumi; per molti è stato l'unico contatto con il mondo esterno, oltre che un modo relativamente sicuro per fare acquisti e per soddisfare le varie esigenze⁵⁵. Per 85% dei consumatori che a marzo e aprile ha fatto acquisti è stata la prima esperienza di acquisto online e da gennaio ad ottobre si contano circa 1.3 milioni di nuovi compratori online con un picco di vendite mai visto che a partire da febbraio ha segnato un aumento dell'81% in più rispetto al 2019⁵⁶. La tendenza all'e-commerce è rimasta, ed è tutt'ora in crescita anche nei mesi successivi a quelli del lockdown in cui le misure restrittive sono più morbide e i negozi fisici hanno riaperto⁵⁶; i consumatori evitano di uscire di casa, di fare lunghe code fuori dai negozi per poi farne accesso in numero limitato contemporaneamente e di conseguenza si riducono le occasioni di contagio. Molte aziende stanno facendo degli enormi sforzi per assecondare le vendite online ma non sarà tutto vanificato in quanto una volta passata questa crisi sanitaria rimarranno gli investimenti in tecnologia e l'ottimizzazione dei processi che permettono di gestire al meglio non solo la domanda straordinaria legata al Covid19 ma anche un futuro in cui il digitale sarà sempre più fondamentale⁵⁵. La domanda che si fanno tutte le aziende è quale sia la nuova normalità e soprattutto quale sarà il comportamento dei clienti. È sicuramente un momento critico per analizzare il portfolio clienti e per studiare quelli che sono approdati in fase di lockdown¹⁴ perché passata la crisi la maggioranza degli utenti torneranno alle vecchie abitudini, ma ci sarà comunque una buona parte che continuerà a fare acquisti online, vista la comodità e l'immediatezza del servizio. Per questi utenti, molto probabilmente, il comportamento adottato durante questo periodo diventerà la normalità⁵⁷. È necessaria comunque un'analisi attenta perché molte indagini mettono in discussione il fatto che questo equilibrio, più digitale e meno fisico, sia la nuova new normality e che, tranne per alcune eccezioni si tornerà ai modelli di acquisto pre-Covid19 in quanto ci sono vari aspetti dello shopping e dello shopper difficilmente convertibili. Un esempio è la Germania, un paese che ha riaperto prima dell'Italia e i dati evidenziano come in pochi giorni i negozi fisici siano tornati ad avere il 50% dell'affluenza che avrebbero registrato normalmente⁵⁸. D'altro canto, dati e analisi condotte nel bel mezzo di una pandemia ancora in corso lasciano il tempo che trovano; l'avvento di nuovi lockdown e il protrarsi dello stato di emergenza può magari cambiare drasticamente lo spirito di acquisto dei clienti fidelizzandoli all'e-commerce e facendoli diventare clienti digitali⁵⁹.

Esiste però un'ampia fascia della popolazione che all'e-commerce non riesce a ricorrere, pur volendo; stiamo parlando dei milioni di residenti di paesini e borghi

italiani tagliati fuori da una rete estremamente sbilanciata verso le esigenze delle città⁵⁹. Per soddisfare le esigenze di questa categoria di consumatori è nato un nuovo modello, il proximity commerce che permette l'integrazione tra i grandi leader dell'e-commerce e i piccoli negozianti, i quali, grazie alla logistica e alle piattaforme di delivery, possono raggiungere i clienti residenti nelle zone limitrofe. Tecnologia, gestione online dell'offerta e capillarizzazione della rete logistica sono il mix per rendere vincente il modello dell'e-commerce di prossimità. Grazie al digitale, infatti, i negozi di un territorio possono fare sistema fino a organizzarsi in un micro-marketplace locale, raccogliendo in un'unica piattaforma l'offerta dei commercianti non solo per soddisfare la domanda locale, ma anche per favorire un ampliamento dei propri confini, fino magari all'esportazione dei prodotti⁵⁵.

Molti settori fin ora rimasti fuori dal modello di e-commerce, in questo periodo di emergenza ne hanno fatto pienamente parte come quello alimentare che ha riscosso grande successo con la delivery di cibi e bevande⁵⁶. Non sono mancate però catene di supermercati che sono incappate in veri e propri "fail" proprio mentre il servizio della consegna a domicilio diventava essenziale. In questi casi i problemi si sono verificati in diversi punti della supply chain, dalla fornitura allo smistamento alla consegna, in quanto, la crescita esponenziale degli ordini ha mandato in tilt i sistemi rendendoli inefficaci ed inefficienti⁵⁹.

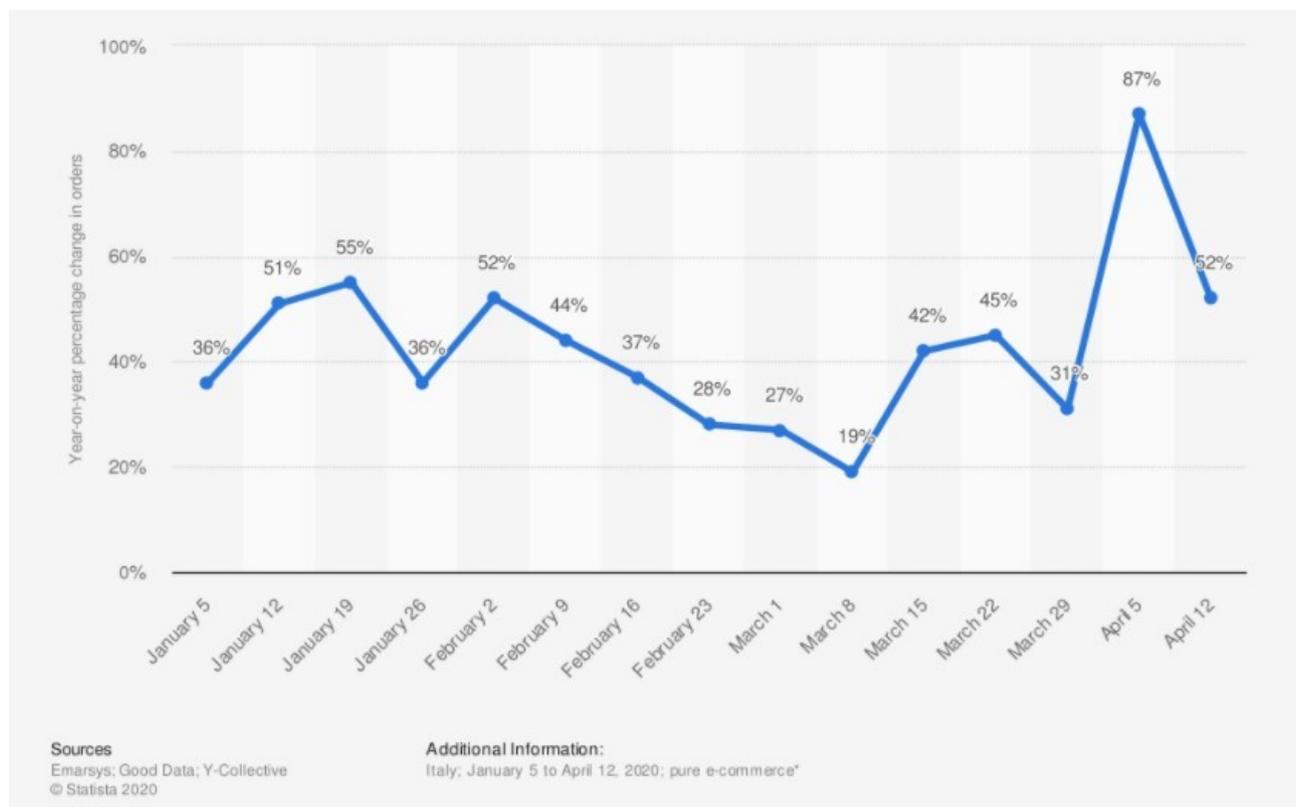


Figura 8 Crescita settimanale degli ordini ricevuti dai rivenditori online in Italia da gennaio ad aprile 2020⁶⁰

In generale non basta mettere online il proprio sito web e sperare che possa ottenere successo da solo, ma alla base è necessario disporre e investire sulle tecnologie 4.0 che connettono tra di loro tutti gli attori della supply chain compresi i livelli di stock nei magazzini. Un e-commerce di successo inoltre deve disporre di diversi strumenti come una struttura di navigazione capace di ordinare e raggruppare i prodotti in categorie, contenuti e schede prodotto pensate in modo che i potenziali clienti, che non possono toccare con mano i prodotti, possano acquisire tutte le informazioni necessarie per prendere rapidamente una decisione di acquisto offrendo così la migliore esperienza di acquisto possibile; una raccolta dei dati per capire il comportamento degli utenti e proporre loro prodotti o servizi sempre più pertinenti con le ricerche effettuate, accorciando così i tempi di acquisto; fondamentale è implementare una serie di attività finalizzate al miglioramento della visibilità online e del posizionamento nei risultati di ricerca per fare pubblicità e raggiungere nuovi potenziali clienti in poco tempo; l'uso di Web Analytics permette di analizzare i dati che genera un sito web per capire come migliorare le performance in termini di visite e di vendite⁵⁶. Ci sono però anche molte aziende che affidano in outsourcing la gestione del commercio online non riconoscendo il vantaggio competitivo che l'e-commerce può sviluppare. Oggi però non bisogna dimenticarsi dei negozi fisici perché se da un lato la pandemia ha innalzato il valore dell'e-commerce dall'altro si sa che l'Italia ha un tessuto economico che fino ad un paio di anni fa era basato quasi esclusivamente sulla fisicità dei negozi e sugli acquisti definiti oggi offline. Pertanto, nel post Covid19 sarà importante come armonizzare il commercio online con quello fisico escludendo l'assoluto di uno o dell'altro. I negozi fisici vogliono rimanere competitivi quindi la parola d'ordine è omnicanalità⁵⁶. L'obiettivo è quello di concentrare le energie sia sull'online che sull'offline in modo da poter instaurare e/o mantenere un contatto con il cliente su più fronti. Una delle possibili soluzioni è quella del Bopis che sta per Buy online e Pick up in store e che permette ai clienti di acquistare online in tutta comodità e per poi ritirare di persona il prodotto in negozio⁵⁸. Il Bopis, chiamato anche click&collect, comporta vantaggi sia per il cliente, in termini di risparmio sui costi di spedizione e riduzione dei tempi di consegna, sia per le aziende in quanto si riducono i costi della logistica e riescono ad offrire una soddisfacente esperienza di acquisto con una maggiore attenzione all'evasione degli ordini evitando recensioni negative⁵⁶; non essendo abituate ad un livello di e-commerce così massivo come quello vissuto nei mesi di lockdown e successivi, sono state costrette a rivedere i modelli di gestione delle reti di vendita quelli sull'utilizzo degli asset fisici alla base del business retail. Agli occhi di molti però appare chiaro che sono le scelte delle aziende a frenare il decollo dell'e-commerce per evitare mutamenti nel rapporto

cliente-azienda. Molte sono le aziende che vedono l'e-commerce come una strada che apre verso la cannibalizzazione⁵⁸ tra i brand dovuta al fatto che magari il marchio non venga più riconosciuto nella sua essenza come accade nel negozio fisico⁶¹.

Remotizzazione

Come l'e-commerce anche lo smart working e la remotizzazione hanno garantito la business continuity di molte aziende e continuano a farlo anche in un periodo di forte incertezza e grandi cambiamenti come quello che sta seguendo il lockdown della primavera 2020. Con l'avvento della pandemia si sono affermati nuovi modelli di business come quello della remotizzazione che ha trovato applicazione ed è stata resa praticabile grazie agli investimenti delle aziende nelle tecnologie 4.0, come l'Intelligenza Artificiale, i dispositivi di Realtà Aumentata, i Digital Twin e l'Internet of Things e i Big Data Analytics; molte aziende durante il lockdown si sono trovate costrette ad implementare servizi da remoto come consulenze, installazioni, manutenzioni e collaudi al cliente²⁹. D'altro canto, molte dichiarano di aver già adottato da tempo i concetti della remotizzazione e che il trend è quello di un incremento dei servizi svolti da remoto. Questo lascia intendere che questo modo di operare sarà proprio il new normal del periodo post pandemia visto che il modello funziona, permette di ridurre i costi e i clienti sono soddisfatti.

Smart working

Lo smart working è strumento che ha rivelato maggiormente il suo potenziale durante i mesi più duri di questa pandemia. È importante sottolineare che lo smart working non è nato in seguito all'emergenza Covid19, infatti, già il 58% delle grandi aziende e solo il 7% delle PMI ne facevano ricorso dal 2017 anno in cui in Italia è stato regolamentato⁶². Con l'emergenza sanitaria i numeri sono cambiati: un nuovo 56% delle imprese italiane ha fatto ricorso al lavoro agile servendosi del 75% di smart worker⁵⁸.

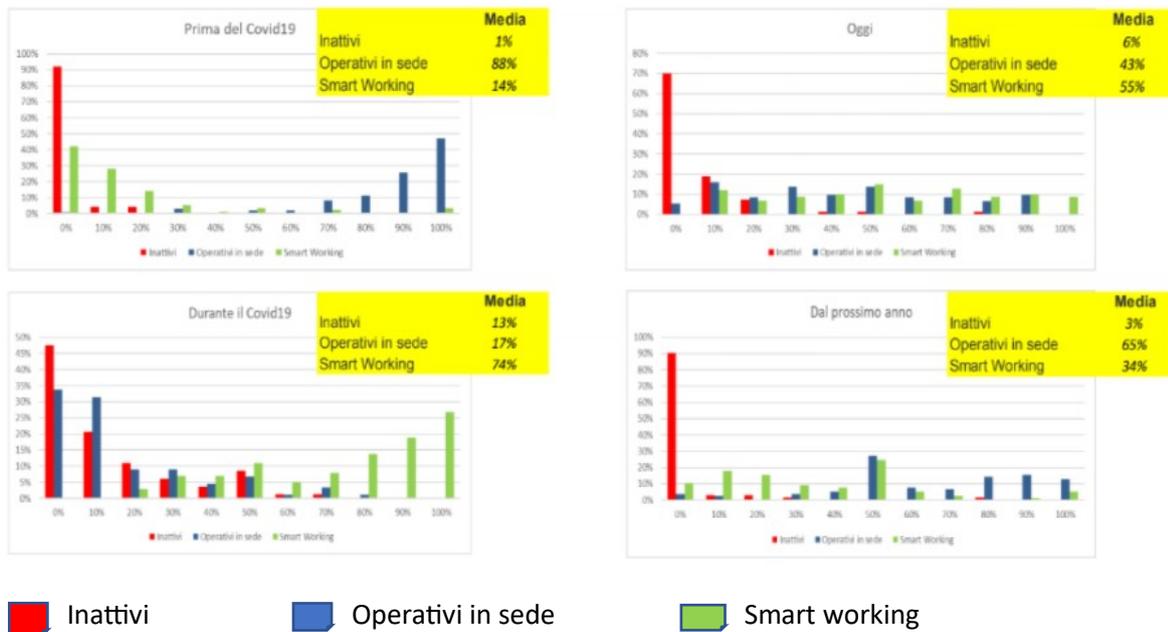


Figura 9 Percentuale di forza lavoro inattiva, in sede, in smart working, prima, durante e dopo il Covid19¹⁹

I cambiamenti introdotti dallo smart working invadono sia la sfera personale che professionale di molti dipendenti ed aziende individuandone vantaggi e svantaggi. Il 40% dei lavoratori che opera da casa identifica il principale beneficio del lavorare in ambiente casalingo un maggior equilibrio nella sfera personale, infatti stanno scoprendo che la vita privata e quella lavorativa possono convivere in modo inaspettatamente naturale mentre il 37% ritiene di beneficiare di maggiore autonomia nello svolgimento dei lavori. Sicuramente ne beneficia la gestione del tempo, grazie anche all'eliminazione dei tempi non direttamente collegati all'obiettivo di dover portare a termine il lavoro come i tempi occupati dai viaggi di lavoro o quelli di attese e pause⁶³; di conseguenza il tempo risparmiato può essere impiegato per la famiglia, per attività extra lavorative o semplicemente per evadere dal lavoro⁶⁴. Strettamente legato al tempo è la riduzione dei costi in quanto vengono meno i costi legati agli spostamenti casa-lavoro⁶⁴; ne beneficia anche l'ambiente in quanto permettere di lavorare da casa anche solo due giorni a settimana può ridurre del 40% le emissioni di gas serra⁶⁵. Ne beneficia la flessibilità di chi svolge il lavoro perché se con lo smart working quello che conta è il raggiungimento dell'obiettivo e non il rispetto dell'orario di lavoro, va da sé che tale obiettivo può essere raggiunto quando e dove si desidera⁶⁶. D'altro canto, il 35% identifica come principale criticità legata al lavoro da casa un calo di motivazione e in una situazione di smart working fissa e prolungata le persone potrebbero sentirsi completamente autonome, provare un senso di distacco e non percepire differenze tra il lavorare da remoto per un'azienda piuttosto che per un'altra⁶³, o può anche accadere di sentirsi tagliati fuori da informazioni e contatti che preferiremmo condividere con i colleghi e i superiori e

di avvertire la mancanza dello scambio di idee e di spunti tipici del lavoro in team⁶⁷. Sarà quindi più difficile per le aziende lavorare sul clima aziendale, coinvolgere i dipendenti nelle strategie aziendali, stimolare e verificare a distanza comportamenti virtuosi⁶³. Lo smart working però, non beneficia coloro che non riescono a ritagliare uno spazio nella propria abitazione per lo svolgimento del lavoro, o che non riescono o non possono separare la vita privata e familiare con quella lavorativa⁶⁴; non tutti sono capaci di organizzare la propria giornata lavorativa al di fuori dell'ufficio e questo può sfociare nell'assenza di confini tra il privato e il lavoro e nell'aumento delle ore lavorative in quanto non ci sono orari fissi e ben definiti⁶². Con l'impiego dello smart working le aziende stimano un incremento di produttività del 15% per lavoratore, una riduzione del tasso di assenteismo pari al 20%, risparmi del 30% sui costi di gestione come quelli di mensa, illuminazione, energia, pulizia e degli spazi fisici, sia interni che esterni alla fabbrica che subiranno una netta riorganizzazione^{62,63}; le aziende potrebbero disfarsi di addirittura un quinto dello spazio fisico di cui dispongono⁵⁸.

Se da un lato è importante l'adozione delle tecnologie emergenti dall'altro è necessario avere a disposizione risorse umane competenti, che abbiano una certa dimestichezza con gli strumenti della Factory 4.0. Spesso le aziende faticano a trovare persone altamente qualificate e considerando la distanza dai siti di lavoro molti worker potenzialmente idonei vengono esclusi; ma con lo smart working le aziende riescono ad abbattere le distanze e con le giuste tecnologie a supporto del lavoro agile possono far ricorso a risorse umane non fisicamente vicine all'azienda⁶⁵. Ovviamente il rischio è quello di creare una fuga di cervelli 2.0 in quanto non useremmo le competenze che si dispone nel paese⁶⁸. La sfida per le aziende ora è quella di individuare software che possano realmente agevolare il lavoro da remoto e che dialoghino tra di loro creando un perfetto ecosistema digitale di gestione sia per i lavoratori sia per coloro che devono monitorare progetti e personale⁶⁴. Nel breve periodo lo smart working è impiegato soprattutto per contrastare la diffusione dei contagi favorendo il distanziamento sociale ma ciò non toglie che passato lo stato di emergenza le aziende possano inglobare lo smart working nella loro visione. Infatti, il 64% delle aziende in futuro prevede di implementare un nuovo modello operativo in cui lo smart working avrà un ruolo centrale; il 14% al contrario, passata l'emergenza non sarà più favorevole al lavoro agile; il 9% invece dichiara che per natura del lavoro le persone non possono lavorare in massa da casa; un altro 9% alla luce dell'esperienza fatta durante i mesi di lockdown preferisce operare in sede¹⁹.



Figura 10 Crescita dell'impiego di piattaforme di videoconferenza da febbraio 2020 a giugno 2020⁶⁹

Capitolo 5

Obiettivi e quesiti di ricerca

Lo scopo principale di questo studio è acquisire informazioni approfondite sul ruolo giocato dalle tecnologie abilitanti Industry 4.0 per far fronte alle interruzioni causate dalla diffusione della pandemia da Covid19, attualmente in atto, a danno di molte aziende e catene di approvvigionamento. È uno studio che può aiutare i professionisti dell'industria manifatturiera e dei servizi a quantificare l'impatto della pandemia e a identificare strategie di risposta significative sia a breve che a lungo termine per lo sviluppo di catene di approvvigionamento resilienti e flessibili nonché filiere produttive pronte a gestire interruzioni simili. I quesiti di ricerca sono principalmente due:

- 1) Le realtà produttive e dei servizi hanno fatto ricorso alle tecnologie dell'Industry 4.0 per contrastare gli effetti delle interruzioni causate dal Covid19?
- 2) Se adottate, in che modo le tecnologie 4.0 aiutano l'industria manifatturiera e dei servizi a contrastare interruzioni come quella causata dal Covid19?

Questionario

Un primo tentativo di risposta può derivare dalla somministrazione di un questionario (vedi Appendice) che indaghi attraverso un'analisi di tipo qualitativo qual è stato l'approccio delle aziende verso le tecnologie 4.0 durante la pandemia. Il questionario è organizzato in quattro sezioni; la prima sezione tratta informazioni generali su azienda e interlocutore; la seconda sezione indaga i livelli di adozione

delle tecnologie 4.0 nel periodo precedente alla diffusione della pandemia e i benefici di tali adozioni. La terza sezione analizza in modo quantitativo l'impatto del Covid19 su ciascun livello della supply chain attraverso dati estrapolati dalla letteratura. La quarta sezione è il cuore dell'indagine in quanto permette di definire quali sono state le strategie applicate dalle industrie sia nel breve che nel lungo periodo e come in tali strategie rientrano proprio l'adozione delle tecnologie 4.0.

Sulla scia di un evento dirompente come quello provocato dalla diffusione del Covid19, gli attori significativi nelle catene di approvvigionamento devono prevedere, essere preparati e comprendere l'entità dell'impatto dell'interruzione. Devono elaborare strategie per rispondere rapidamente e riconfigurare le proprie risorse per rafforzare le competenze e adattarsi agli effetti conseguenti¹. In letteratura sono presenti molti studi concentrati principalmente sulla costruzione di supply chain resilienti senza che però venga enfatizzata l'analisi e la ricerca di strategie che possano gestire interruzioni simili a quella in atto. Inoltre, sarebbe bene definire se e in che modo le tecnologie 4.0 rientrano a far parte di quell'insieme di mosse strategiche che permettono a ciascun attore della filiera di preservare quanto più possibile i livelli di business pre-pandemia. Il questionario come la letteratura menziona due diverse strategie, quella proattiva e quella reattiva. La strategia proattiva è guidata dalle tecnologie 4.0 e si basa sullo sviluppo di infrastrutture tecnologiche come la connettività digitale e l'automazione dell'intera catena di approvvigionamento attraverso l'IoT, i Digital Twin e tecnologia Blockchain. Vengono integrate anche la localizzazione delle risorse, la gestione integrata dei rischi nella catena di fornitura e la collaborazione tra tutti i livelli della catena. Pertanto, l'adozione di una strategia proattiva permette a tutti gli attori della filiera di costruire un buon livello di protezione e capacità di azione prima che l'interruzione impatti sul business. D'altra parte, la strategia reattiva si concentra sulla mitigazione delle interruzioni subito dopo che queste si sono manifestate. Si basa principalmente su l'utilizzo Big Data Analytics cioè di un sistema informativo in tempo reale e l'impiego di processo decisionale guidato dai dati. Non solo ma anche mercati virtuali, Simulazione e collaborazione della catena, l'uso strategico della capacità di magazzino, l'attuazione di piani di continuità aziendali per creare processi e sistemi di prevenzione e ripristino e la prossimità decisionale permettono la creazione di strategie reattive che permettono la gestione di un'interruzione.¹ In generale per una maggior tutela, le aziende o l'intera filiera può sviluppare piani di mitigazione del rischio sia di tipo reattivo che proattivo e impiegare quello che si presta meglio all'evento dirompente e ai suoi effetti.

Literature review

Attraverso il questionario si arriva a studiare e definire come il paradigma 4.0 e le tecnologie che lo abilitano permettono l'effettivo contributo nella gestione dei business durante una disruption di portata come il Covid19. Dalla letteratura troviamo risposta alla seconda domanda guida di questo studio.

Tecnologia abilitante Industry 4.0 Contributo delle tecnologie 4.0 contro le interruzioni aziendali provocate dal Covid19

Big Data Analytics ha dimostrato di essere un notevole supporto alle aziende durante le interruzioni nell'aumentare l'elaborazione delle informazioni e razionalizzare il loro processo di selezione dei fornitori, migliorando così le loro capacità predittive contro potenziali interruzioni¹. Si ottiene quindi

- *Riduzione dei rischi della previsione della domanda*
- *Riduzione dei rischi di interruzione delle informazioni*
- *Migliore attivazione dei piani di emergenza*
- *Aumenta la visibilità sulla SC*
- *Aumento del rischio di infobesità*
- ***Aumento dell'esposizione a rischi esterni***
- *Aumento delle applicazioni di algoritmi di intelligenza artificiale per ottenere approfondimenti e conoscenze contro il Covid19.*

IoT

- *Riduce il rischio di interruzione delle informazioni in quanto permette di ottenere le informazioni corrispondenti coinvolte in ogni collegamento e nodo della catena di fornitura in tempo reale, e questo fornisce la base per il processo decisionale in tempo reale per risolvere meglio le interruzioni causate dal Covid19*

- *Migliore attivazione dei piani di emergenza*
- *Riduzione dei rischi e del tempo di approvvigionamento grazie al coordinamento in tempo reale in caso di attivazione delle politiche di emergenza*
- *Controllo dei livelli di stock in tempo reale*
- *Aumenta la visibilità sulla SC*
- *Aumenta la visibilità sul flusso dei materiali impiegati nel processo produttivo*
- *Aumento dell'esposizione a rischi esterni*
- *Migliora le performance di e-commerce*

Cybersecurity

- *Migliora la trasparenza dei processi di produzione e può monitorare i vari servizi nelle attività di produzione in tempo reale per facilitare la risoluzione dei problemi.*
- *Aumenta la protezione per lo smart working*
- *Riduzione dei rischi di interruzione delle informazioni*
- *Abilita un uso più massiccio del cloud*
- *Aumenta la sicurezza dell'e-commerce*

Cloud

- *Aumenta l'elaborazione dei dati in tempo reale per la gestione delle interruzioni della SC*
 - *Migliora la pianificazione e la gestione dei processi produttivi verificatesi durante le interruzioni utilizzando informazioni sempre aggiornate*
 - *Aumenta la visibilità sulla SC*
-

- *Riduce il rischio di interruzione delle forniture*
- *Riduce il rischio di interruzione delle informazioni*
- *Migliora il rapporto di collaborazione tra le SC e tra i diversi attori delle SC*
- *Migliora la rapidità di riconversione degli impianti produttivi in caso di gravi interruzioni*
- ***Aumento dell'esposizione a rischi esterni***
- ***Abilita all'effetto a catena***
- ***Migliora le performance dell'e-commerce***

Manifattura Additiva- stampa 3D

- *Abilita alla produzione di piccoli lotti*
 - *Migliora la corrispondenza tra domanda e offerta con una profonda customizzazione dei prodotti*
 - *Amplia il portfolio prodotti*
 - *Riduce la complessità delle Sc tradizionali diventando più corte e semplici*
 - *Favorisce la localizzazione delle SC e svincola le dipendenze da SC internazionali; di conseguenza l'effetto a catena è limitato*
 - *Riduce i costi di gestione del magazzino e di trasporto*
 - *Lo stoccaggio di prodotti finiti diventa meno importante e persino non necessario*
 - *Riduce il time to market e il lead time*
 - *Aumento della flessibilità in quanto la produzione riesce a sopperire alla mancanza di materie prime e parti non consegnate a causa del covid19*
 - ***Aumento dell'efficienza nel controllo del magazzino***
-

Robotica

- *Abilita al distanziamento sociale*
- *Abilita alla riconversione del sito produttivo durante una disruption*
- *Aumenta la flessibilità in quanto la robotica collaborativa può essere impiegata su diverse tipologie di attività e su più fronti produttivi*
- *Riduzione dei lead time*
- *Migliora l'utilizzo della capacità produttiva e per i settori che durante il covid19 hanno visto un incremento della domanda facilita l'aumento della produzione*
- *Abilita ad una produzione personalizzata*
- *Aumenta la reattività di risposta sopperendo alle carenze di personale*
- *Abilita alla creazione di Digital twin*

Simulazione

- *Aumenta la connettività*
 - *Incremento del supporto alle decisioni*
 - *Migliora l'efficienza di progettazione, funzionamento, controllo e gestione per far fronte a Covid19*
 - *Abilita all'installazione remota, al test, al monitoraggio e alla manutenzione delle apparecchiature di produzione quando è difficile per gli ingegneri essere in loco*
 - *Aumenta la visibilità sulla SC*
 - *Aumenta l'esposizione a rischi esterni*
 - *Aumenta l'ottimizzazione proattiva e resiliente della SC con la simulazione del comportamento dinamico della SC in caso di possibili interruzioni o scenari di interruzione*
 - *Riduce il rischio di interruzione delle informazioni in quanto si hanno a disposizione aggiornamenti in tempo*
-

reale sulla portata e l'evoluzione delle disruption provocate dal covid19

- *Permette di simulare il comportamento di diverse politiche di recupero*

Realtà aumentata

- *Abilita all'installazione remota, al test, al monitoraggio e alla manutenzione delle apparecchiature di produzione quando è difficile per gli ingegneri essere in loco*
 - *Garantisce un elevato livello di assistenza al cliente nonostante l'interruzione delle normali attività*
 - *Si riducono i costi legati a spostamenti*
 - *Arricchisce il flusso informativo*
 - *Garantisce la business continuity*
 - *Aumenta la flessibilità e la resilienza*
 - *Abilita ad una migliore esperienza di acquisto: tramite riviste interattive il cliente può verificare ulteriormente la corrispondenza tra domanda e offerta*
-

Capitolo 6

Conclusioni



Figura 11 Cosa insegna il Covid19?¹⁹

Alla luce di tutto questo, il paradigma Industria 4.0 ha oggi un ruolo differente rispetto a prima della pandemia, quando era visto essenzialmente come una modalità di ottimizzazione e, in sostanza, di incremento dei ricavi. Ora deve assicurare la sopravvivenza delle aziende, il loro ritorno ai livelli di business pre-Covid19 e inoltre deve fornire quegli strumenti necessari alla costruzione di un new business maggiormente resiliente nel medio e nel lungo termine⁶. Ciascuna industria ha una propria visione e strategia di risposta al rischio e all'interruzione che si traduce in tempi diversi di recupero delle perdite. Tra le nuove tecnologie, l'impiego dei Big Data Analytics è considerata quella con maggiori potenzialità per la ripartenza post-Covid19 delle aziende italiane ma comunque l'80% delle realtà italiane si affiderà alle tecnologie emergenti per riprendersi dalla crisi e il 42% pensa che entro il 2021 ritornerà ai ricavi pre-pandemia³¹. Le singole tecnologie esistono da anni e certo hanno visto una maturazione significativa ma da sole non giustificano il salto di produttività promesso da Industria 4.0; prese singolarmente sono insufficienti per portare nel new normal un cambiamento esteso dei processi industriali; serve un sistema che faccia comunicare tra loro tutti i protagonisti ,fornitori, ingegneri, decision maker, imprenditori, gli esperti di marketing, abilitando così una nuova creatività che non solo aiuti a risolvere i se pur rilevanti problemi contingenti e verticali ma abiliti nuovi modelli di business anche per le PMI⁷⁰. L'emergenza sanitaria causata dalla pandemia di Covid-19, e il conseguente

lockdown delle attività, ha messo a dura prova i bilanci delle piccole e medie aziende italiane. Contrazione del fatturato, liquidità insufficiente, nuovi costi da affrontare, sono solo alcune delle numerose sfide che gli imprenditori si troveranno ad affrontare nei prossimi mesi per far ripartire le attività¹⁸. Assisteremo quindi, per cogliere un aspetto positivo, ad un periodo di grande creatività che vedrà la nascita di nuovi strumenti, professionali e personali, emersi per produrre e governare il cambiamento imposto dalla crisi; questo sarà sicuramente un terreno fertile per tutti, organizzazioni e individui, sul quale e dal quale ripartire³, per tutti i leader aziendali che sono chiamati a ripensare al un nuovo modello di business e potrebbe favorire il rapido insorgere di nuovi competitor ma allo stesso tempo presentare anche opportunità per creare un futuro migliore per dipendenti e clienti¹⁸. Le previsioni di investimento in processi digitali nel 2020 parlano di stagnazione e in alcuni casi anche di contrazione rispetto all'anno appena trascorso, confermando una visione di sviluppo in ottica 4.0 ancora troppo timida. L'avversione nell'allocare investimenti in digitalizzazione da una parte è spiegata da una visione imprenditoriale che guarda più al breve che al medio lungo termine, dall'altra dalla presenza di alcuni elementi di freno, quali i costi di acquisto dei servizi digitali percepiti come troppo elevati dal 27% delle imprese, la mancanza di competenze e di cultura digitale nell'organizzazione per il 24% e lo scarso supporto da parte delle istituzioni per l'11%. La relazione tra le PMI e la filosofia Industry4.0 non è ancora matura e meno del 26% delle PMI nel 2020 è digitalmente maturo ed è pronta a sfidare i mercati mondiali facendo leva su tecnologie avanzate e processi produttivi digitalizzati²⁶.

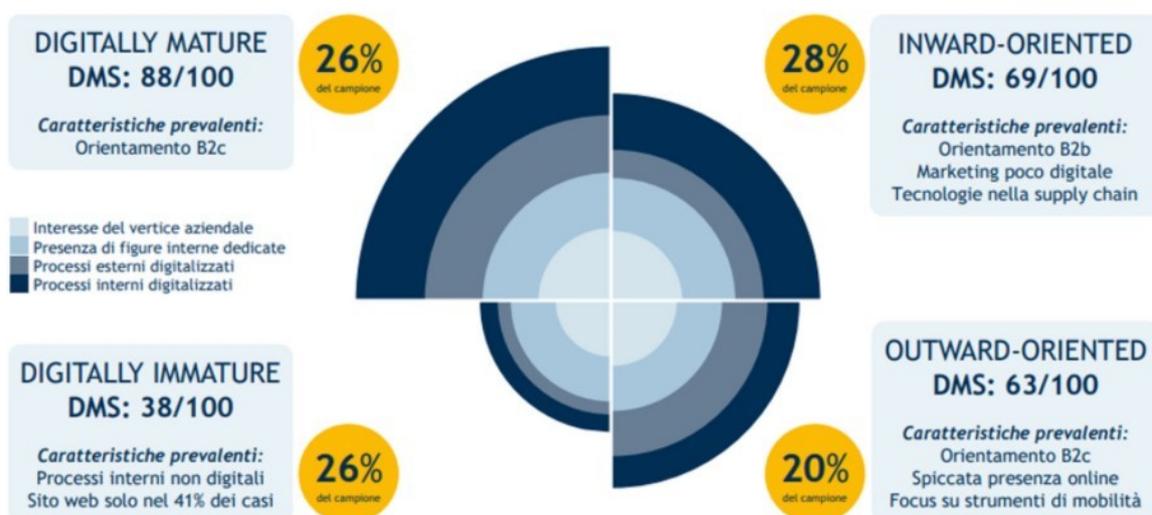


Figura 12 I quattro profili digital delle PMI italiane²⁶

Affinché si diffonda davvero innovazione digitale nelle PMI servono più investimenti in tecnologia e anche di un salto di qualità da parte della forza lavoro, che non potrà più essere composta solo da operatori di linea e manutentori dei macchinari, ma inizierà ad avere bisogno di nuove skill e competenze gestionali per approdare nella maniera migliore in questi nuovi ambienti produttivi. Naturalmente il processo di innovazione richiederà la creazione di nuove figure professionali in azienda, ad esempio responsabili della programmazione e della manutenzione, e un'intensa attività di formazione del personale, perché saranno necessarie sempre più competenze di robotica, automazione industriale, visione artificiale e gestione della sicurezza, abbinata ad approfondite conoscenze delle tecnologie in evoluzione come Internet of Things, Intelligenza Artificiale e Machine Learning⁴⁰. In virtù del periodo storico che stiamo vivendo è importante che le aziende non oppongano resistenza al cambiamento e all'evoluzione e che nella loro visione la tecnologia faccia parte della soluzione e non del problema in modo da garantire la business continuity anche in presenza di eventi del tutto imprevisti e sconvolgenti. Vitale per le aziende è la spinta alla digitalizzazione affiancata dalla sostenibilità, non solo per contrastare la crisi del momento. Gli obiettivi restano gli stessi, ciò che deve cambiare sono gli strumenti, che devono essere conformi alle rinnovate necessità dei consumatori, sempre più esigenti e consapevoli, e di un mercato che non è lo stesso di qualche mese fa, un mercato che cambierà ancora⁶³. È imperativo per le aziende guardare oltre l'immenso sconvolgimento di oggi, effettuare azioni di salvataggio nel breve periodo e rivedere in ottica strategica le pianificazioni per il lungo termine⁵².

Appendice

Questionario

Informazioni generali riguardo l'azienda

- Anni di esperienza dell'azienda
- Numero dei dipendenti
- Modello di business
 - B2B
 - B2C
 - Altro (specificare):
- Settore/i di attività
 - Alimentare/bevande
 - Tessile/abbigliamento
 - Legno/carta/stampa
 - Chimico/farmaceutico
 - Gomma/plastica
 - Metallurgico
 - Elettronico

- Automotive/altri mezzi di trasporto
- Manutenzione
- Altro (specificare):
- Offrite
 - Prodotto/i
 - Servizio/i
 - Entrambi
 - Altro (specificare):
- Selezionare a che livello della supply chain si trova l'azienda
 - Fornitore
 - Produttore
 - Vendita all'ingrosso
 - Vendita al dettaglio
 - Cliente
- Qual è la dimensione della tua azienda?
 - Microimpresa
 - Piccola impresa
 - Media impresa
 - Grande impresa
- Dove è situata la tua azienda?
 - Europa. Se sì, in quale stato?
 - Asia. Se sì, in quale stato?
 - Africa. Se sì, in quale stato?
 - Stati Uniti d'America. Se sì, in quale stato?
 - Altro (specificare):
- Principale fonte di vantaggio competitivo dell'azienda
 - Leadership di costo
 - Differenziazione
 - Focalizzazione
 - Altro (specificare):

Informazioni generali riguardo l'intervistato

- Ruolo svolto attualmente nell'azienda
 - CEO/MD
 - Direttore supply chain
 - Manager supply chain
 - Manager
 - Planning manager
 - Manager di magazzino
 - Altro (specificare):
- Anni di esperienza nella mansione attuale:

Adozione delle tecnologie del paradigma Industry 4.0 pre-Covid19

- Precedentemente al covid19, quanto budget veniva destinato all'adozione di tecnologie 4.0?
- Su quale/i tecnologia/e 4.0 venivano investiti?
 - Big Data Analytics
 - Internet of Things
 - Cybersecurity
 - Cloud
 - Manifattura additiva
 - Robotica
 - Simulazione
 - Realtà aumentata
- Per ogni tecnologia selezionare, se adottata il campo in cui è stata adottata, gli strumenti che la abilitano, da quanto tempo è stata introdotta; se non adottata selezionare la causa.

➤ Big Data Analytics

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Descrittiva/ diagnostica ○ Intelligenza artificiale ○ Predittiva ○ Prescrittiva ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costoso ○ In fase di test
---	---	-------------------	---

➤ Internet of Things

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ RFID ○ Sensori ○ Sistemi di posizionamento globale ○ Sistemi di scansione in tempo reale ○ Altro(specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
---	---	-------------------	---

➤ Cybersecurity

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemi di crittografica ○ Scanner antivirus ○ Scanner di firme 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi
--	---	-------------------	---

<ul style="list-style-type: none"> ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rilevamento anomalie ICT ○ Altro (specificare) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
--	---	--	---

➤ Cloud

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Archiviazione dati ○ Organizzazione dati ○ Analisi dati ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
--	--	--------------------------	--

➤ Manifattura additiva

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Prototipi ○ Piccoli lotti ○ Test ○ Con uso di materiali intelligenti ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
--	---	--------------------------	--

➤ Robotica

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cobot ○ AGV ○ Macchine intelligenti ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
--	--	--------------------------	--

➤ Simulazione

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT ○ Relazioni esterne 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Simulazione di prodotto ○ Simulazione del processo ○ Digital twins ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
---	---	-------------------	---

➤ Realtà aumentata

<ul style="list-style-type: none"> ○ R&D ○ Produzione e qualità ○ Logistica e acquisti ○ Marketing ○ Vendite ○ Amministrazione e finanza ○ Gestione del personale ○ Sistemi informativi IT 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Realtà aumentata ○ Realtà virtuale ○ Altro (specificare) 	Anno di adozione:	<ul style="list-style-type: none"> ○ Non necessaria ○ Sono presenti strumenti alternativi ○ Carenza di abilità d'uso ○ Investimento troppo costo ○ In fase di test
--	--	-------------------	---

- Precedentemente al Covid19, le infrastrutture aziendali erano sufficienti a supportare la/le tecnologia/e introdotte?
 - Sì
 - No. Specificare cosa manca
- Precedentemente al Covid19, In una prima fase di adozione, vi siete serviti di team specializzati per sviluppare le competenze tecniche relative all'uso della tecnologia?
 - Sì
 - No
- Quali sono stati i benefici di tali investimenti nel periodo pre-Covid19
 - Aumento della produttività
 - Maggior efficacia ed efficienza
 - Riduzione dei costi
 - Diminuzione del time to market
 - Miglioramento della custom experience
 - Miglioramento della sicurezza
 - Aumento della resilienza
 - Aumento dell'interoperabilità
 - Maggior competitività aziendale
 - Maggior flessibilità
 - Aumento della sostenibilità ambientale

- Altro (specificare):
- Tali benefici hanno rispecchiato gli obiettivi prefissati dell'azienda?
 - Sì
 - No
 - In parte

Impatto del Covid19 su azienda/supply chain

- In che misura su una scala da 1, impatto basso, a 5 impatto drastico, il Covid19 sta influenzando il business dell'azienda o della supply-chain in termini di

	1	2	3	4	5
Interruzione della rete distributiva e di approvvigionamento	<input type="radio"/>				
Disponibilità di materie prime, semilavorati e prodotti finiti	<input type="radio"/>				
Disponibilità della risorsa umana	<input type="radio"/>				
Disponibilità di fornitori	<input type="radio"/>				
Gestione del magazzino	<input type="radio"/>				
Tempi di consegna	<input type="radio"/>				
Capacità produttiva	<input type="radio"/>				
Catena del valore	<input type="radio"/>				
Logistica	<input type="radio"/>				
Domanda	<input type="radio"/>				
Vendite	<input type="radio"/>				
Impatto economico – profitto	<input type="radio"/>				
Costi	<input type="radio"/>				
Commercio internazionale	<input type="radio"/>				
Rapporto con il cliente	<input type="radio"/>				

Strategie impiegate nel breve termine per contrastare il Covid19

- Su che tipo di strategia vi siete orientati nel breve termine per far fronte al Covid19?
 - Proattiva
 - Reattiva
 - Altro (specificare)
- Quale/i strumento/i o tecnologia/e vi ha permesso di adottare una strategia nel breve termine per contrastare il covid19?
 - Attuazione dei piani di continuità aziendale
 - Gestione integrata dei rischi della catena di fornitura
 - Sistemi informativi basati su Big Data Analytics e Real time
 - Internet of Things
 - Cybersecurity
 - Cloud computing

- Manifattura additiva
- Robotica
- Simulazione
- Realtà aumentata
- Risorse umane
- Collaborazione nella supply chain
- Ecosistema locale/regionale
- Mercati virtuali
- Nessuna
- Altro (specificare)
- In una prima fase di adozione, vi siete serviti di team specializzati per sviluppare le competenze tecniche relative all'uso della tecnologia?
 - Sì
 - No
- Nel breve termine, l'impiego di tali strumenti ha funzionato?
 - Sì
 - No
 - In parte. Specificare cosa non ha funzionato.
- Nella prima fase della pandemia, le infrastrutture aziendali erano pronte a supportare le tecnologie introdotte?
 - Sì
 - No. Specificare
- Per far fronte all'interruzione provocata dal Covid19, avete impiegato tecnologie e/o strumenti completamente nuovi nell'esperienza aziendale/ della supply chain?
 - No
 - Sì. Quale?
- Con che livello di efficacia ed efficienza la strategia adottata nel breve termine ha contrastato gli effetti negativi della diffusione del Covid19?
 - Inefficacie e inefficiente
 - Poco efficace e poco efficiente
 - Molto efficace e molto efficiente

Strategie impiegate nel lungo termine per contrastare il Covid19

- Su che tipo di strategia vi siete orientati nel lungo termine per far fronte al Covid19?
 - Proattiva
 - Reattiva
 - Altro (specificare)
- Quale/i strumento/i vi ha permesso di adottare una strategia nel lungo termine per contrastare il covid19?
 - Gestione integrata dei rischi della catena di fornitura
 - Sistemi informativi basati su Big Data Analytics e Real time
 - Internet of Things
 - Cybersecurity
 - Cloud computing
 - Manifattura additiva

- Robotica
 - Simulazione
 - Realtà aumentata
 - Risorse umane
 - Collaborazione nella supply chain
 - Ecosistema locale/regionale
 - Mercati virtuali
 - Nessuna
 - Altro (specificare)
- La strategia definita per il lungo periodo ha tenuto conto dei risultati ottenuti dalla strategia del breve periodo?
- No. Perché?
 - Si

Bibliografia

1. Belhadi A, Kamble S, Jabbour CJC, Gunasekaran A, Ndubisi NO, Venkatesh M. Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-19 outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries. *Technol Forecast Soc Change*. Published online November 2020:120447. doi:10.1016/j.techfore.2020.120447
2. Che cos'è l'Industria 4.0 e perché è importante saperla affrontare | Economyup. Accessed December 19, 2020. <https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>
3. Come si comporteranno le aziende dopo la crisi da covid-19? - Manageritalia. Accessed December 19, 2020. <https://www.manageritalia.it/it/economia/come-si-comporteranno-le-aziende-dopo-la-crisi-da-covid-19>
4. Industria 4.0 leva anti-crisi. Parte la caccia agli esperti digitali - CorCom. Accessed December 19, 2020. <https://www.corrierecomunicazioni.it/industria-4-0/industria-4-0-leva-anti-crisi-parte-la-caccia-agli-esperti-digitali/>
5. La manifattura additiva in prima linea contro il Covid-19 - Wide. Accessed December 19, 2020. <https://www.widemagazine.net/la-manifattura-additiva-in-prima-linea-contro-il-covid-19/>
6. Come adottare il paradigma Industria 4.0 nella ripresa post-pandemia. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriequattropuntozero.it/2020/09/09/come-adottare-il-paradigma-industria-4-0-nella-ripresa-post-pandemia/>
7. Il ruolo della robotica collaborativa nella produzione post Covid-19 - Automazione News. Accessed December 19, 2020. <https://www.automazione.news/it/il-ruolo-della-robotica-collaborativa-nella-produzione-post-covid-19/>
8. Covid-19, il ruolo della robotica durante una pandemia | OggiScienza. Accessed December 19, 2020. <https://oggiscienza.it/2020/05/05/covid-19-robotica/>

-
9. Oltre “Immuni”: combattere il virus con i Digital Twin - Sicilian Post. Accessed December 19, 2020. <https://www.sicilianpost.it/oltre-immuni-combattere-il-virus-con-i-digital-twin/>
 10. Aziende e ripartenza: due diversi scenari per la riapertura post Covid. Accessed December 19, 2020. <https://www.smeup.com/sme-up-informa/aziende-e-ripartenza-riapertura-covid-19/>
 11. Italia: peggio alle spalle, ecco settori più colpiti da Covid | Investire.biz. Accessed December 19, 2020. <https://investire.biz/articoli/analisi-previsioni-ricerche/economia-politica-diritto/coronavirus-italia-settori-colpiti-effetti-covid-industria>
 12. Prometeia-Intesa Sanpaolo: automotive e moda i settori più colpiti dal Covid. Accessed December 19, 2020. <http://www.businesspeople.it/Business/Economia/Prometeia-Intesa-Sanpaolo-settori-colpiti-Covid-115940>
 13. Aziende 4.0, ecco l’impatto del Covid-19: l’analisi del Politecnico di Milano | Agenda Digitale. Accessed December 19, 2020. <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/essere-unazienda-4-0-ai-tempi-del-covid-le-sfide-per-sicurezza-efficienza-e-competitivita/>
 14. Strategia di marketing digitale post covid-19 | Labelium. Accessed December 19, 2020. <https://www.labelium.com/blog/it/strategia-marketing-digitale-post-covid-19/>
 15. Il Business dopo il Coronavirus: le decisioni che possono salvare l’azienda. Accessed December 19, 2020. <https://www.digital4.biz/executive/business-dopo-coronavirus/>
 16. Editorbrand01. Gfk: il mercato della tecnologia di consumo italiano riprende e si avvia verso la normalità. Brand News. Published June 15, 2020. Accessed January 25, 2021. <https://www.brand-news.it/intelligence/dati/gfk-il-mercato-della-tecnologia-di-consumo-italiano-riprende-e-si-avvia-verso-la-normalita/>
 17. Post-Covid: microimprese in crisi di liquidità - PMI.it. Accessed December 19, 2020. <https://www.pmi.it/economia/mercati/339543/post-covid-microimprese-in-crisi-di-liquidita.html>
 18. Imprese post-Covid: quattro strategie per crescere nel futuro. Accessed December 19, 2020. https://www.eulerhermes.com/it_IT/news-e-approfondimenti/eh-community/business-tips/imprese-post-covid-quattro-strategie-per-crescere.html
 19. Innovazione business: soluzioni post Covid-19 - PMI.it. Accessed December 19, 2020. <https://www.pmi.it/tecnologia/prodotti-e-servizi-ict/338485/coronavirus-strategie-digitali-post-covid-19.html>
 20. Il settore manifatturiero alla sfida del post Covid-19: quali nuovi scenari - Industry 4 Business. Accessed December 19, 2020. <https://www.industry4business.it/industria-4-0/il-settore-manifatturiero-alla-sfida-del-post-covid-19-quali-nuovi-scenari/>
 21. Industria 4.0 ai tempi del Covid: gli scenari possibili. Accessed December 19, 2020. <https://www.teknoring.com/news/internet-of-things/industria-4-0-covid-scenari-possibili/>
 22. Agrawal M, Eloit K, Mancini M, Patel A. Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after COVID-19. :11.
 23. BiFactory, i “dati di qualità” al centro dell’industria e del suo mutamento | Internet 4 Things. Accessed December 19, 2020. <https://www.internet4things.it/industria-4-0/bifactory-i-dati-di-qualita-al-centro-dellindustria-e-del-suo-mutamento/>

-
24. Shen W, Yang C, Gao L. Address business crisis caused by COVID-19 with collaborative intelligent manufacturing technologies. *IET Collab Intell Manuf.* 2020;2(2):96-99. doi:10.1049/iet-cim.2020.0041
 25. Industry-19 o COVID 4.0? - Drop.it. Accessed December 19, 2020. <https://www.drop.it/2020/04/02/industry-19-o-covid-4-0/>
 26. Innovazione digitale nelle PMI 2020, ecco a che punto siamo | ZeroUno. Accessed December 19, 2020. <https://www.zerounoweb.it/trends/dinamiche-di-mercato/innovazione-digitale-nelle-pmi-2020-ecco-a-che-punto-siamo/>
 27. L'Industria 4.0 ai tempi del Covid-19 - Reportec. Accessed December 19, 2020. <https://www.reportec.it/2020/06/24/lindustria-4-0-ai-tempi-del-covid-19/>
 28. Osservatorio Big data & Business analytics 2020: il mercato frena. ZeroUno. Published November 27, 2020. Accessed January 25, 2021. <https://www.zerounoweb.it/analytics/big-data/osservatorio-big-data-business-analytics-2020-il-mercato-frena/>
 29. DIGITALIZZAZIONE E REMOTIZZAZIONE AI TEMPI DEL COVID | AEPI Group. Accessed December 19, 2020. <https://aepi-group.it/digitalizzazione-e-remotizzazione-ai-tempi-del-covid/>
 30. Investire in cyber security nel 2020, cosa stanno facendo le aziende? | ZeroUno. Accessed December 19, 2020. <https://www.zerounoweb.it/techtarget/searchsecurity/cybersecurity/investire-in-cyber-security-nel-2020-cosa-stanno-facendo-le-aziende/>
 31. Ripresa post-Covid: le aziende italiane si affidano all'intelligenza artificiale. Accessed December 19, 2020. <https://www.italiaonline.it/risorse/ripresa-post-covid-le-aziende-italiane-si-affidano-all-intelligenza-artificiale-2719>
 32. Aless A cura di:, Piva ro. Il mercato della security in Italia: in quali aree investono le aziende? ICT Security Magazine. Published March 25, 2020. Accessed January 26, 2021. <https://www.ictsecuritymagazine.com/articoli/il-mercato-della-security-in-italia-in-quali-aree-investono-le-aziende/>
 33. Smart working e cloud computing: come la digitalizzazione salverà le aziende oltre l'emergenza. Accessed December 20, 2020. <https://www.ipsoa.it/documents/lavoro-e-previdenza/amministrazione-del-personale/quotidiano/2020/04/20/smart-working-cloud-computing-digitalizzazione-salvera-aziende-emergenza>
 34. La diffusione del cloud in Italia e il suo impatto economico - ictBusiness.it. Accessed December 19, 2020. <https://www.ictbusiness.it/cont/news/la-diffusione-del-cloud-in-italia-e-il-suo-impatto-economico/44647/1.html>
 35. redazione. L'emergenza Covid-19 fa crescere il mercato italiano dei servizi cloud. Accessed January 26, 2021. <https://www.impresedilnews.it/osservatorio-cloud-transformation-school-of-management-del-politecnico-di-milano-mercato-italiano-del-cloud-2020/>
 36. Manifattura additiva propulsore della ripresa. Parola di Hp - Industria Italiana. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriaitaliana.it/hp-stampa-3d-digital-manufacturing-reskilling/>
 37. Additive manufacturing: le tre lezioni della crisi del Coronavirus - Industrie 4.0. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriequattropuntozero.it/2020/06/23/additive-manufacturing-le-tre-lezioni-della-crisi-del-coronavirus/>

-
38. La stampa 3D in Italia è un business in continua crescita - Industrie 4.0. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriequattropuntozero.it/2020/07/27/la-stampa-3d-in-italia-e-un-business-in-continua-crescita/>
 39. Il ruolo della robotica e dell'automazione per la gestione della crisi e per la ripresa - Innovation Post. Accessed December 19, 2020. <https://www.innovationpost.it/2020/06/19/emergenza-covid-19-e-robotica-presente-e-futuro-dellautomazione-industriale-nella-ripresa/>
 40. L'importanza dell'automazione nell'industria post Covid-19. Accessed December 20, 2020. https://www.bimag.it/impres/automazione-industry-summit-industria-4-0_459397/
 41. Industria 4.0, il ruolo dei Digital Twin per le fabbriche intelligenti | Agenda Digitale. Accessed December 19, 2020. <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/industria-4-0-il-ruolo-dei-digital-twin-per-le-fabbriche-intelligenti/>
 42. Dialogo tra It e Ot e digital twin: gli elementi per uscire dalla crisi - ictBusiness.it. Accessed December 19, 2020. <https://www.ictbusiness.it/cont/news/dialogo-tra-it-e-ot-e-digital-twin-gli-elementi-per-uscire-dalla-crisi/44666/1.html?linkId=30000000559022>
 43. News Details. Accessed January 26, 2021. <http://www.industrysourcing.com/mobile/article/details.html?id=320133>
 44. Realtà aumentata: tecnologia abilitante per supportare la crescita delle aziende in ottica transizione 4.0. Accessed December 19, 2020. <https://leyton.com/it/2020/07/15/realta-aumentata-tecnologia-abilitante-per-supportare-la-crescita-delle-aziende-in-ottica-transizione-4-0/>
 45. Realtà aumentata, cos'è e come utilizzarla per l'assistenza da remoto. Accessed December 19, 2020. <https://www.digital4.biz/executive/realta-aumentata-cose-come-funziona-e-ambiti-applicativi-in-italia/>
 46. La Realtà Virtuale immersiva entra nei processi produttivi. Accessed December 19, 2020. https://www.eulerhermes.com/it_IT/news-e-approfondimenti/eh-magazine/sezione-business/economia-circolare/realta-virtuale-e-aumentata-in-azienda.html
 47. Pay Per Use e incentivi Trasformazione 4.0 | Real Comm srl. Accessed December 19, 2020. <https://www.realcomm.it/it/blog/pay-use-e-incentivi-trasformazione-40>
 48. La service transformation come prospettiva di sviluppo per il post-lockdown - Industry 4 Business. Accessed December 19, 2020. <https://www.industry4business.it/servitization/la-service-transformation-come-prospettiva-di-sviluppo-per-il-post-lockdown/>
 49. Cloud Computing, cos'è e perché sta maturando anche in Italia. Accessed December 19, 2020. <https://www.tdblog.it/cloud-computing-cose-e-perche-sta-maturando-anche-in-italia/>
 50. Pay-per-use e as-a-service: evoluzione di Hpe GreenLake per le pmi nel post Covid - Industria Italiana. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriaitaliana.it/hpe-greenlake-ict-pmi-covid-hybrid-cloud-venturi-bassoli/>
 51. Supply Chain: chi ha investito in digitale ha affrontato meglio il lockdown - Industry 4 Business. Accessed December 19, 2020. <https://www.industry4business.it/industria-4-0/supply-chain-chi-ha-investito-in-digitale-ha-affrontato-meglio-il-lockdown/>

-
52. Nell'era post-coronavirus le aziende vincenti saranno quelle "leggere", veloci e super tecnologiche. Accessed December 20, 2020. https://www.financiallounge.com/news/2020/05/22/aziende-tecnologia-futuro/?refresh_CE
 53. Dopo l'emergenza Covid-19 per le aziende è il momento del Risk Management - Reportec. Accessed December 19, 2020. <https://www.reportec.it/2020/06/16/dopo-lemergenza-covid-19-le-aziende-e-il-momento-del-risk-management/>
 54. Supply Chain: come cambiano in funzione dell'emergenza Covid-19 - Industry 4 Business. Accessed December 19, 2020. <https://www.industry4business.it/esperti-e-analisti/supply-chain-come-cambiano-in-funzione-dellemergenza-covid-19/>
 55. Il Covid-19 fa bene (almeno) all'e-commerce: nel 2020 atteso +26%. Accessed December 19, 2020. <https://startupitalia.eu/133527-20200707-covid-19-bene-almeno-allecommerce-nel-2020-atteso-26>
 56. Covid-19 ed E-commerce: la crescita degli acquisti online - Economia - ANSA.it. Accessed December 19, 2020. https://www.ansa.it/pressrelease/economia/2020/10/14/covid-19-ed-e-commerce-la-crescita-degli-acquisti-online_056dc908-615d-4cd4-a59e-58e887f9f4b1.html
 57. Cosa ne sarà del mondo e-commerce post covid-19? | Gerarda & Marcello. Accessed December 19, 2020. <https://gerardaemarcello.it/blog/e-commerce/cosa-ne-sara-del-mondo-e-commerce-post-covid-19/>
 58. Post Covid per lavoro, retail e aziende: non tutto tornerà come prima. Accessed December 19, 2020. <http://www.businesspeople.it/Storie/Attualita/Post-Covid-lavoro-retail-aziende-non-tutto-tornera-come-prima-115133>
 59. E-commerce, è boom. Cosa succederà nel post Covid? | MEET. Accessed December 19, 2020. <https://www.meetcenter.it/it/e-commerce-boom-post-covid/>
 60. COVID-19 e eCommerce: boom di vendite online. Accessed December 19, 2020. <https://business.trustedshops.it/blog/coronavirus-cambia-ecommerce>
 61. È stato il Coronavirus a menare la danza della digital transformation industriale italiana - Industria Italiana. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriaitaliana.it/made-coronavirus-industria-digitalizzazione-smartworking-aziende-marco-taisch-siemens-sap/>
 62. Il lavoro agile o "smart working": pro e contro della flessibilità lavorativa - Il Faro Online. Accessed December 19, 2020. <https://www.ilfaroonline.it/dal-territorio/il-lavoro-agile-o-smart-working-pro-e-contro-della-flessibilita-lavorativa/>
 63. Remote working: la possibile evoluzione «smart» post Covid-19 - Il Sole 24 ORE. Accessed December 19, 2020. <https://www.ilsole24ore.com/art/remote-working-possibile-evoluzione-smart-post-covid-19-ADNck10>
 64. Smartworking: analizziamo i pro e i contro | PEOPLELINK. Accessed December 19, 2020. <https://www.peoplelink.it/blog/smartworking-analizziamo-i-pro-e-i-contro/>
 65. 7 motivi per cui il lavoro da remoto continuerà anche dopo il Covid-19. Accessed December 19, 2020. <https://www.cwi.it/attualita/coronavirus/7-motivi-per-cui-il-lavoro-da-remoto-continuera-anche-dopo-il-covid-19-130221>
 66. Smartworking e organizzazione del lavoro, analisi pro e contro | Fiabilis. Accessed December 19, 2020. <https://fiabilis.it/smartworking-pro-contro-dipendenti-e-aziende/>

-
67. Smart Working durante e dopo il Covid: Pro e Contro. Accessed December 19, 2020. <https://www.riskcompliance.it/news/smart-working-durante-e-dopo-il-covid-pro-e-contro/>
 68. Le tecnologie entrate in fabbrica col Covid hanno spinto la produttività. E ora? - Industria Italiana. Accessed December 19, 2020. <https://www.industriaitaliana.it/made-marco-taisch-digitalizzazione-industria-sap-siemens-innovazione-covid-manifattura-tecnologia/>
 69. Piattaforme per la videoconferenza: Zoom e Teams crescono in maniera impressionante, Skype for Business sprofonda. Hardware Upgrade. Accessed January 25, 2021. https://edge9.hwupgrade.it/news/innovazione/piattaforme-per-la-videoconferenza-zoom-e-teams-crescono-in-mania-impresionante-skype-for-business-sprofonda_90369.html
 70. Industria 4.0 e Covid, focus sulle esperienze Digital new normal. Accessed December 19, 2020. <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/la-trasformazione-digitale-ai-tempi-del-covid-19-dalla-prospettiva-tecnologica-allo-sviluppo-organizzativo/>

Ringraziamenti

È il viaggio che conta, non la destinazione.

Le prime persone che hanno fatto parte di questo viaggio sono state Daniele, Eleonora e Francesco i miei primi coinquilini; mi hanno accolta con un calore immenso e fin da subito hanno saputo leggere attraverso gli sguardi spenti e i sorrisi a metà di una matricola turbata e difficile come me, quel po' di malessere che mi portavo dietro e continuava a crescere. Francesco è stato per tre anni parte fondamentale di un percorso personale più che professionale. La nostra era una famiglia. Quanta esperienza di vita ho fatto con voi. Non vi ringrazierò mai abbastanza. Il viaggio è iniziato con Elena e Matu. In Elena mi ci sono rivista tanto e grazie a lei ho capito che anche se le situazioni ci sembrano più grandi di noi vanno affrontate con determinazione. Matu c'è stata dall'inizio alla fine e insieme abbiamo imparato che gli ostacoli esistono per essere superati. Ci siamo fatte compagnia e guardando indietro vedo che siamo cresciute tanto. Al viaggio si sono unite Sara, fonte inesauribile di sostegno e bontà, e Chiara. Proprio casa di Matu era il luogo dove spesso ci divertivamo con Taboo e Cluedo tutti insieme. Con serate fatte di semplicità ci raccontavamo, conoscevamo e ci divertivamo e il tempo volava. Alessia e Federica mi hanno fatto scoprire e vivere la città di Fermo; le nostre passeggiate duravano ore e ore e con loro ho scoperto ogni angolo più nascosto della città. Noi tre abbiamo un viaggio in sospenso. Da ognuno di loro ho imparato qualcosa per questo vi dico GRAZIE. Con il Covid19 purtroppo non ci siamo potuti vivere a pieno l'ultimo anno di questo viaggio ma sicuramente ha permesso di approfondire amicizie come quella con Vittorio e Alessia che mi porto nel cuore e con cui sono sicura il viaggio continui.

Vorrei ringraziare il Prof. Maurizio Bevilacqua, relatore di questa tesi di laurea, per le enormi conoscenze che ha messo a disposizione durante il corso di studi e per la grande disponibilità. Ringrazio il correlatore della tesi, il Dott. Giulio Marcucci, per la sua guida, disponibilità e ispirazione mostratami.

Mamma, Papà, Jasmine, Stefano. Il grazie più grande e sincero lo rivolgo a voi. Senza la mia famiglia questo viaggio non si sarebbe concluso. Se per me l'inizio è stato difficile, per voi lo è stato ancora di più. Con il supporto che ho ricevuto ho voluto costruire qualcosa di importante. Vi dedico questo traguardo. Jasmine, come mi hai spronato tu nessuno mai. A modo tuo. Stefano, a te grazie non basterebbe mai. Hai intrapreso questo percorso professionale e personale come se fosse tuo. Mi hai affiancato con amore e dedizione e mi hai trasmesso forza, coraggio, determinazione e passione. Quante volte ti ho trovato davanti la porta di casa pronto a svoltarmi la serata solo perché due ore prima mi avevi sentita un po' giù. Avete creduto in me quando neanche io riuscivo a farlo. GRAZIE

Non smetterò mai di imparare

Viviana