

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED
AZIENDALI**

“MARCO FANNO”

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN ECONOMIA

PERCORSO MANAGEMENT

PROVA FINALE

**“IL *DIGITAL MANUFACTURING* NELLE PMI
ITALIANE”**

RELATORE: Prof. Marco Bettiol

LAUREANDA: Raffaella Basso

MATRICOLA N. 1112974

ANNO ACCADEMICO 2017-2018

INDICE

Introduzione	1
1 CAPITOLO PRIMO	
INDUSTRIA 4.0	3
1.1 Politiche di implementazione.....	3
1.2 Evoluzione storica.....	5
1.3 Caratteristiche distintive	7
1.4 Applicazione alla manifattura	8
1.4.1 Tecnologie 4.0	10
1.4.2 Lavoro 4.0.....	14
2 CAPITOLO SECONDO	
LA MANIFATTURA ITALIANA NELLE PMI	16
2.1 Il sistema industriale italiano	16
2.1.1 Cenni storici.....	16
2.1.2 La struttura.....	19
2.2 Sviluppo del <i>Digital Manufacturing</i> nelle PMI.....	23
2.2.1 Il “Piano Nazionale Industria 4.0”	27
2.3 Implicazioni di “Industria 4.0” per le imprese: vantaggi e svantaggi.....	30
3 CAPITOLO TERZO	
CASI AZIENDALI	32
3.1 Caso "Sagotec S.r.l."	32
3.2 Caso "Prandina S.r.l."	35
3.3 Caso "Arredo 3 S.r.l."	37
3.4 Caso "Sabena Calzaturificio S.r.l."	39
Conclusione	42

Introduzione

“*Industry 4.0*”, “*Internet of Things*” e “*Quarta Rivoluzione Industriale*” sono ormai alcuni dei termini più ricorrenti all’interno di ambienti aziendali, in quanto ne rappresentano appieno gli sviluppi e le tendenze future. Più precisamente essi fanno riferimento all’utilizzo dell’Intelligenza Artificiale applicata agli oggetti che permette di creare un collegamento ed una collaborazione tra la realtà fisica e quella virtuale, comportando così vantaggi dal punto di vista sia tecnico che economico. L’*Industria 4.0* rappresenta quindi un’era rivoluzionaria, la quarta per l’appunto come indica il nome stesso, che si sta sviluppando proprio in questi anni e che è destinata a creare un nuovo paradigma di produzione industriale del tutto automatizzata ed interconnessa. Questo tema è già tuttora affermato in diverse realtà industriali avanzate, ma si presenta solo agli arbori nel sistema produttivo manifatturiero italiano, ancora caratterizzato da una profonda segmentazione a causa della presenza ed attività di molteplici imprese di piccole/medie dimensioni (PMI). Il loro elemento distintivo risiede nell’elevata specializzazione in produzioni manifatturiere di settori tradizionali (tessile, calzaturiero...) e ne rappresenta sia il punto di forza che di debolezza, in quanto proprio questa tradizionalità industriale è stata la causa di limitati investimenti in nuove tecnologie in passato, comportato così un divario con altri sistemi industriali avanzati.

Secondo una ricerca condotta dal Laboratorio di Manifattura Digitale dell’Università di Padova infatti, solo il 19% delle imprese intervistate dichiara di utilizzare almeno una tecnologia di *Industria 4.0*, individuando le maggiori difficoltà per l’adozione nelle loro limitate dimensioni, associate quindi a scarse risorse economiche e tecniche, e nell’esigua utilità per il loro *business* aziendale.

Questo elaborato si apre dunque con una discussione sul nuovo paradigma di produzione industriale, dettato dall’avvento di *Industria 4.0* e destinato ad affermarsi definitivamente in futuro. Nel primo capitolo dunque saranno evidenziate le politiche di implementazione adottate da vari paesi a livello mondiale, definendone caratteristiche e differenze sostanziali; verranno poi ripercorse le principali tappe storiche che hanno portato alla definizione del paradigma di *Industria 4.0*, quali appunto le tre precedenti Rivoluzioni Industriali, e ci si soffermerà in particolare sulla sua applicazione alla manifattura. A tal proposito saranno quindi descritte ed analizzate alcune specifiche tecnologie utilizzate in questo contesto, quali:

- Manifattura Additiva;
- *Cloud*;
- Robotica Collaborativa;
- Realtà Aumentata;

- *Big Data*;
- *Advanced Manufacturing Solutions*.

Il secondo capitolo scenderà invece più nello specifico, descrivendo il sistema manifatturiero italiano ed in particolare la sua struttura frammentata, composta da un numero elevato di PMI, spesso riunite ed operanti in distretti industriali altamente specializzati.

Esso proseguirà poi analizzando l'adozione attuale, da parte delle aziende italiane, dei sistemi di *digital manufacturing* ed evidenziando le conseguenze tecniche ed economiche, nonché i possibili benefici, derivanti da questa scelta strategica.

Infine il terzo capitolo si focalizzerà su alcuni casi specifici di PMI italiane che hanno deciso di aprirsi alla Manifattura 4.0, beneficiando così di un supporto pratico in favore delle considerazioni teoriche del capitolo precedente. In particolare si farà riferimento alle esperienze di digitalizzazione di quattro imprese del trevigiano: “Sagotec S.r.l.”, “Prandina S.r.l.”, “Arredo3 S.r.l.” e “Calzaturificio Sabena S.r.l.”, cercando di comprendere le cause e le conseguenze di questa loro scelta innovativa.

CAPITOLO PRIMO

INDUSTRIA 4.0

La realtà industriale mondiale si trova ora di fronte ad un'epoca di cambiamenti profondi che è destinata a modificarne radicalmente il paradigma, cominciando da una trasformazione di tipo tecnologico senza precedenti. Questa innovazione si basa fundamentalmente sull'integrazione e sulla collaborazione tra la realtà fisica della fabbrica e i suoi nuovi elementi virtuali, definendo così un nuovo concetto di fabbrica, la cosiddetta *smart factory*. Essa si serve di “oggetti intelligenti” (IoT: *Internet of Things*), che sfruttano le potenzialità di Internet per interagire sia con la rete sia con il mondo circostante, reperendo, elaborando e trasmettendo informazioni al fine di creare connessioni tra la rete stessa ed oggetti, persone, luoghi circostanti. Questo nuovo contesto aziendale prende il nome di “sistema cyberfisico” (CPS: *Cyber-Physical System*) in cui sono abbattute le distanze tra strutture fisiche e digitali e in cui grandissime quantità di dati ed informazioni sono raccolte e gestite (*Big Data*). Tutte queste terminologie possono tuttavia essere ricondotte sotto l'espressione più ampia di “Industria 4.0” definita dalla cancelliera tedesca Angela Merkel come “la completa trasformazione dell'intera sfera di produzione industriale, attraverso la fusione di tecnologie digitali e Internet con l'industria convenzionale” (Organization for Economic Cooperation and Development, 19 Febbraio 2014, trad.).

1.1 Politiche di implementazione

Il termine “Industria 4.0” venne utilizzato per la prima volta da Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas e Wolfgang Wahlster nel 2011 presso la Fiera di Hannover in occasione della presentazione di un programma volto a risollevarne l'industria tedesca e ripristinarla al suo ruolo leader nel mondo. L'anno successivo venne istituito un gruppo di lavoro totalmente dedicato allo sviluppo del piano “*Industrie 4.0*” e l'8 aprile 2013 fu reso pubblico il report finale, contenente le principali direttive e linee guida per la sua stessa realizzazione. Fondamentalmente l'elaborato sosteneva la capacità di “*Industrie 4.0*” non solo di garantire una produttività costante delle risorse e guadagni di efficienza nell'intera rete di valori, ma anche di risolvere alcuni dei problemi sociali ed ambientali divenuti gravosi a livello mondiale, come i cambiamenti demografici e la scarsità di risorse (Acatech, 2013). La strategia proposta prevedeva due vie di implementazione, volte rispettivamente ad accrescere l'utilizzo delle tecnologie 4.0 nelle fabbriche tedesche – rendendole la maggior potenza economica sul mercato – e a far diventare la Germania il primo produttore e fornitore

mondiale di tali strumenti, entrambe perseguite tramite tre linee guida:

- Lo sviluppo di catene e reti del valore interaziendali attraverso l'integrazione orizzontale;
- Lo sviluppo dell'ingegneria digitale "end-to-end" su tutta la catena del valore, sia del prodotto sia del sistema produttivo associato;
- Lo sviluppo, l'implementazione e l'integrazione verticale di sistemi di produzione flessibili e riconfigurabili all'interno dell'organizzazione (Acatech, 2013).

"*Industrie 4.0*" rappresentò la prima fase di avanzamento verso un nuovo paradigma industriale e fu inevitabilmente una fonte di ispirazione ed esempio per altri paesi che definirono a loro volta politiche di attuazione e diffusione del paradigma di Industria 4.0.

Tra questi si possono citare a livello europeo:

- La Danimarca (2012) con il piano "*Made*", definito per rafforzare il sistema manifatturiero danese tramite ricerca, sviluppo ed innovazione;
- Il Belgio (2013) con il programma "*Made Different*", che funge da guida per le imprese che vogliono competere in un mercato sempre più dinamico, diventando "Fabbriche del Futuro" mediante sette trasformazioni capaci di renderle organizzazioni più agili ed *high tech*;
- L'Inghilterra con "*Catapult*", un network di centri fisici che supportano le aziende inglesi, aiutandone la crescita colmando possibili loro mancanze necessarie, favorendo la connessione tra mercato e ricerca e realizzando praticamente idee innovative, sostenendo in particolare il settore manifatturiero con il programma "*High Value Manufacturing*";
- L'Olanda con "*Smart Industry*" (2014), il quale vuole attirare l'attenzione delle aziende, del governo e dei centri di ricerca sul tema dell'Industria 4.0.

Mentre a livello mondiale possiamo evidenziare:

- Gli Stati Uniti (2012) con "*Manufacturing USA*" che si propone di creare un collegamento e una collaborazione tra l'industria, le accademie universitarie e il governo, con l'obiettivo di potenziare la produzione statunitense favorendo il ritorno della produzione delle aziende americane in patria (*re-shoring*);
- La Cina (2015) con il programma "*Made in China 2025*", ideato con lo scopo di consolidare l'industria cinese, di cui in particolare 10 settori, raggiungendo l'indipendenza e l'autosufficienza tecnologica e produttiva;
- Il Giappone (2015) con il piano "*Industrial Value Chain Initiative – IVC*", il quale mira alla creazione di un sistema cyber-fisico che connetta le varie imprese del paese permettendo loro una più facile e efficiente collaborazione.

Nonostante questi programmi siano tutti orientati al rafforzamento dell'industria del proprio paese mediante lo sviluppo di CPS che mettano in comunicazione oggetti e persone, tuttavia si distinguono sulla base del modello da seguire e sulle modalità della sua implementazione.

Essi infatti riflettono le caratteristiche e le necessità sia economiche che anche sociali e culturali dei paesi d'origine, definendo al loro interno degli approcci inevitabilmente differenti tra loro, aspetto che sostiene il fatto che “il paradigma dell'Industria 4.0” sia “abbastanza flessibile da poter essere adattato alle caratteristiche di base dell'economia e della società locale” (Magone e Mazali, 2016).

Una particolare differenza si può osservare tra il modello europeo e quello statunitense, innanzitutto dal punto di vista dei finanziamenti necessari ad implementare i diversi piani di Industria 4.0, poiché il programma americano si appoggia a fondi di associazioni private che comprendono grandi imprese e università, laddove invece quello europeo è supportato dall'intervento pubblico, sia dei singoli stati, sia della Commissione Europea tramite il programma “*Horizon 2020*”, con cui sono stati stanziati circa 1,15 miliardi di euro per sostenere la ricerca e l'innovazione.

Inoltre il piano “*Manufacturing USA*” è principalmente rivolto ad un'attività generale di *re-shoring* e al miglioramento dei servizi, mentre il modello europeo punta al rafforzamento del sistema manifatturiero, definendo a tal fine degli schemi e degli standard specifici da seguire.

1.2 Evoluzione storica

Per comprendere al meglio il contesto attuale di Industria 4.0 nel mondo è però prima necessario conoscere le origini di questo cambiamento. Non si tratta infatti di una trasformazione *ex abrupto*, di una modifica radicale della realtà totalmente slegata ed indipendente dal passato, quanto piuttosto, parlando di Industria 4.0, si fa riferimento ad un ulteriore passo in avanti all'interno del settore industriale, che garantisce una continuazione con le rivoluzioni industriali precedenti.

Il suffisso “4.0” per l'appunto allude alla quarta posizione occupata da questa rivoluzione rispetto alle tre passate, che furono tutte caratterizzate dall'introduzione di nuove tecnologie e dal conseguente aumento della produttività.

La Prima Rivoluzione Industriale si ebbe nel XVIII secolo in Inghilterra e fu determinante per l'introduzione della macchina a vapore nelle fabbriche che favorì lo sviluppo delle industrie, specialmente quelle tessili e siderurgiche. In questo contesto le nuove macchine consentirono di alleviare gli sforzi fisici dei lavoratori, garantendo una produzione complessivamente più veloce ed efficiente.

La Seconda Rivoluzione Industriale caratterizzò invece il XIX secolo ed ebbe una diffusione geografica più ampia della precedente. I principali simboli di questo cambiamento furono l'utilizzo di nuove fonti energetiche come l'energia elettrica, il motore a scoppio e il petrolio e l'avviamento della catena di montaggio per la produzione di massa, grazie all'ideazione della fabbrica fordista. Quest'ultima innovazione, introdotta appunto da Ford nelle sue fabbriche, fu ben presto studiata e replicata in quasi tutti i contesti aziendali dell'epoca, diventando la protagonista dell'industrialismo del secolo successivo. La filosofia imprenditoriale fordista si fondava sui principi di "organizzazione scientifica" del lavoro proposta da Taylor, secondo cui, tramite un forte controllo gerarchico, era possibile scomporre il processo produttivo in mansioni elementari monitorandone e riducendone al minimo tempi e costi; tuttavia Ford superò il concetto di controllo gerarchico taylorista tramite un controllo di tipo automatico, secondo cui era il lavoro dell'operaio ad essere subordinato ai tempi della macchina e non viceversa, ma allo stesso tempo riuscì a compensare quel lavoro usurante mediante un aumento dei salari e quindi un miglioramento generale delle condizioni sociali.

La Terza Rivoluzione Industriale invece segnò il XX secolo tramite l'utilizzo delle prime forme di tecnologia digitale relative all'informatica, l'elettronica e le telecomunicazioni e l'inizio di una trasformazione digitale della fabbrica, la cui diffusione trovò le sue fondamenta nella crisi petrolifera degli anni '70, in quanto essa determinò la necessità di trovare risorse energetiche sostitutive, avviando così una nuova fase di ricerca e sviluppo in ambito tecnologico. Tale rivoluzione fu la prima a comportare delle modifiche riguardo le competenze e le conoscenze necessarie per i lavoratori, comunque migliorando ulteriormente i salari.

La Quarta Rivoluzione Industriale invece è tuttora in atto e per questo motivo non ne è stata identificata una data di inizio, che probabilmente sarà possibile definire solo *ex-post*. Le prime tre rivoluzioni furono caratterizzate da una diffusione a macchia d'olio, scaturite da un fulcro centrale più o meno ampio (Inghilterra, USA, etc.) e poi espanse gradualmente, al contrario questa rivoluzione ha assunto fin dalle sue origini un carattere globale, avendo delineato contemporaneamente diversi punti di origine ed evoluzione in tutto il mondo.

Un'altra differenza che traspare rispetto le rivoluzioni precedenti è data dal fatto che nel caso odierno il cambiamento e l'innovazione sono applicati sia alla produzione che ancor di più all'organizzazione e alla gestione della fabbrica stessa, grazie infatti a nuove tecnologie di comunicazione che non si limitano a creare contatti tra umani (C2C) o tra umano e macchina (C2M), ma anche tra macchine stesse (M2M) (Cooper & James, 2009).

1.3 Caratteristiche distintive

Come già evidenziato, l'avvento dell'Industria 4.0 sta determinando, e determinerà ancor di più in futuro, un nuovo approccio all'interno delle fabbriche che avrà effetti sostanziali sull'intero sistema economico mondiale, provocando un generale aumento della produttività, degli investimenti, del fatturato e dell'occupazione.

Nonostante siano oramai consolidate le aspettative derivanti da questo nuovo paradigma industriale, gli studiosi non sono ancora pervenuti ad un'unica definizione e descrizione del fenomeno stesso, lasciando dunque spazio a diverse interpretazioni.

In particolare nel 2015 i ricercatori Hermann, Pentek e Boris hanno redatto una recensione riguardo Industria 4.0, cercando di definirne le caratteristiche principali e individuando alcune vie pratiche per la sua attuazione nelle fabbriche. Tale elaborato si basa su una loro ricerca, effettuata su un centinaio di articoli accademici trattanti l'argomento e da cui essi hanno estrapolato quattro particolari componenti di Industria 4.0 (CPS, IoT, *Smart Factory*, IoS) e sei principi di progettazione della stessa.

Questi ultimi in particolare rappresentano delle caratteristiche che se sviluppate possono aiutare la fabbrica nel perseguimento dei vantaggi tecnici ed economici derivanti da I4.0 e sono:

- **Interoperabilità:** la capacità di un prodotto o di un sistema di poter interagire con altri prodotti o sistemi scambiando informazioni, potendole poi rielaborare ed utilizzare. A tal fine è dunque necessario che gli elementi coinvolti si servano degli stessi metodi comunicativi ed è proprio per questo motivo che nel 2013 la Commissione tedesca per le tecnologie elettriche, elettroniche e di informazione di DIN e VDE ha pubblicato "*The German Standardization Roadmap*" che evidenzia gli standard già esistenti e quelli invece necessari;
- **Virtualizzazione:** i CPS controllano i processi fisici per supportare i lavoratori a gestire la complessità della fabbrica. In questo caso diventa indispensabile la formulazione di un modello virtuale della realtà che possa essere analizzato dai CPS;
- **Decentralizzazione:** i CPS sono in grado di assumere decisioni, riducendo la necessità di un controllo centralizzato e quindi velocizzando l'intero processo; solamente in caso di situazioni eccezionali o di errori da parte del sistema, il potere decisionale ritorna in capo ai vertici aziendali;

- **Capacità di operare in tempo reale:** i dati riguardo l'impianto e i suoi processi sono raccolti e analizzati continuamente in tempo reale, garantendo all'impresa flessibilità e velocità di risposta in caso di problemi;
- **Orientazione ai servizi:** grazie all'adozione di sistemi IoS (*Internet of Services*) che rendono i servizi erogati dalle aziende disponibili sul Web, anche come complementari ai prodotti, accrescendone la possibilità di personalizzazione da parte del cliente;
- **Modularità:** l'abilità di un sistema di modificarsi a seconda della fluttuazione della domanda o della produzione, grazie a tecnologie *Plug&Play* che utilizzano software e hardware standardizzati in grado di far connettere i diversi moduli automaticamente a seconda delle necessità.

1.4 Applicazione alla manifattura

L'applicazione pratica del concetto di Industria 4.0 è espressa dalla cosiddetta "Fabbrica Intelligente" o *Smart Factory*, che si compone di tre parti principali:

- Gli *smart services*, ovvero i servizi offerti dalle imprese grazie all'utilizzo di infrastrutture informatiche e tecniche che collegano l'azienda con la realtà esterna. Si parla dunque di servizi flessibili, personalizzati e decentralizzati, con cui l'impresa crea un contatto più stretto e duraturo con il cliente (CRM: *Customer Relationship Management*). In questo contesto è sempre più labile la distinzione tra manifattura e servizi;
- La *smart energy*, secondo cui le macchine impiegate nelle fabbriche sono rese intelligenti e autosufficienti anche dal punto di vista degli sprechi energetici. Ciò è comprensibile tramite il concetto di *Machine Learning* che, secondo la definizione di Ethan Alpaydin, "è un criterio di programmazione dei computer che consente di ottimizzare la performance, usando esempi, dati o esperienze passate" (trad.)

Le macchine sono quindi in grado di apprendere e migliorarsi autonomamente, aumentando l'efficienza degli impianti anche sotto l'aspetto dei consumi. Un esempio a tal riguardo è Google che, nel luglio del 2016 ha annunciato che il proprio software di apprendimento aveva trovato il modo di ridurre la quantità di energia necessaria per raffreddare i propri *data centers* di due quinti (*The Economist*, 17 dicembre 2016 in Beltrametti, Guarnacci, Intini, La Forgia, 2017). Ovviamente i vantaggi derivanti da queste tecnologie si riflettono sia sulla sfera aziendale, diminuendo i costi associati agli sprechi, sia su una sfera più ampia, di

tipo sociale e ambientale, il che indica come siano sempre più necessari un loro sviluppo e una loro diffusione pervasivi, in ambiti che oltrepassino i confini della fabbrica e rendano possibile una generale riduzione dell'impatto ambientale di tutte le macchine utilizzate nella quotidianità;

- La *smart production*, la rappresentazione più concreta di I4.0, indica l'adozione di Tecnologie 4.0 nell'ambito della manifattura, che rivoluzionano il processo produttivo tradizionale.

Il settore manifatturiero è sempre stato uno dei settori trainanti nell'economia sia dei paesi sviluppati, sia dei paesi in via di sviluppo e il suo ruolo determinante è stato ancor più accresciuto dal processo di digitalizzazione che ha interessato negli ultimi anni la fabbrica moderna, ormai entrata nell'era del *digital manufacturing*.

Secondo “*Manufacturing the future: The next era of global growth and innovation*”, una ricerca condotta dal McKinsey Global Institute, il settore manifatturiero mondiale sta attraversando una fase di trasformazione che interesserà il suo ruolo nelle economie dei paesi, la sua stessa composizione e le nuove opportunità da esso create. Nello specifico lo studio evidenzia come esista una relazione inversa tra manifattura e servizi: quando un paese inizia il suo processo di industrializzazione l'occupazione manifatturiera e la produzione aumentano rapidamente, per poi rallentare una volta che la quota del settore manifatturiero rispetto al PIL ha raggiunto un determinato livello - generalmente tra il 20 e il 35% - lasciando invece spazio ad una crescita del settore dei servizi, sempre più richiesti da consumatori più abbienti. Inoltre dal report finale emerge come la produzione non sia uguale in tutte le realtà aziendali, ma esistano al suo interno cinque sottogruppi suddivisi sulla base dei diversi *drivers* che ne determinano il successo; tra questi il più impattante per l'economia di un paese è quello delle imprese innovatrici, principalmente orientate ad attività di R&D e coinvolte in intensi scambi commerciali. Infine la ricerca sostiene che la Manifattura 4.0 causerà entro il 2025 la formazione di una nuova classe di consumatori, originando nuove opportunità di mercato specialmente per i paesi in via di sviluppo.

È ormai assodato come questo nuovo concetto di produzione sia destinato a divenire il nuovo paradigma industriale, molto più complesso ed articolato rispetto a quello tradizionale finora adottato, ma certamente arricchito da nuove possibilità e vantaggi riservati tanto alle imprese adottanti quanto ai consumatori finali, che potranno beneficiare di prodotti altamente unici e *customized*. La manifattura digitale inizia già da ora a costituire il fondamento per la prosperità economica di un paese, influenzando lo sviluppo delle infrastrutture, la creazione di nuovi posti di lavoro e più in generale il PIL, su base sia generale che pro-capite.

Infatti secondo la ricerca “*Global Manufacturing Competitiveness Index*”, condotta da Deloitte nel 2016, i cinque paesi che per primi hanno iniziato ad investire nello sviluppo del *digital manufacturing* si sono guadagnati una posizione nei primi dieci posti della classifica dei principali paesi produttori. Tuttavia l’ordine gerarchico della classifica è destinato a cambiare entro il 2020, innanzitutto vedendo gli Stati Uniti surclassare la Cina e diventare la prima potenza economica mondiale, almeno dal punto di vista dell’innovazione manifatturiera, e successivamente osservando un rapido sviluppo dei “5 possenti” paesi Thailandia, Vietnam, India, Malesia ed Indonesia, tutti generalmente caratterizzati da manodopera specializzata a basso costo e da sistemi di tassazione favorevoli alle imprese, rappresentando così offerte attrattive per le aziende.

1.4.1 Tecnologie 4.0

Il punto di partenza ed il motore trainante di tutte e tre le precedenti rivoluzioni industriali sono state le nuove tecnologie introdotte, che hanno rapidamente modificato il funzionamento dell’intera economia. Anche in questa quarta era innovativa le tecnologie di produzione avanzata hanno simbolizzato il fulcro della rivoluzione, ovvero quelle tecnologie che riassumono ed esplicano il concetto di Industria 4.0. I loro vantaggi principali sono quelli di garantire un sistema di produzione flessibile, che sia quindi in grado di rispondere velocemente ai cambiamenti del mercato esterno, senza penalizzare le imprese in termini di costi associati.

Facendo riferimento alla definizione proposta dalla Commissione Europea, le *Key Enabling Technologies* sono tecnologie “ad alta intensità di conoscenza e associate a elevata intensità di R&S, a cicli di innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati” (trad.) e costituiscono una fonte di vantaggio competitivo per l’intera catena di produzione, facilitando l’innovazione di processi, prodotti e servizi.

Queste tecnologie sono una componente integrante e fondamentale per l’attuazione pratica di Industria, e quindi Manifattura, 4.0, in quanto costituiscono il ponte che permette il collegamento tra i mondi fisico e digitale all’interno della fabbrica, dando vita ai cosiddetti sistemi cyber-fisici che permettono un’interazione costruttiva tra le due parti.

La loro caratteristica principale è quella di essere catalogate come *disruptive technologies* (Bower & Christensen, 1995), ovvero degli strumenti “dirompenti” che creano una frattura e un cambiamento radicale con ciò che fino a quel momento ha definito le regole per il funzionamento delle imprese e dei mercati, identificandone invece di totalmente nuove. Inevitabilmente l’abilità di un’impresa di saper cogliere i cambiamenti e le future tendenze del

business, nonché di saper anticipare il comportamento e le preferenze dei consumatori, è la chiave per sopravvivere in un mercato dinamico, riuscendo ad investire nelle nuove tecnologie per adattarsi in tempo alle nuove esigenze esterne. Questa capacità non è scontata e per niente facile da creare, specialmente per aziende di grandi dimensioni e fortemente affermate sul mercato; secondo gli studiosi Bower e Christensen infatti, queste organizzazioni sono generalmente più orientate al servizio di segmenti di consumatori altamente tradizionali, che quindi non solo non richiedono, ma rifiutano del tutto soluzioni innovative che si scontrano con la loro abitudinarietà.

Oltre alla peculiarità delle tecnologie abilitanti di comportare cambiamenti profondi nei processi produttivi, principalmente in termini di costi e prestazioni, esse sono studiate approfonditamente per la portata dell'effetto che ci si aspetta avranno sull'economia mondiale e sulla società: entro il 2025 infatti si stima che possano avere un impatto economico di circa 30 trilioni di dollari e che abbiano una ripercussione sulla vita delle persone, ad esempio allungando le aspettative di vita grazie a macchinari sempre più precisi o migliorando le condizioni ambientali (Mckinsey, 2013).

La lista delle tecnologie attribuite ad Industria 4.0 è lunga e articolata, di seguito saranno presentate le nove individuate dal Governo Italiano nel Piano Industria 4.0 (fig. 1):

- La **Manifattura Additiva** è forse l'innovazione più estrema introdotta in questi anni in quanto inverte lo svolgimento tipico di un processo produttivo. Tradizionalmente la realizzazione di un prodotto avveniva tramite un metodo di produzione sottrattiva, secondo cui dai materiali grezzi si ricavano le varie componenti dell'oggetto, appunto togliendo quantità di materiale, con la manifattura additiva invece un oggetto viene realizzato depositando strati di materiale l'uno su l'altro. Il simbolo di questo processo produttivo è la stampante 3D, i cui vantaggi sono numerosi sia per le fabbriche che per i consumatori: primo fra tutti la possibilità di creare economicamente prodotti personalizzati ed unici caratterizzati da forme geometriche non realizzabili con sistemi tradizionali, ma ancora una riduzione dei tempi di prototipazione e *time-to-market*, una diminuzione dei materiali di scarto e una maggiore efficienza nei consumi energetici;
- La **Realtà Aumentata (AR)** rappresenta un'evoluzione della Realtà Virtuale (VR), la quale immerge un individuo in un mondo totalmente fittizio non permettendogli di avere un contatto con il contesto reale. L'AR al contrario integra la realtà invece di sostituirla, permettendo all'utente di vedere una realtà arricchita da informazioni e dati digitali. Lo studioso Ronald Azuma (1997) definì *l'Augmented Reality* come una tecnologia capace di unire il reale ed il virtuale, essere interattiva in tempo reale ed

essere registrata in 3D. Questa tecnologia consente di supportare sia le operazioni di logistica e manutenzione, offrendo un riscontro immediato sulla qualità del prodotto, sia quelle di marketing accrescendo la *customer experience*;

- La **Simulazione** è una riproduzione, in un ambiente controllato, di un fenomeno o di un sistema che consente di valutare lo svolgersi dinamico di una serie di eventi derivanti da certe condizioni impostate dall'utente. Ciò consente di ottimizzare le impostazioni del prodotto o della situazione testati, al fine di correggerne eventuali errori prima ancora della realizzazione fisica, riducendo così i costi e i tempi di configurazione ma aumentando la qualità;
- **Advanced Manufacturing Solutions** costituisce il gruppo di tecnologie additive più ampio, nel quale sono comprese diversi modelli di macchine o sistemi le cui caratteristiche principali sono quelle di potersi connettere ad altri sistemi e permettere il controllo da remoto. La componente principale di questo gruppo è la Robotica Collaborativa che si ha quando umani e robot condividono uno spazio sicuro di lavoro, appunto collaborando gli uni con gli altri; una peculiarità della Robotica Collaborativa rispetto quella tradizionale è data dall'Intelligenza Artificiale dei sistemi che li rende consapevoli dello spazio circostante – grazie all'utilizzo di *skin sensors* che comunicano ai robot la presenza umana – e in grado di apprendere al fine di implementare continuamente l'interazione con l'esterno;
- Il concetto di **Internet of Things** (IoT) esprime l'applicazione della rete Internet ad oggetti fisici, rendendoli così "intelligenti" ed in grado di comunicare ed interagire tra loro e con il mondo circostante, grazie ad un linguaggio standardizzato. Non si parla in questo caso di una semplice architettura *machine to machine*, bensì di un sistema *human to machine*;
- Il **Cloud** consiste in uno strumento di raccolta e successiva trasmissione e condivisione di dati sia all'interno che oltre i confini aziendali, consentendo maggiore controllo ed integrazione anche a livello dell'intera filiera produttiva;
- **Big Data** ovvero una raccolta di dati provenienti da fonti diverse, grazie alle tecnologie di IoT, che vengono poi standardizzate e processate in tempo reale fornendo analisi predittive che fungono da supporto per le operazioni di *decision making*. I dati processati possono essere classificati secondo l'analisi delle 4V: si parla infatti di un enorme "Volume" di informazioni raccolte ed elaborate, altamente "Varie" sia per natura che per fonte di provenienza, analizzate "Velocemente" in un flusso continuo e distinguibili per il carattere di "Veridicità" (Beltrametti, Guarnacci, Intini, La Forgia, 2017);

- I sistemi di **Cybersecurity** sono divenuti ormai indispensabili in un mondo totalmente connesso sulla rete, al fine di proteggere la sicurezza dei dati delle imprese e la privacy degli utenti da attacchi informatici. Nel campo della sicurezza si sta sviluppando il *Security By Design* secondo cui i dispositivi sono dotati di sistemi di sicurezza impostati come predefiniti al loro interno, rendendoli macchine pensate per lavorare in ambienti “zero fiducia”;
- L’ **Integrazione**, sia essa orizzontale o verticale, rappresenta il risultato pratico dell’applicazione delle tecnologie abilitative sopra elencate, ovvero la possibilità di integrare diverse attori sia all’interno che all’esterno dell’organizzazione, raggiungendo un generale risparmio di tempi e costi lungo tutto il processo produttivo e allo stesso momento aumentando il valore del prodotto per il cliente. In particolare l’integrazione verticale permette all’impresa di rapportarsi con tutti i membri della catena del valore, partendo dai fornitori e arrivando al consumatore finale, stabilendo degli standard e degli obiettivi di lavoro condivisi e stipulati sulla base di analisi preventive. L’integrazione orizzontale invece consente una collaborazione tra aree aziendali che contribuiscono alla definizione del ciclo di vita di un prodotto, gestendo tutte le informazioni necessarie.

Industria 4.0: Le tecnologie abilitanti



Fig.1 *Industria 4.0: Le tecnologie abilitanti*, Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico (MISE)

Questi *devices* tecnologici hanno lo scopo principale di supportare il lavoro umano all’interno della fabbrica ed è per questa ragione che presentano la necessità di essere dotati di interfacce interattive, intuitive e generalmente facili da utilizzare dagli utenti che con essi devono relazionarsi. È ormai chiaro come la loro integrazione all’interno delle fabbriche sia fonte di

vantaggi competitivi importanti per le imprese e che per questo sia destinata a svilupparsi in futuro, modificando la fisionomia stessa delle fabbriche e dell'intera *supply chain*.

1.4.2 Lavoro 4.0

Il cambiamento introdotto dalle nuove tecnologie digitali ha chiaramente delle ripercussioni sui lavoratori all'interno della fabbrica, principalmente in termini di occupazione e di competenze necessarie. Su questa tematica gli studiosi non sono ancora pervenuti ad una conclusione definitiva, ma al contrario si possono individuare due diverse correnti di pensiero: da un lato troviamo i “catastrofisti” che vedono l'insediamento delle tecnologie 4.0 nelle industrie come una minaccia per la forza-lavoro, in grado di sostituire gli umani all'interno della fabbrica distruggendo così l'occupazione; dall'altro lato invece individuiamo gli “innovatori” che sostengono l'implementazione di tali strumenti in un'ottica di “distruzione creatrice”, secondo cui queste nuove soluzioni tecnologiche soppiantano sì molte figure professionali tradizionali, ma allo stesso tempo ne creano di nuove, mantenendo in equilibrio, o addirittura in positivo, il bilancio totale.

Stabilire quale delle due visioni sia corretta è tuttavia un'analisi complessa da svolgere adesso, dal momento che, nonostante sia assodato che la struttura del mercato del lavoro si stia modificando, il cambiamento in atto è ancora agli arbori ed è difficile capire quale sarà il risultato finale di un processo ancora lungo e macchinoso.

Stando ad uno studio condotto dal Boston Consulting Group è però possibile valutare le conseguenze delle tecnologie abilitanti sulla forza-lavoro in un'ottica ottimistica; il gruppo di ricerca infatti si è proposto di predire l'andamento dell'occupazione in Germania tra il 2015 e il 2025, a seguito dello sviluppo della produzione digitale. I risultati emersi supportano pienamente l'adozione di Industria 4.0 da parte delle imprese, identificandola come un elemento in grado di aumentare l'occupazione tedesca del 5 per cento nei dieci anni in questione, creando ben 350.000 nuovi posti di lavoro. Ciò nonostante, come affermato pocanzi, questo guadagno si basa su una variazione delle categorie di lavoratori richieste e delle competenze associate, in particolare il BCG ha stimato una perdita sostanziale di lavori negli ambiti di produzione e di assemblaggio, controbilanciati dalla creazione di nuovi posti negli ambiti di R&D, IT e *analytics*.

Le mansioni soppiantate sono generalmente semplici e ripetitive, quindi facilmente standardizzabili e adattabili alle capacità delle macchine che rendono così obsoleti e non più necessari lavori fisicamente impegnativi che non richiedono competenze specifiche; al contrario i compiti di nuova formazione si basano sul possesso di *soft skills*, ovvero quelle

abilità difficili da analizzare, valutare ed insegnare che sono però fondamentali in situazioni mutevoli, in quanto garantiscono capacità di *problem solving* e analisi in grado di offrire al lavoratore la flessibilità necessaria per adattarsi ai cambiamenti del contesto industriale moderno. Le caratteristiche ricercate dalle imprese oggi sono infatti di carattere manageriale ed organizzativo, ovvero quegli aspetti che Ingo Ruhmann, consulente speciale per i sistemi informatici presso il Ministero Federale Tedesco dell'Istruzione e della Ricerca, considera impossibili da trasmettere alle macchine, dal momento che queste ultime possono supportare la produzione solo da un punto di vista tecnico e pratico.

Saranno sempre più richieste figure professionali in grado di gestire e collaborare con la realtà virtuale dell'azienda, quindi persone che sappiano decifrare le enormi moli di dati derivanti dai software informatici, per poi applicarli alla produzione al fine di implementarlo, o ancora persone che coordinino il lavoro dei robot nella fabbrica, rispondendo ad esigenze di manutenzione o di correzione di errori, senza quindi inficiare l'intero processo.

Uno dei principali aspetti di questa rivoluzione in atto, è per l'appunto l'attenzione che essa pone sulle persone all'interno del contesto industriale: se precedentemente abbiamo analizzato le nuove macchine come elementi essenziali della produzione digitale, bisogna ora sottolineare come in realtà siano i lavoratori a costituire la componente principale dell'organizzazione in questo nuovo paradigma. Il Lavoro 4.0 infatti riconosce la persona come centrale ed indispensabile all'interno del processo produttivo, una persona dotata di discrezionalità decisionale, creatività ed autonomia che svolge dei compiti affini alle sue particolari caratteristiche (Cipriani, Gramolati, Mari, 2018).

Il nuovo paradigma industriale di Industria 4.0 può quindi offrire diversi vantaggi alle imprese, ma anche ai paesi, che riescono a coglierne le potenzialità e decidono di investire risorse per la sua implementazione, ridefinendo strutture organizzative che sappiano integrare il mondo umano con quello digitale e sfruttare al meglio le sinergie che si verrebbero a creare. Adottare un approccio organizzativo in un'ottica 4.0 non è però un passaggio semplice e veloce ed in particolare comporta la necessità di perseguire dei cambiamenti strutturali a livello sociale. Diventa quindi fondamentale creare una generazione che sia propensa nei confronti di questa nuova collaborazione tra umani e robot e che abbia le competenze necessarie a gestirla, partendo con il creare un sistema formativo in grado di trasmettere tali principi e delle istituzioni giuridiche che sappiano supportarli al meglio.

CAPITOLO SECONDO

LA MANIFATTURA ITALIANA NELLE PMI

2.1 Il sistema industriale italiano

Dopo aver dipinto un quadro generale di Industria 4.0, con i suoi aspetti distintivi e le sue applicazioni in vari paesi, possiamo ora nello specifico analizzare l'implementazione di questo nuovo paradigma all'interno del sistema industriale italiano, facendo specifico riferimento al settore manifatturiero ed evidenziando le conseguenze di tale adozione.

Il sistema industriale italiano presenta una struttura peculiare che si è sempre distinta da quelle estere ed ha costituito, nel corso della storia, un elemento caratteristico della produzione del nostro paese, da sempre riconosciuta nel mondo per le sue elevate qualità.

La spina dorsale, nonché singolarità, di tale struttura sono proprio le imprese che la compongono, ovvero società di dimensioni ridotte, generalmente con un numero di addetti compresi tra 10 e 250 e un fatturato tra 2 e 50 milioni di euro, e per questo classificabili come piccole o medie (PMI).

Stando al rapporto stilato nel 2017 dalla società Cerved, principale *Information Provider* in Italia e una delle principali agenzie di *rating* in Europa, la situazione delle PMI italiane è ora in netta ripresa, dopo aver gravemente subito le conseguenze della crisi economica del 2008. Il numero di piccole/medie imprese nel nostro paese si aggira intorno ai 146.000 enti e secondo le stime è destinato ad aumentare di circa un 4% annuo, sia grazie ad una compensazione del numero di società chiuse, sia grazie ad una crescita delle microimprese che sono così passate alla categoria successiva. Questo numero rappresenta circa la totalità delle imprese italiane e garantisce l'80% dell'occupazione e il 67% del valore aggiunto, in quanto i livelli di produttività sono elevati rispetto agli standard europei (OCSE, 2014).

Tuttavia per analizzare la situazione attuale del sistema industriale nel nostro paese, è necessario fare un passo indietro e ripercorrere le tappe storiche principali che ad esso hanno portato, per comprenderne le motivazioni e le fondamenta.

2.1.1 Cenni storici

L'industria italiana affonda le sue radici verso la fine del XIX secolo. In questi anni la realtà industriale era dominata dallo sviluppo dell'Inghilterra che, una volta stabilita la sua supremazia sul continente, si era espansa su scala globale, segnando una netta differenza con gli altri paesi europei. Il progresso economico inglese innescò una serie di provvedimenti

pubblici in altri paesi, tra cui principalmente Francia e Prussia, al fine di attivare a loro volta uno sviluppo industriale competitivo sia a livello locale in Europa, sia a livello mondiale nelle colonie.

In questo contesto dinamico l'industria italiana manifestava le sue difficoltà ad affermarsi, essendo un paese ancora fortemente diviso dal punto di vista economico, nonché geografico, ed essendo penalizzato dalla ristrettezza dei mercati, dalla fitta rete doganale e dai dazi presenti tra le varie città, tutti elementi che complessivamente contribuivano alla fragilità e all'arretratezza del sistema (Bianchi, 2002). Il principale centro industriale italiano era Trieste, essendo esso il principale porto strategico per l'impero austro-ungarico. Sotto l'influenza austriaca crescevano anche le realtà industriali del Veneto e della Lombardia, mentre il Piemonte subiva l'influsso economico della Francia e il sud quello dell'Inghilterra che dominava il mar Mediterraneo. La polarizzazione tra lo sviluppo economico del nord e del sud era in questi anni molto meno marcata di quello che sarebbe poi stata in seguito, e anzi Napoli rappresentava uno dei principali centri industriali della penisola, grazie agli interventi borbonici ed inglesi. La situazione stagnante dell'industria italiana durò anche dopo l'unificazione nel 1861, sostenuta unicamente dai settori tessile ed agricolo e dagli interventi dello Stato, grazie ai quali nacquero i primi complessi industriali.

Solo nel 1896 iniziò il "decollo" dell'industria in Italia dovuto essenzialmente ad un aumento dell'internazionalizzazione del paese, all'avvio del processo di urbanizzazione e all'intensificazione di misure protezionistiche, le quali giovarono specialmente all'agricoltura dell'area padana (Bianchi, 2002). Altri fattori determinanti in questo contesto furono l'istituzione della Banca d'Italia che garantì l'indipendenza dai capitali esteri, lo sviluppo e la diffusione dell'energia elettrica ed infine l'istituzione del governo giolittiano il quale attuò riforme amministrative allo Stato e promosse la nuova industria italiana. La crescita si intensificò ulteriormente allo scoppiare della Prima Guerra Mondiale, che fece aumentare i consumi e conseguentemente il sistema industriale, fortemente incentrato su produzioni di tipo bellico. Fu questa specializzazione sull'industria pesante militare a rappresentare il punto di partenza di una crisi destinata a durare fino alla fine della Seconda Guerra Mondiale, durante la quale la produzione subì una drastica flessione, fatta eccezione per una cauta ripresa durante il secondo conflitto mondiale, e il sistema fiscale italiano risentì della crisi internazionale scoppiata a New York nel 1929. In questi anni i tentativi dello Stato di stabilizzare l'economia del paese furono diversi, in particolare venne creato l'Istituto per la Ricostruzione Industriale (IRI) nel 1933 che assunse il controllo e determinò il salvataggio di svariate banche ed imprese italiane. Tuttavia tali provvedimenti non furono sufficienti a garantire la ripresa economica dell'Italia che, uscendo dalla Seconda Guerra Mondiale, era

“un paese spezzato che si porta sulle spalle tutte le piaghe di un’unità politica senza unificazione economica” (Bianchi, 2002). L’industria, l’agricoltura e il commercio furono settori fortemente colpiti dalla crisi post bellica, che portò ad una conseguente drastica contrazione dei redditi dei cittadini.

La ricostruzione dell’Italia tuttavia iniziò nei primi mesi del 1945 ed ebbe il suo picco due anni più tardi con il quarto governo De Gasperi, il quale raggiunse la stabilizzazione economica, la ripresa della produzione e l’apertura agli scambi nei mercati internazionali, specialmente per i settori tessile e metallurgico-meccanico. Quest’ultimo in particolare rappresentava il settore trainante dell’economia italiana ma risultava poco competitivo rispetto agli altri paesi a causa del costo elevato delle materie prime e delle dimensioni arretrate di impianti e tecnologie, che ne ridimensionavano notevolmente i vantaggi legati al costo contenuto della manodopera. Il decennio successivo si caratterizzò per un andamento altalenante della situazione economica della penisola, tuttavia caratterizzato da un generale trend positivo di crescita, supportato dai continui interventi e programmi dello stato e dai crescenti livelli di export. Tuttavia in questi anni si accentuò anche il cosiddetto “dualismo industriale” italiano per quanto riguarda sia la differenza tra imprese del nord e del sud, sia il divario presente tra settori, distinguendo quelli avanzati che si dovevano confrontare con i paesi esteri e quelli arretrati in cui gli investimenti erano sempre più limitati, come l’agricoltura. La crescita del sistema industriale italiano decollò nuovamente nel 1975 dopo un quinquennio di crisi e recessione, che pose fine al regime di stabilità monetaria e alla lunga fase di produzione di massa. Nella fattispecie in questi anni aumentarono nuovamente gli investimenti nell’industria, specialmente meccanica, nel tentativo di automatizzare i processi produttivi e raggiungere la flessibilità necessaria per competere sul mercato globale. Con lo stesso obiettivo nacquero anche tra gli anni ’80 e ’90 i primi distretti industriali italiani, in quanto la produzione di “nicchia” richiedeva imprese di dimensioni limitate che riuscissero a collaborare agilmente tra loro. Si trattava di piccole/medie imprese familiari collegate dal punto di vista funzionale ed altamente specializzate in una o più fasi di una specifica produzione, in modo tale da riuscire a garantire flessibilità nei volumi di produzione, costi associati contenuti ed elevate competenze di innovazione del prodotto. La formula industriale italiana si rivelò vincente per l’economia del paese, facendo nascere nel mondo il concetto del *Made in Italy*, ovvero un indice di qualità, design ed innovazione del prodotto soprattutto se appartenente ai settori della moda, dell’arredo o degli apparecchi e meccanica strumentale. I prodotti italiani quindi si affermarono sul mercato globale, aumentando nettamente i livelli di esportazioni del nostro paese. Con la fine del secolo scorso infine iniziò un percorso di

privatizzazione delle imprese e delle banche, simboleggiato dalla chiusura dell'IRI nel 2000, grazie a cui si ebbe un primo distacco tra il settore pubblico e quello privato.

2.1.2 La struttura

La struttura del sistema industriale italiano è frutto dunque di un'evoluzione storica che ne ha definito le caratteristiche, ormai divenute il simbolo della stessa. Nel paragrafo precedente si è potuto osservare come questi elementi distintivi non siano sempre stati fonte di vantaggi economici per l'industria italiana, ma anzi abbiano spesso costituito una zavorra per la sua evoluzione, in particolar modo durante il periodo di produzione di massa, quando le dimensioni ristrette delle imprese del nostro paese non erano in grado di competere con gli elevati volumi di produzione di quelle estere. Tuttavia nel contesto moderno i fattori che in passato si sono rivelati inadeguati per la crescita industriale italiana, sono divenuti centrali e fondamentali all'interno del nuovo paradigma di produzione. Le dimensioni ridotte delle fabbriche, la specializzazione produttiva nei settori più tradizionali e la suddivisione in distretti industriali sono quindi stati elementi di vantaggio per l'economia italiana in questo periodo di trasformazione dell'industria globale, anticipando alcune delle necessità che si sarebbero presentate e compensando le criticità derivanti dalle sue arretratezze storiche. Secondo un rapporto stilato nel 2016 dalla CISL infatti le imprese italiane hanno saputo adattarsi abbastanza facilmente a questo cambiamento di paradigma grazie alla divisione del lavoro all'interno dei distretti, che ha garantito la de verticalizzazione, le connessioni reticolari e il decentramento necessari alla flessibilità richiesta da una domanda di mercato sempre più orientata verso prodotti *customized*. Inoltre, sempre grazie alla sua struttura industriale, la produzione italiana si è negli anni specializzata in settori di tipo tradizionale, acquisendo, trasferendo ed incrementando le conoscenze ad essi relative. Tramite questa specializzazione le imprese del nostro paese sono diventate altamente competitive in settori caratterizzati da discontinuità ed incertezza, avendo negli anni sviluppato delle culture organizzative che sapessero rapportarsi con il contesto circostante.

Il *Made in Italy* è quindi un'istituzione globalmente riconosciuta e apprezzata ed è generalmente rappresentata da flessibilità produttiva, continua innovazione, elevata qualità e differenziazione del prodotto, specializzazione e qualificazione della forza lavoro, attenzione ai servizi e collaborazione diffusa tra imprese. Questi punti di forza del sistema industriale italiano delineano l'*Italian Way of Doing Industry* (Butera & De Michelis, 2011), ovvero il valore, sia economico sia sociale, che ha reso in passato e mantiene tuttora l'Italia competitiva nel mercato globale. A tal riguardo Federico Butera (2011) definisce un modello di impresa

italiana che sintetizza le peculiarità produttive ed industriali del paese, evidenziando cinque fattori che la compongono:

- Il **posizionamento** sul mercato, con cui nel caso italiano si fa tendenzialmente riferimento a mercati di nicchia, fasi alte della catena del valore, nuovi mercati e processi di internazionalizzazione. In particolare l'industria italiana è attiva nei settori delle 4A ovvero l'Alimentari-vini, l'Abbigliamento-moda, l'Arredo-casa e l'Automazione-meccanica-gomma-plastica. Stando ad un articolo del Sole 24 Ore infatti sarebbero questi settori trainanti del *Made in Italy*, il cui surplus commerciale nel 2014 ha raggiunto i 128 miliardi;
- Le **strategie** prescelte dalle aziende sono di tipo multiplo, principalmente orientate verso la focalizzazione e specializzazione produttiva, la qualità sia del prodotto che del servizio, una particolare attenzione alla *customer experience* e la personalizzazione dell'output. Negli ultimi anni sta emergendo anche nelle imprese italiane un'inclinazione a sviluppare strategie di internazionalizzazione produttiva, andando a sciogliere almeno in parte lo stretto legame con l'industria territoriale, e strategie indirizzate a cause sociali e ambientali;
- I **modelli** di lavoro e organizzazione adottati dalle imprese risentono comunque del legame con il territorio di appartenenza, che rimane fondamentale per costruire un tessuto di relazioni e scambi di conoscenze, abilità e culture. Come evidenziato in precedenza l'elemento cruciale che deve essere mantenuto dal modello organizzativo è quello della flessibilità e adattabilità ai mutamenti della realtà circostante;
- L'**anima** della società che ne rappresenta l'identità e la rende riconoscibile soprattutto in un mercato internazionale. Essa racchiude i valori, la *mission*, le credenze e la cultura che si sono consolidati nel tempo e per questo motivo sono condivisi all'interno dell'organizzazione e dai clienti più fedeli dell'impresa;
- La **qualità** dell'imprenditore invece deve essere indirizzata alla gestione operativa dell'azienda, facendo leva quindi su buone capacità di *leadership*, ed al reperimento dei capitali necessari per le attività.

Un sesto elemento distintivo delle imprese italiane sono senza dubbio le loro dimensioni ridotte. Tradizionalmente si è sempre pensato che queste dimensioni fossero la base della crescita economica di un paese, per due motivi principali. Innanzitutto perché imprese grandi possono sfruttare i benefici derivanti dall'utilizzo di economie di scala, con cui è possibile ridurre i costi medi unitari di produzione all'aumentare dei livelli produttivi, diventando così più competitivi sul mercato. Inoltre perché a grandi imprese sono generalmente associati i maggiori livelli di innovazione, dal momento che esse dispongono delle risorse, sia

finanziarie che umane, da investire nella ricerca e nello sviluppo di nuovi prodotti. Allo stesso tempo riescono anche a generare una rotazione di personale in grado di apportare migliorie alla struttura ed accrescere l'apprendimento organizzativo, senza fossilizzarsi su forme organizzative che possono perdere efficacia nel tempo. Nel contesto italiano invece questo elemento non è presente, il nostro sistema industriale infatti viene definito dagli studiosi "polarizzato", ovvero costituito da un numero consistente di imprese piccolissime dimensioni (meno di 10 addetti) e un numero contenuto di grandi imprese (oltre 250 addetti), che però contribuiscono in misura quasi uguale al valore aggiunto complessivo, aggirandosi attorno al 30% (ISTAT, 2018). Secondo il "Rapporto sulla Competitività dei Settori Produttivi", redatto dall'Istat per l'anno 2018, è possibile evidenziare come queste imprese di dimensioni notevolmente differenti tendano comunque a coesistere all'interno dei 253 settori produttivi del sistema italiano, nonostante questa convivenza non sia sempre positiva per le micro imprese. Queste ultime infatti risentono negativamente della presenza delle grandi imprese se operanti nei settori caratterizzati da una bassa concentrazione di fatturato (costruzioni e servizi), dove un'espansione delle grandi imprese contrae i margini di profitto delle piccole. Il contrario avviene invece nei settori manifatturieri, specialmente quelli tradizionali, in cui un aumento della quota di mercato delle imprese leader ha effetti positivi e consistenti per quelle più piccole. Sono questi settori infatti ad aver attraversato una veloce fase di ripresa dal 2014, dopo la crisi economica del 2008, e per cui ci si aspetta un miglioramento anche nell'anno in corso, stando alle statistiche di crescita positiva dello scorso anno e ai continui investimenti specialmente in nuovi macchinari ed apparecchiature da impiegare nella produzione.

Tuttavia l'industria italiana è sempre stata studiata adottando gli stessi criteri e gli stessi parametri utilizzati anche nell'analisi di economie di altri paesi, nonostante gli elementi di base siano fortemente differenti. Negli anni infatti le imprese del nostro paese sono state classificate come micro/piccole, analizzando solamente le "unità giuridiche" e tralasciando quelle economiche, quindi le reti che tra esse si erano costruite, forse distorcendo le valutazioni finali. Le principali interconnessioni presenti tra le aziende in Italia fanno riferimento ai cosiddetti "distretti industriali", che rappresentano la vera peculiarità del nostro sistema industriale, ampiamente studiata e invidiata da altri paesi nel mondo. Con questo termine si indicano dunque un gruppo di imprese indipendenti, altamente specializzate in particolari settori, strettamente collegate al territorio circostante, sia dal punto di vista economico che sociale-culturale, e fortemente collegate le une alle altre da rapporti di collaborazione informale e di lungo periodo. L'ultimo censimento Istat (2011) ha individuato 141 distretti industriali, a fronte dei 181 del censimento precedente (2001), nonostante questa diminuzione in numero sia stata compensata da un'espansione sia territoriale che

occupazionale delle singole unità. I distretti infatti hanno ampliato il numero di comuni coperti, passando da una media di 13 comuni ciascuno ad una di 15, ed il numero di addetti, che hanno visto un aumento del 1,8%. Queste unità locali distrettuali si concentrano in particolare in Lombardia (20,5%), Veneto (19,9%), Marche (13,5%) e Toscana (10,6%) e sono sviluppate attorno i settori tipici del *Made in Italy*. Precisamente ben 130 distretti fanno riferimento ai settori delle 4A, mentre i restanti 11 sono specializzati nell'industria chimica, petrolchimica, dei prodotti in gomma, delle materie plastiche, metallurgica e cartotecnica (fig. 2).

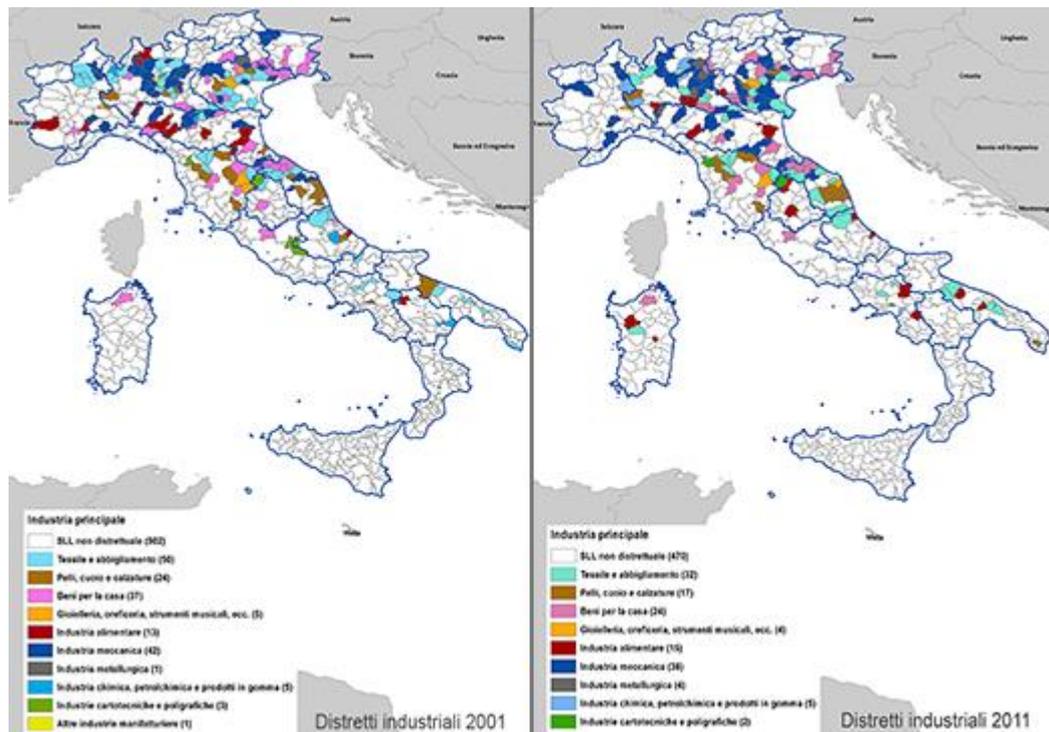


Fig. 2 I Distretti Industriali, confronto 2001-2011, Fonte: ISTAT

I distretti italiani sono dunque caratterizzati da una scomposizione, spaziale e temporale, del processo produttivo in diverse fasi, in cui ciascuna impresa si specializza sia dal punto di vista tecnico-pratico che delle conoscenze necessarie. A questa particolare organizzazione del lavoro sono associati vari vantaggi economici, primo fra tutti quello di poter ugualmente sfruttare economie di scala e di apprendimento, superando così i limiti delle singole imprese di piccole dimensioni che la compongono. Inoltre le unità locali consentono di garantire flessibilità sia per quanto riguarda i volumi di output, potendo meglio fronteggiare gli andamenti del mercato, sia in relazione alle capacità di risoluzione di problemi nelle richieste della domanda, avendo a disposizione nello stesso distretto svariate soluzioni e *skills* alternative a cui attingere. Infine la vicinanza territoriale tra imprese tra loro cooperanti si

traduce nella possibilità di sviluppare, condividere e tramandare conoscenza, rendendo i distretti aperti e dinamici nei confronti di innovazioni di prodotti e processi (Ricciardi, 2013). Nonostante sia chiaro come le dimensioni delle imprese italiane debbano essere misurate diversamente rispetto a quelle dei paesi stranieri, esistono comunque dei limiti alla crescita delle stesse. Innanzitutto ritroviamo i fattori storici che si sono consolidati nel sistema industriale favorendo delle unità aziendali poco sviluppate, principalmente a causa delle dimensioni limitate delle banche, non in grado di garantire il credito necessario alle imprese per la crescita, l'eccessivo protezionismo nei confronti del mercato internazionale e l'acquisizione delle società da parte di Istituti statali come l'IRI. Un secondo elemento fondamentale è l'assetto proprietario di tipo familiare, tipico delle aziende italiane. Nel nostro contesto industriale infatti le imprese, sia quotate che non, tendono ad essere detenute per la maggioranza delle quote di capitale dalla famiglia fondatrice o, in misura minore, dallo Stato o enti locali. Dal rapporto CONSOB su “La *Corporate Governance* delle Società Quotate Italiane” (2017) emerge per l'appunto come delle 230 società quotate sull'Mta ben 146 abbiano come azionista maggioritario uno o più membri della famiglia d'origine, mentre 21 siano detenute dallo Stato o altri organi pubblici. Tale organizzazione della proprietà nelle imprese è molto spesso accompagnata da una coincidenza tra proprietà e controllo, che viene adottata come forma gestionale al fine di garantire la flessibilità tipica delle aziende. Tuttavia ad essa sono associati anche diversi svantaggi, legati fondamentalmente all'insufficienza di risorse necessarie alla crescita: innanzitutto non sempre l'imprenditore ha tutte le competenze e conoscenza necessarie a dirigere l'attività, inoltre generalmente le imprese vengono tramandate agli eredi che, ancora una volta, possono non essere in possesso delle *skills* adeguate, infine esistono consistenti limiti di natura finanziaria, in quanto il capitale aziendale dipende dalle possibilità economiche della famiglia proprietaria. Il terzo limite individuabile è strettamente collegato a quest'ultimo aspetto ed è rintracciabile nella debole struttura finanziaria, dovuta principalmente alle dimensioni ridotte delle banche che non riescono a supportare la crescita delle imprese. Un quarto e ultimo fattore, spesso dato per scontato o non considerato, ma comunque molto determinante, è la cultura del paese, orientata ad un ideale di imprenditorialità indipendente che spinge gli individui a fondare imprese proprie, piuttosto che cooperare all'interno di società più grandi da sviluppare (Bianchi, 2002).

2.2 Sviluppo del Digital Manufacturing nelle PMI

Giungere ad una sentenza finale sulla situazione attuale dell'industria italiana è quindi difficile, alla luce di quanto esposto nel paragrafo precedente. Se da un lato vi sono i vantaggi

derivanti dalle peculiarità che la compongono, come ad esempio i distretti, dall'altro vi sono le debolezze legate ad arretratezze economiche e politiche ormai consolidate, che pongono dei freni allo sviluppo del paese. Abbiamo inoltre sottolineato come l'economia italiana sia fondamentalmente sorretta dal *Made in Italy* del sistema manifatturiero, che riesce a mantenere comunque attiva la competitività su scala internazionale. In particolare l'Italia è il secondo paese europeo, dopo la Germania, a raggiungere il più elevato valore aggiunto dalla manifattura (EUROSTAT, 2014), che finora ha visto una crescita del 10,6%, se si considera la ripresa avvenuta dal suo picco più basso tra il 2014 e il 2015, momento in cui aveva perso quasi un quinto della sua produttività. Nonostante questi dati positivi, è possibile notare una generale arretratezza del paese per quanto riguarda il processo di digitalizzazione, sia economica che sociale, segnando un divario con le principali economie europee. In particolare dal "*Digital economy and society index*" (DESI), pubblicato dalla Commissione Europea per l'anno 2018, emerge un quadro allarmante per la situazione italiana, superiore solamente a Bulgaria, Grecia e Romania e posizionata al 25esimo posto della classifica generale. L'indice è stato calcolato tenendo in considerazione cinque fattori: la connettività, che indica la situazione delle infrastrutture e per cui l'Italia raggiunge un punteggio di 13, contro l'Olanda in testa con 20,8; il capitale umano, cioè le persone che possiedono le *skills* necessarie ad interfacciarsi con una realtà digitale, dove con 10,2 punti raggiungiamo quasi la metà del punteggio della Finlandia con 20; la digitalizzazione pubblica che rappresenta l'area in cui l'Italia registra le migliori performance risalendo al 19esimo posto; la digitalizzazione delle aziende per cui scendiamo al 20esimo; la digitalizzazione dei cittadini, che costituisce il vero tasto dolente se confrontato con il resto d'Europa, dal momento che scendiamo al penultimo posto della classifica, migliori solamente della Romania. L'arretratezza italiana sul piano di Industria 4.0, rispetto al resto dei paesi dell'Unione, è dunque un fattore a cui deve essere prestata la giusta attenzione, specialmente con riguardo all'applicazione nell'ambito delle fabbriche. Dallo stesso studio infatti emerge come l'Italia non abbia ancora attuato gli investimenti necessari nelle tecnologie di digitalizzazione dell'industria, concentrando le poche risorse a questo destinate nello sviluppo dell'*E-business* (ERP, CRM, *Cloud*, RFID) e tralasciando quasi totalmente quello dell'*E-commerce* (E-commerce, Marketplace E-commerce, Cross-border E-commerce). Secondo la Commissione Europea questo ritardo tecnologico è dovuto in particolar modo alle dimensioni ridotte delle imprese, in quanto ha potuto notare come investimenti maggiori siano effettuati da quelle di più grandi dimensioni. Ciò sembra però non essere verificato nel contesto italiano, stando a quanto emerge dal secondo rapporto del Laboratorio Manifattura Digitale infatti risultano essere di più le aziende di micro/piccole dimensioni ad effettuare investimenti in tecnologie di manifattura digitale,

nonostante solo il 18,6% delle imprese manifatturiere italiane si sia aperta all'Industria 4.0. Le cause della non adozione non vanno ricercate tanto nelle difficoltà finanziarie, quanto più nei fattori socio-culturali e nella poca conoscenza del tema che spingono gli imprenditori a considerare le tecnologie digitali come lontane dai loro *business* e dalle loro esigenze economiche, oppure troppo lontane da raggiungere a causa della loro artigianalità produttiva o dalle loro dimensioni contenute.

Nonostante ciò, qualche passo in avanti verso Industria 4.0 è stato fatto a livello nazionale, seppur non ancora sufficiente a raggiungere i livelli medi europei. La spinta iniziare è arrivata nel 2014 dal programma “*Horizon 2020*” promosso dalla Commissione Europea e principalmente indirizzato a rafforzare la base scientifica europea, attraverso lo sviluppo delle attività di R&D delle imprese, da implementare poi sia in ambiti economici che sociali. A tal proposito furono stanziati 80 miliardi di euro da utilizzare nell'arco dei sette anni del progetto al fine di raggiungere tre obiettivi primari: incrementare e diffondere il livello di *Excellent Science* europeo, identificato come la base necessaria per costruire il futuro dell'Unione; raggiungere un'*Industrial Leadership* dei paesi aderenti tramite lo sviluppo di tecnologie in chiave 4.0, l'accesso al finanziamento del rischio e il supporto alla crescita innovativa delle PMI; infine un'attenzione particolare alle *Societal Challenges*, identificate in sei punti concernenti la sicurezza e la salute sei cittadini e dell'ambiente. È importante sottolineare che quasi la metà dello stanziamento totale è stato assegnato a quest'ultima classe di obiettivi, mentre la restante metà è stata equamente suddivisa tra gli ultimi due. Questo piano è particolarmente vantaggioso per l'economia italiana se si considerano i fondi destinati al progetto “*The SMEs Instrument*”, i cui 2,84 milioni di euro sono finalizzati al supporto dell'innovazione nelle PMI tramite un programma in tre fasi: in un primo momento viene valutata la fattibilità tecnica ed economica di un nuovo progetto presentato da un'impresa, successivamente si ha il supporto dell'innovazione, mediante le fasi di prototipazione, *testing*, valutazione delle *performances*; infine si passa alla parte della commercializzazione del prodotto. Durante tutto il processo l'impresa può anche beneficiare di un programma di *mentoring* e *coaching* offerto da esperti che possono colmare alcune lacune nelle conoscenze dell'organizzazione e rendere più efficienti ed efficaci i fondi impiegati nel progetto. Consultando i rapporti di monitoraggio di “*Horizon 2020*” per l'anno 2017 si nota come la quota maggiore di fondi del progetto in Italia siano dedicati allo sviluppo delle PMI e come ci siano generali miglioramenti nel sistema di R&D, grazie ad un aumento degli investimenti nel settore. Tuttavia le debolezze del paese emergono in relazione alla scarsità di competenze scientifiche e tecniche per sostenere questo processo e alla mancanza di collaborazioni tra università e imprese per diffondere e condividere conoscenza. A queste si somma anche un

sistema fiscale non in grado di supportare gli investimenti nella crescita innovativa dell'industria, rendendo l'Italia non competitiva a livello internazionale sotto questo aspetto. Nel 2009 infatti la quota di esportazioni ad elevato contenuto tecnologico era solamente del 10,8% del valore totale dell'export, non raggiungendo neanche la metà delle quote di Francia e Germania, mentre le esportazioni di prodotti a basso contenuto tecnologico raggiungevano il 49,3%, sottolineando ancora una volta come l'economia italiana sia fortemente legata ai settori più tradizionali. Nel tentativo di sanare queste problematiche è stato istituito in Italia un piano specifico di implementazione di "Horizon 2020", definito "Horizon Italy 2020" (HIT 2020) al fine di fornire le indicazioni strategiche ed il supporto pratico necessari a fare in modo che anche il nostro paese riesca a sfruttare i benefici concessi dal programma europeo, superando la parcellizzazione delle istituzioni finanziarie e di regolamentazione, favorendo una collaborazione tra imprese ed enti di ricerca ed incrementando le attività di ricerca ed innovazione. Da questo programma è nato il Cluster Tecnologico Nazionale "Fabbrica Intelligente", un'associazione riconosciuta dal MIUR come in grado di coniugare la specializzazione settoriale e territoriale della nostra produzione con la crescente necessità di innovazione. Gli obiettivi principali sono quelli di sostenere ed aumentare la competitività del settore manifatturiero italiano tramite iniziative di R&D per la creazione di nuove tecnologie abilitanti, investire nello sviluppo di nuove competenze e supportare le imprese dal punto di vista finanziario, tramite il coinvolgimento di investitori privati e lo sfruttamento dei fondi nazionali ed internazionali. Il CFI ha quindi definito una roadmap che evidenzia le linee guida da seguire per affermare la manifattura italiana su scala globale. Esso ha innanzitutto evidenziato cinque mega-trend socio-economici che stanno cambiando la fisionomia dell'intero settore manifatturiero e che devono quindi essere tenuti in considerazione nella definizione delle strategie di sviluppo. Su questa base il Cluster Nazionale ha poi delineato sette linee di intervento, ciascuna delle quali richiede azioni di ricerca ed innovazione focalizzate su diverse tecnologie abilitanti, di seguito elencate:

- Strategie per la **produzione personalizzata**, per cui sono interessati tecnologie e strumenti che permettano all'impresa di conoscere le caratteristiche del consumatore, ad esempio i *Big Data*, che permettano inoltre flessibilità produttiva, come le stampanti 3D, e che creino connessioni e network tra imprese, tra cui il *Cloud*;
- Strategie, metodi e strumenti per la **sostenibilità industriale**, finalizzata a raggiungere una sostenibilità economica, sociale ed ambientale. In questo senso diventano rilevanti nuove tecnologie e materiali che permettano il re-manufacturing e che abbiano un impatto più contenuto, nonché sistemi basati su *Cyber Physical System* che monitorino i consumi di risorse e valutino i dati in relazione al contesto circostante;

- Sistemi per la **valorizzazione delle persone** nelle fabbriche mediante sistemi di ICT che facilitino gli scambi e le condivisioni, strumenti di robotica collaborativa che sgravino il lavoro dal punto di vista fisico, macchinari sempre più intuitivi con cui il lavoratore può relazionarsi e nuovi programmi di formazione *ad hoc*;
- Sistemi di produzione ad **alta efficienza** garantiti fondamentalmente dall'implementazione di CPS che monitorino l'andamento del processo produttivo sotto tutti gli aspetti, da una precisa definizione dei movimenti e delle operazioni dei robot minimizzandone le perdite di efficienza e da un processo organizzato in un'ottica "*Zero-defect*";
- **Processi produttivi innovativi** che sono esemplificati dall'applicazione dell'*Additive Manufacturing*, delle tecnologie e processi laser, delle tecnologie e processi di produzione a livello micro e nano, dei processi ibridi che integrano diverse tecnologie convenzionali e non convenzionali;
- **Sistemi di produzione evolutivi e adattativi**, quindi estremamente flessibili grazie a sistemi ICT e piattaforme integrate digitali che permettano un'agile riconfigurazione del processo. A supporto devono essere adottate tecnologie intelligenti ed "autonome", in grado di cooperare con gli umani ed apprendere per modificarsi in futuro;
- **Strategie e management** per sistemi produttivi di prossima generazione, principalmente sistemi ICT che integrino informazioni provenienti da fonti diverse a supporto del processo decisionale.

In altre parole l'obiettivo è quello di potenziare anche in Italia il fenomeno della *Smart Factory* tramite investimenti in ricerca ed innovazione, principalmente indirizzati allo sviluppo di tecnologie abilitanti che supportino in particolare il nostro settore manifatturiero.

2.2.1 Il "Piano Nazionale Industria 4.0"

L'iniziativa più consistente attivata al fine di implementare il paradigma di Industria 4.0 all'interno della manifattura italiana rimane comunque quella proposta dal ministro Calenda nel settembre 2016, il Piano Nazionale Industria 4.0. Il tentativo è quello di risollevarlo il manifatturiero italiano che, nonostante sia caratterizzato da tassi di crescita positivi, non è ancora tornato ai suoi livelli produttivi antecedenti la crisi del 2008. Il programma quindi parte dalla consapevolezza che il sistema industriale italiano presenta alcune lacune rispetto alla maggior parte dei paesi europei, quali la mancanza di imprese leader che aprano la strada alla digitalizzazione, la quantità limitata di investimenti in nuove tecnologie abilitanti e quindi una generale arretratezza del sistema produttivo, l'insufficienza di capitale umano competente

ed istruito nelle discipline STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) ed infine una scarsa disciplina creditizia, sia da parte delle imprese che dello Stato. Su queste basi sono quindi state evidenziate dal Ministro dello Sviluppo Economico tre linee guida da seguire e sviluppare, innanzitutto operando in una logica di neutralità tecnologica, successivamente intervenendo con azioni orizzontali, e non verticali o settoriali, ed infine agendo su fattori abilitanti. Il piano di articola dunque in due direttrici principali: quelle “chiave” mirate ad aumentare gli investimenti nel digitale, aprendo l’accesso a fonti di credito alternative e risolvendo il problema delle *skills*; e quelle “di accompagnamento” che fanno riferimento al potenziamento delle infrastrutture abilitanti e agli strumenti pubblici di supporto. Per la prima categoria sono state quindi individuate diverse azioni volte ad incrementare l’innovazione delle imprese italiane: ritroviamo gli Iper (250%) e Super (140%) ammortamenti per i nuovi beni materiali ed immateriali appartenenti alla classe delle tecnologie 4.0, a seguire la misura “Nuova Sabatini” che sostiene gli investimenti in questi beni strumentali tramite un contributo a parziale copertura degli interessi pagati dall’impresa sui finanziamenti bancari. Un credito di imposta del 50% è stato poi istituito su spese incrementali in R&D, mentre, al fine di collocare i beni immateriali di imprese italiane o estere in Italia, il decreto "Patent Box" prevede un regime opzionale di tassazione per i redditi derivanti dall’utilizzo di beni immateriali (brevetti industriali, marchi registrati, disegni e modelli industriali, *know how* e software protetto da copyright) grazie ad una riduzione del 50% delle aliquote IRES e IRAP. Un particolare supporto alle Start-up e alle PMI innovative arriva invece da particolari agevolazioni fiscali, come una detrazione del 30% per investimenti in capitale di rischio o l’accesso gratuito, semplificato e prioritario al Fondo di Garanzia per le PMI. Mentre per quanto riguarda le competenze saranno approfonditi i corsi di formazione accademici (master universitari, alternanza scuola lavoro, etc.) e potenziati i Cluster Tecnologici. Con riferimento alle direttrici “di accompagnamento” invece troviamo cinque iniziative: la Banda Ultra Larga per una facile connessione tra imprese, il Fondo Centrale di Garanzia pubblica per le PMI, il rafforzamento del *Made in Italy*, i Contratti di Sviluppo per erogare finanziamenti personalizzati ad imprese orientate al 4.0 e lo scambio Salario – Produttività, con un’agevolazione fiscale del 10% per i premi salariali legati ad aumenti di produttività.

Dopo il primo anno dall’approvazione del Piano sono già visibili i primi risultati positivi, innanzitutto con un aumento degli investimenti in tecnologie digitali dell’11% ed un aumento generale della produzione industriale dell’8% (fig.3).

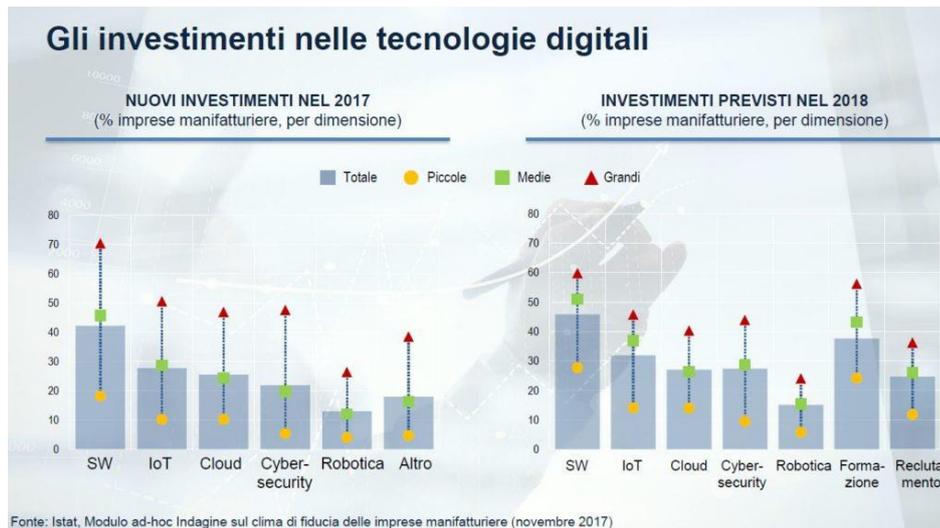


Fig. 3 Gli investimenti nelle tecnologie digitali, Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico

Gli incentivi che più sono stati sfruttati dalle imprese italiane sono stati l'Iper e Super ammortamento che, in concomitanza con la "Nuova Sabatini", hanno permesso un incremento degli acquisti in macchinari e apparecchiature elettroniche, aumentando i fatturati (7%) e le esportazioni (8%). Anche il credito per le spese di R&D è stato ampiamente utilizzato, vedendo un aumento del numero di imprese utilizzanti rispetto al 2016 del 104% che continuano progressivamente ad investire con un tasso medio del 12% annuo. Per quanto riguarda le PMI invece il Fondo di Garanzia ha garantito investimenti 17,5 miliardi di euro, laddove sono aumentati notevolmente anche gli investimenti nelle Start-up innovative, rimanendo tuttavia ancora molto lontani dalle medie europee (fig. 4).



Fig. 4 Il ruolo degli incentivi nel 2017, Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico (MISE)

Generalmente quindi l’iniziativa del Governo ha suscitato l’avvio del processo di digitalizzazione della manifattura italiana riportando risultati positivi ed incoraggianti per gli anni a venire. Le aspettative per il 2018 infatti prevedono una continuazione dei trend positivi registrati nel primo anno di implementazione del programma e in aggiunta sono pianificati programmi di potenziamento degli investimenti nel capitale umano, gestendo il rischio di disoccupazione tecnologica e massimizzando le nuove opportunità lavorative legate alla quarta rivoluzione industriale. A questo proposito saranno sviluppati i piani formativi degli Istituti Tecnici Superiori e finanziati nuovi progetti di ricerca ed innovazione nelle aree considerate strategiche, cercando quindi di colmare il gap di competenze digitali dei lavoratori rispetto alla media europea.

2.3 Implicazioni di “Industria 4.0” per le imprese:

Vantaggi e svantaggi

La trasformazione digitale in atto nel sistema manifatturiero globale è destinata a segnare uno spartiacque con i modelli di *business* finora conosciuti ed adottati. Intraprendere questo percorso sembra ormai la via obbligata per tutte le imprese, indipendentemente da dimensioni, settori di attività o altre caratteristiche. I vantaggi che la quarta rivoluzione industriale sembra così ampiamente promettere sono riservati nel caso italiano specialmente alle PMI, che devono cogliere le opportunità di sviluppo per rimanere al passo con le grandi economie internazionali, mantenendo e rafforzando la loro competitività senza essere tagliate fuori da un mercato fin troppo dinamico e veloce. Nella definizione del piano industriale 4.0 infatti, il Governo ha presentato una lista di benefici attesi, riguardanti fundamentalmente una maggior efficienza nei processi produttivi e nella gestione dei costi. Questi fanno specifico riferimento alle PMI italiane e alla possibilità di rilanciare il *Made in Italy* su scala internazionale, dal momento che le tecnologie digitali stanno velocemente rovesciando il modello produttivo della produzione di massa, reindirizzandolo verso la produzione artigianale e su misura, settore in cui la manifattura italiana può ampiamente emergere sfruttando il “saper fare” accumulato durante tutta la sua storia industriale.

Un primo vantaggio identificabile è quello della flessibilità e della reattività dell’impresa rispetto ai cambiamenti del mercato, raggiungibile grazie alla possibilità di sfruttare le tecnologie di IoT per effettuare delle analisi predittive riguardo gli andamenti della domanda, ridurre i tempi di set-up delle macchine ed impiegare strumenti “intelligenti” che sappiano agire in autonomia adattando i livelli di output alle richieste esterne. Ciò può comportare maggiori livelli di produttività e qualità del prodotto, avendo a disposizione macchinari che

monitorino costantemente la produzione, riducendo così gli scarti di materiale, gli sprechi di tempo, gli errori e i fermi macchina durante il processo. Anche la velocità delle lavorazioni sono interessate dalle tecnologie 4.0, sia nelle fasi pratiche che trasformano gli input in output in fabbrica, sia specialmente nelle fasi che intercorrono tra la prototipazione e la produzione vera e propria, grazie ad esempio alla stampante 3D. Generalmente quindi le imprese saranno in grado di proporre al mercato dei prodotti più competitivi, arricchiti da funzionalità più elaborate grazie all'IoT e da design innovativi, realizzabili ad esempio attraverso strumenti di *laser cutting* capaci di realizzare lavori di precisione. Non vanno tralasciati anche i vantaggi associati ad un maggior servizio al cliente, il quale potrà beneficiare di prodotti *customized* che saranno offerti innanzitutto sulla base di attente analisi delle informazioni e delle caratteristiche derivanti dai *Big Data* e inoltre grazie ad un coinvolgimento più attivo del consumatore stesso nel processo di definizione delle specifiche del prodotto. Tutti questi elementi contribuiscono a generare dei vantaggi economici per le organizzazioni, aumentandone la competitività internazionale, le quote di mercato e quindi il fatturato, ma anche riducendo notevolmente i costi di produzione.

Tuttavia non mancano anche i lati più problematici e negativi collegati alle imprese 4.0. Tra i principali “pericoli” derivanti dalla quarta rivoluzione industriale troviamo infatti gli aspetti collegati innanzitutto alla *privacy* degli individui, che rischia di essere violata in un mondo sempre più connesso e trasparente, laddove i filtri e le barriere alle informazioni personali sembrano ormai essere scomparsi, specialmente per le imprese che collezionano sempre più dati sugli utenti del mercato da utilizzare poi nelle loro strategie organizzative. Ci sono poi problemi collegati alla sicurezza informatica delle aziende: esse infatti detengono ormai tutti i loro dati all'interno di sistemi digitali quali i *Clouds*, che, se non adeguatamente protetti, possono essere hackerati da qualche soggetto ostile che ne può assumere il controllo e provocare danni. Infine abbiamo notato come questa rivoluzione delle macchine non sia ancora accompagnata, almeno in Italia, da un'adeguata formazione degli utenti e in particolare dei lavoratori che con esse devono relazionarsi. In questo caso infatti sussiste il rischio di aumentare il divario nella distribuzione dei redditi e della ricchezza, premiando i pochi soggetti in possesso di competenze e conoscenza necessarie e penalizzando la maggioranza di lavoratori non qualificati e quindi non indispensabili sul mercato.

CAPITOLO TERZO

CASI AZIENDALI

In supporto alla teorizzazione della situazione attuale delle piccole/medie imprese italiane, effettuata mediante un approccio d'analisi in ottica di Industria 4.0, è necessario osservare da vicino alcune realtà aziendali che concretizzino queste ipotesi.

A tal fine ho personalmente intervistato alcuni imprenditori che hanno adottato tecnologie per la manifattura digitale nelle loro organizzazioni, cercando di cogliere le motivazioni di questa decisione, le modalità di implementazione, nonché le conseguenze da esse derivanti.

Le conclusioni che si possono trarre sono generalmente positive riguardo il futuro della Manifattura 4.0 nel nostro paese, dal momento che le società in questione si sono rivelate concordi sui numerosi benefici acquisiti e sulle loro intenzioni di ulteriori sviluppi in questo ambito.

3.1 Caso “Sagotec S.r.l.”

Sagotec S.r.l. è un'azienda nata nel 1995 e situata a Montebelluna. Essa si occupa di creare imbottiture anatomiche per calzature sportive - tra cui scarponi da sci, scarpe da trekking e pattini in linea – ma anche per selle da ciclismo e tute da motocicletta. L'azienda opera nel mercato B2B italiano, quindi si rivolge ad una clientela specifica ed altamente specializzata che richiede soluzioni sempre più innovative, specialmente in un settore in rapido sviluppo come quello sportivo. In questo contesto si è rivelata fondamentale la lungimiranza del dirigente Gian Carlo Gallina che già da circa sei anni adotta tecnologie di manifattura additiva che possano garantirgli flessibilità e qualità dei prodotti. La prima apertura verso una digitalizzazione dell'impresa si è avuta con l'acquisto di una stampante 3D e di uno scanner annesso, grazie al quale l'azienda poté riportare “in casa” alcuni processi produttivi che fino a quel momento erano stati affidati a esterni. Questa tecnologia iniziale tuttavia non era totalmente automatizzata come quelle di più recente realizzazione, essa infatti richiedeva l'intervento e la supervisione umani durante le fasi del processo. Fu necessario infatti per l'azienda effettuare un corso di formazione ai dipendenti addetti a collaborare con il macchinario, in modo tale che essi fossero in grado di gestirne eventuali criticità.

Le motivazioni che condussero il signor Gallina a compiere questa scelta furono principalmente legate a questioni logistiche, volendo garantire ai suoi clienti un prodotto di elevata qualità, nelle quantità da loro richieste e in tempi brevi. Il macchinario si rivelò pienamente idoneo nel raggiungere gli obiettivi prefissati, aumentando specialmente in

maniera significativa i livelli produttivi e il risparmio di costi ad essi associati, ad esempio uno stampo di imbottitura da scarpone è oggi realizzabile al costo di 15€, laddove, prima dell'utilizzo di tecnologie additive, ne erano necessari circa 900.

Questo primo successo di digitalizzazione ha spinto l'impresa a proseguire su quella rotta, investendo ulteriormente in macchinari di approccio 4.0. La produzione è ora basata sull'utilizzo di un'unica stampante digitale (fig. 5), totalmente automatizzata, con la quale l'azienda realizza gli stampi necessari a produrre i pezzi di imbottiture. Essa è dotata di un piatto, che durante la lavorazione si trova ad una temperatura di 40°C, su cui viene colato il materiale fuso ad una temperatura di 200°C, che modella lo stampo seguendo le indicazioni definite precedentemente dall'operatore.

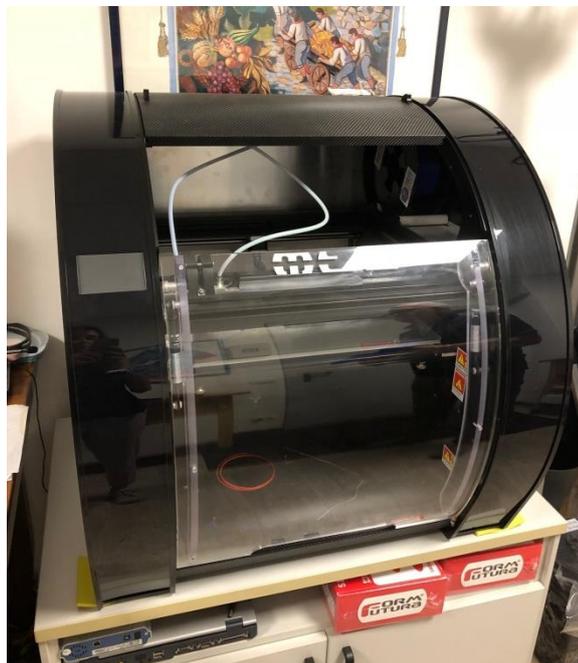


Fig. 5 Stampante 3D in "Sagotec Srl", Fonte: Elaborazione personale

Il processo prosegue poi con l'utilizzo di uno degli undici macchinari costruiti internamente dalla fabbrica, con cui vengono sagomati i pezzi finali. Tra queste macchine nove sono automatiche e basate sul controllo numerico, consentendo al lavoratore di stabilire vari parametri del processo, come ad esempio la velocità o la ripetizione delle lavorazioni. Per il loro funzionamento è necessario l'utilizzo di due stampi, uno "femmina", su cui viene adagiato il materiale da lavorare, e uno "maschio", che spinge contro l'altro per determinare la forma. Tra i due viene poi fatta passare una sottile lama, spessa circa 1,5mm, che separa il pezzo definitivo dal materiale di scarto, seguendo l'andamento dettato dagli stampi. Tali tecnologie hanno permesso di incrementare l'efficienza del processo produttivo, innanzitutto quasi raddoppiandone la capacità, con la possibilità di effettuare 250 battute all'ora e realizzare 6 pezzi con una sola operazione, in secondo luogo riducendone i costi e infine

garantendo maggior flessibilità per soddisfare al meglio le esigenze del mercato. In particolare quest'ultimo aspetto è rilevante per l'azienda dal momento che essa dispone di oltre 500 pezzi disponibili a catalogo, se si considera che mediamente un modello di calzatura prevede tre stampi, riprodotti per quattro misure del piede.

Al momento la produzione non è comunque totalmente automatizzata, specialmente per quanto riguarda il controllo della qualità dell'output che deve essere effettuato da un operatore. Nonostante ciò le previsioni future dell'azienda sono quelle di affidare alla tecnologia anche questo compito importante, tramite l'investimento già attivo in un macchinario apposito, in grado di seguire il processo produttivo dalla sagomatura alla verifica finale, grazie anche alla possibilità di essere controllata da remoto. Questo macchinario, che sarà disponibile già dai prossimi mesi, permetterà a Sagotec di sfruttare i benefici del governo collegati all'iniziativa "Piano Nazionale Industria 4.0", cioè degli sgravi fiscali derivanti sia dalla possibilità di ammortizzare il valore del macchinario per il 250%, tramite appunto la misura dell'Iper ammortamento, sia da incentivi sia vadano a coprire parte degli interessi pagati dall'azienda sul finanziamento necessario all'acquisto della tecnologia ("Nuova Sabatini"). L'obiettivo è innanzitutto quello di aumentare ulteriormente la produttività raggiungendo il livello previsto di 700 battute in un'ora, determinando un aumento complessivo del 250%.

La digitalizzazione della produzione ha consentito all'impresa non solo di rinnovare e migliorare i prodotti già esistenti a catalogo, ma specialmente di creare qualcosa di totalmente innovativo, un prodotto per cui prossimamente la ditta potrebbe ricevere un brevetto. Si tratta di un dispositivo medicale, specificamente ideato per coloro che hanno problemi di seduta e necessitano di un supporto. La novità, rispetto alle soluzioni già presenti sul mercato, è rappresentata dalla divisione del dispositivo da seduta in due parti simmetriche, che permettono una maggiore adattabilità alla sagoma dell'utente interessato. Gli stampi utilizzati nella realizzazione del prodotto sono stati costruiti dalla Sagotec stessa. L'azienda inoltre, da quando ha riscontrato risultati più che positivi tramite l'applicazione della manifattura digitale in fabbrica, si è aperta agli scambi commerciali internazionali con la Slovenia, altro ambito in cui Sagotec punta a svilupparsi in futuro implementando la visione 4.0.

Secondo l'imprenditore Gallina quindi il futuro dell'azienda è strettamente connesso allo sviluppo delle tecnologie di produzione digitale, che renderanno possibili miglioramenti continui nei processi e nei prodotti. In particolare, secondo l'imprenditore, l'evoluzione del mercato in cui esso opera sarà determinato dalla ricerca di nuovi materiali e dalla combinazione degli stessi, nonché dallo sviluppo di tecnologie sempre più precise che riescano a creare imbottiture sagomate per meglio adattarsi alle forme anatomiche.

3.2 Caso “Prandina S.r.l.”

Nel 1982 l'imprenditore Sergio Prandina fondò, tra le colline bassanesi, l'omonima azienda “Prandina S.r.l.”. Essa si è affermata sul mercato internazionale come designer dell'illuminazione, offrendo prodotti di elevata qualità che simboleggiano le peculiarità del *Made in Italy*. I livelli di export sono essenziali per l'impresa, costituendone ben l'87% del fatturato totale, raggiunto in circa 70 mercati esteri, i cui principali sono quelli tedesco, olandese, svizzero ed australiano. Vendere in paesi stanziati in varie parti del mondo si è rivelata una scelta efficiente per l'impresa dal punto di vista logistico, permettendole di mantenere costante l'attività produttiva di una tipologia di prodotto la cui domanda di mercato è legata ai cicli stagionali.

Prandina sta ora attraversando una fase di trasformazione importante, iniziata dopo il recente pensionamento del fondatore, a cui sono subentrati alla direzione il figlio e il signor Andretta, e che è mirata a rimodernare la società sotto diversi aspetti, dal processo produttivo alla gestione del cliente finale. Il fondamento di questo cambiamento dunque consiste in una digitalizzazione sia interna che esterna, che deve essere supportata dal coinvolgimento di tutti i livelli organizzativi, in quanto comporterà una modifica radicale dell'approccio mentale finora adottato. Le motivazioni primarie che hanno guidato questo nuovo approccio direzionale sono state innanzitutto la necessità di essere competitivi in un mercato globale, in cui le realtà di *smart factory* sono già da tempo affermate e rischiano di creare un divario difficilmente colmabile con le aziende di stampo più tradizionalista come quelle italiane, inoltre l'azienda ha individuato come altro obiettivo fondamentale la valorizzazione del cliente, ponendolo al centro delle loro attività e migliorando i servizi offerti, specialmente in termini di velocità, qualità ed efficienza.

La prima iniziativa messa in atto per attivare la digitalizzazione dell'impresa ha interessato il vero e proprio processo produttivo che è stato riorganizzato in un'ottica di *lean production* con lo scopo di ottimizzare i costi e i tempi ad esso collegati. E' stato quindi sviluppato internamente un sistema di *Material Requirements Planning* (MRP) che permettesse di gestire gli ordini ai fornitori su base annuale, salvo poi piccoli aggiustamenti effettuati a seconda delle reali richieste e condizioni di mercato. L'impresa si serve inoltre di una tecnologia di manifattura additiva, ovvero una stampante 3D che viene utilizzata nella fase di prototipazione dall'ufficio tecnico, grazie alla quale è stato possibile ridurre notevolmente i tempi e i costi del processo, riuscendo ad anticipare o risolvere problemi preventivamente. La produzione dei pezzi necessari invece viene affidata a fornitori esterni, sempre tramite investimenti e direttive di Prandina, che fornisce anche gli stampi per l'industrializzazione.

L'assemblaggio del prodotto invece torna ad essere svolto "in casa" manualmente, essendo un processo che coinvolge pezzi di componentistica minuti e richiede perciò l'abilità e la destrezza di un lavoratore umano. La conclusione del processo, che consiste nell'imballaggio dei prodotti per la successiva spedizione al cliente, è invece automatizzata e prevede l'utilizzo di due specifici macchinari: il primo prepara la schiumatura necessaria per proteggere il prodotto all'interno del *packaging*, in relazione alle caratteristiche del prodotto stesso, quali dimensioni e materiali, che vengono comunicate alla macchina dall'operatore; il secondo invece si occupa della sigillatura e dell'etichettatura dell'imballaggio, rendendolo così definitivamente pronto alla spedizione.

Un'altra tecnologia di stampo 4.0 utilizzata dalla società sono i *Big Data*. Prandina infatti è un'azienda che si rivolge a quattro canali di vendita – retail, online, corporate, hotel e banche – e perciò deve gestire un'importante mole di dati relativi a svariati clienti, che per natura presentano caratteristiche e necessità diverse. Essa dispone quindi di un sistema di *Customer Relationship Management (CRM)* in cui sono verificati oltre 69000 profili di clienti, che vengono impiegati per la definizione di strategie di marketing e la conseguente gestione della produzione. A questo proposito sono molto sfruttati i canali di comunicazione digitale in relazione a ciascun canale da raggiungere, ed in particolare l'azienda è attiva sui social network, che considera un elemento fondamentale per la definizione di un rapporto con il cliente in un contesto moderno e che perciò punta ad aumentare e migliorare in futuro.

L'amministratore delegato Andretta si dice infatti fiducioso sull'evoluzione delle tecnologie di Manifattura 4.0 nella sua impresa e più in generale nell'industria italiana, in quanto è consapevole di come esse siano un'opportunità da cogliere velocemente per continuare ad essere competitivi, specialmente in un contesto globale. I benefici derivanti da questi strumenti utilizzati da Prandina sono infatti molteplici, in particolare legati all'efficienza della produzione in termini di riduzione di tempi e costi, e secondo le stime raggiungerebbero i 63.550€ nel 2018 e sono destinati ad aumentare nel tempo. La società infatti ha già pianificazioni per futuri investimenti nella digitalizzazione della fabbrica, primo fra tutti l'automatizzazione del magazzino della piccola componentistica in modo tale che supporti la definizione della struttura *lean* della produzione. In questo modo l'impresa potrà guadagnare il 27% di spazio libero, eliminare gli ordini cartacei, che verranno invece calcolati sulla base del fabbisogno produttivo tramite il CRM, ed incrementare così il fatturato di circa il 30% senza necessitare di risorse umane aggiuntive. Un miglioramento dei processi sarà poi garantito dall'adozione di *tablet* che calcolino i tempi di ciascuna postazione e permettano una distribuzione più efficiente delle mansioni, evitando così sprechi di tempi e dunque costi.

3.3 Caso “Arredo 3 S.r.l.”

“Arredo 3 S.r.l.” è una società situata nei pressi di Scorzè ed operante nel settore dell’arredamento, con la produzione e la commercializzazione di cucine moderne, classiche e contemporanee, mobili da soggiorno e complementi come tavoli e sedie. Da oltre trent’anni, dal 1984, essa funge da “ambasciatore del *Made in Italy* nel mondo” servendo un ampio mercato internazionale con prodotti di elevati design e qualità, in particolare in Francia, Spagna, Belgio, Canada e Cina.

Nell’ultimo decennio l’azienda ha adottato all’interno della fabbrica alcune strumentazioni digitali che supportano e sgravano il lavoro degli operatori durante le mansioni più impegnative. Si tratta di robot collaborativi impiegati nella produzione di componentistiche del mobile, che sezionano pannelli di grandi dimensioni per ricavare i pezzi necessari, seguendo sagome e direttive predisposte dal lavoratore. Il loro utilizzo principale tuttavia avviene in fase di assemblaggio finale del mobile, un passaggio importante del processo che però può rivelarsi difficoltoso da svolgere per un lavoratore, specialmente in presenza di componenti di dimensioni considerevoli. Con questa tecnologia l’impresa ha avuto benefici sia in termini di tempistiche, rendendo più veloce il processo, ma anche in termini di costi, potendo beneficiare delle agevolazioni fiscali stabilite dal Governo italiano con il “Piano Nazionale Industria 4.0”, volto a supportare le organizzazioni che utilizzano tecnologie di manifattura digitale. La robotizzazione del magazzino è senza dubbio un aspetto fondamentale per il processo produttivo di “Arredo 3”, in quanto ne facilita la sincronizzazione e la sequenzialità delle varie fasi.

Tuttavia l’azienda continua a porre l’attenzione principale alla persona: di primaria importanza infatti rimangono le risorse umane, considerate il motore per la crescita dell’impresa, e i clienti con cui si rapporta. Per la prima categoria di individui abbiamo visto come siano implementate soluzioni che possano aiutare il lavoratore specialmente nella fabbrica; mentre per la seconda sono state adottate strumenti che supportino il consumatore finale nel testare e valutare i prodotti offerti. In questo caso si fa riferimento a tecnologie di Realtà Aumentata, tramite cui il cliente può vivere un’esperienza innovativa che accresca il valore percepito del prodotto e allo stesso tempo gli consenta una più attenta analisi dello stesso. Questa strumentazione consiste in un paio di occhiali e due *joystick* con cui l’utente può aggirarsi nello spazio delineato e con esso interagire.



Fig. 6 Occhiali RA in “Arredo 3”, Fonte: Elaborazione personale

Chiaramente, oltre ai vantaggi già citati relativi alla *customer experience*, altri benefici derivanti dal loro utilizzo sono facilmente riscontrabili a livello di costi per l’azienda. In particolare in questo modo essa può contenere le spese associate alla produzione di prototipi materiali, dal momento che i prodotti possono essere presentati al cliente virtualmente, senza comunque perdere le prerogative di un’esperienza tipica di un contesto più tradizionale. Inoltre riesce così a ridurre i costi e gli spazi fisici necessari degli *show room* in cui esporre i prodotti finiti da esibire al consumatore.

La digitalizzazione è largamente sfruttata anche nell’ambito della comunicazione, in cui l’impresa si serve del proprio sito web, di *social network* e *newsletter* per raggiungere ed interagire con i vari enti o individui con cui si rapporta. Rimane fondamentale anche in questa situazione l’attenzione alla persona, cercando quindi di creare comunicazioni specifiche per ogni canale di riferimento e senza eccedere nell’intensità dei messaggi.

Per quanto riguarda la posizione di “Arredo 3” sull’integrazione di tecnologie abilitanti all’interno dell’azienda, è chiaro come essa sia indirizzata verso ulteriori sviluppi in ambito produttivo, per supportare il lavoro umano, ma soprattutto in ambito commerciale. Secondo il sig. Massimo Ghedin, Dirigente e Responsabile ICT, la Realtà Aumentata sarà infatti il futuro del marketing nel loro settore ed è quindi una strumentazione che necessita di continui investimenti ed implementazioni.

3.4 Caso “Sabena Calzaturificio S.r.l.”

Da ormai 45 anni la famiglia Stocco, con il suo Calzaturificio Sabena, produce calzature dedicate al mondo sportivo, in particolare del calcio, del ciclismo e della moto, realizzando prodotti con elevate qualità tecniche e tecnologiche, adatte alle esigenze dei più grandi sportivi. Nel 2012 l'azienda a conduzione familiare decise di creare un proprio marchio di calzature ciclistiche, CRONO, proponendo al mercato dei prodotti attenti sia alle performance sia all'estetica. Tuttavia il settore degli accessori sportivi del *Made in Italy*, in cui opera la famiglia Stocco, sta accusando negli ultimi anni una crisi legata alle difficoltà delle piccole imprese italiane di competere con grandi aziende estere in un mercato già saturo, che sta assumendo sempre più i tratti di un mercato di nicchia. Per questo motivo il Calzaturificio Sabena, essendo un terzista, lavora fondamentalmente con solo due grandi colossi dello *sportwear* con cui ricopre quasi la totalità del fatturato, Dainese (25%) e Decathlon (70%), tramite cui raggiunge i maggiori livelli di export, ed infine rivende volumi minori a clienti più piccoli in Europa, Asia e America.

Questa tipologia di prodotto è inoltre nella fase di piena maturità, in cui è difficile quindi riuscire ad introdurre elementi innovativi dal punto di vista tecnico, ed è per questo che l'innovazione avviene principalmente sui versanti del design del modello di calzatura e dei materiali, o delle loro combinazioni, utilizzati. A queste difficoltà vanno a sommarsi anche alcune limitazioni legali sull'utilizzo di particolari materiali, come ad esempio il colore fluorescente per le scarpe, che invece non trovano ostacolo nei paesi asiatici, consentendo a questi ultimi di rimanere il fulcro della produzione mondiale. Per mantenere la sua competitività in un contesto così difficile, la famiglia Stocco ha deciso due anni fa di aprirsi al mondo delle tecnologie digitali per supportare la produzione in fabbrica. Nello specifico essa ha acquisito un robot collaborativo, un braccio antropomorfo che è libero di spostarsi nello spazio della fabbrica e che può compiere fino a quattro operazioni possibili. Lo scopo principale di questo strumento è di sgravare il lavoro degli operatori durante la produzione, specialmente per quelle lavorazioni troppo ripetitive per cui un umano potrebbe perdere a lungo andare la concentrazione e quindi inficiare la qualità del risultato finale. Con il robot infatti l'azienda è in grado di garantire una maggior qualità del prodotto in un minor tempo, riducendo gli errori umani e quindi il tempo e i costi legati alle loro correzioni. L'obiettivo a cui il Calzaturificio punta è quello di inserire pienamente il robot nella produzione, non utilizzandolo più solo come supporto generico, ma ritagliandogli un ruolo di operatore vero e proprio in fabbrica, andando così a guadagnare un lavoratore umano a cui sarebbero affidate nuove mansioni. In questo modo l'azienda riuscirebbe ad aumentare la sua produttività, che

ora si aggira attorno ai 440 paia di scarpe prodotte in un giorno con un totale di 16 operatori coinvolti. Maggiori investimenti in tecnologie di manifattura 4.0 sono tuttavia ancora lontani dalle previsioni future dell'impresa, innanzitutto per limitazioni economiche, ed inoltre perché la produzione di questo tipo di calzature è un processo che ancora viene realizzato per la maggior parte a mano dai lavoratori in un tempo complessivo di circa un'ora al paio.

La famiglia Stocco però ha mantenuto in casa solo le fasi di montaggio della tomaia della calzatura, rivolgendosi ad imprese esterne per ulteriori lavorazioni come le decorazioni della tomaia stessa o le forniture delle soles. In questi altri processi vengono utilizzate altre strumentazioni di manifattura digitale, in particolare il laser e macchinari di manifattura additiva. Il primo viene utilizzato da imprese specializzate per lavorazioni di altissima precisione per lo più riguardanti la decorazione della scarpa, dalle forature nella tomaia per creare effetti dinamici, alle levigazioni superficiali su cui applicare adesivi o loghi particolari. Le seconde strumentazioni invece sono impiegate nella costruzione delle soles tra cui si possono distinguere due lavorazioni e di conseguenza due macchinari diversi. Nelle soles create tramite un processo ad "iniezione" vengono utilizzati degli stampi per ogni modello da produrre che, una volta uniti tra di loro, lasciano al loro interno lo spazio vuoto con la forma della suola. A questo punto viene fatto colare all'interno della cavità il materiale termoplastico fuso, che, una volta raffreddato, assumerà la forma del prodotto finito. Questo tipo di lavorazione è la più utilizzata sia per questioni di costi, infatti un paio di soles create con questa tecnica hanno un costo medio di 4€, sia per questioni di tempo poiché è possibile produrre un paio di soles in soli 6 secondi di lavoro. La seconda metodologia utilizzata è invece adottata per la produzione di soles in carbonio, che richiedono dei procedimenti più complessi e costosi, in questo caso infatti la creazione di un paio di soles arriva a costare anche 20€ ed è possibile realizzarla in una media di 13 minuti. Questa tecnica prevede una lavorazione dei fogli di carbonio, precedentemente tessuti ed irrigiditi dalla resina, per stratificazione. I fogli caldi vengono quindi sovrapposti diverse volte fino a raggiungere lo spessore desiderato e vengono inseriti tra due stampi, questi comprimono il carbonio imprimendo la sagoma della suola che si vuole ottenere, raffreddando il materiale. Infine il foglio di carbonio viene tagliato da una macchina laser seguendo la forma risultante dalla fase precedente, terminando la lavorazione.

L'azienda si sta ora affacciando al nuovo mondo della bicicletta a pedalata assistita, che sta prendendo sempre più spazio all'interno del settore ciclistico, tanto da essere definito da alcuni esperti come il futuro dello stesso. Per cui la famiglia Stocco pensa, in un futuro imminente, di creare delle calzature apposite per questo nuovo prodotto, che siano composte da materiali specifici, con soles meno rigide e sempre con particolare attenzione alla parte

estetica e di design. A tal fine l'impresa è consapevole di dover adottare nuove tecnologie che siano compatibili con le lavorazioni che saranno richieste da questi nuovi prodotti, per risultare competitiva in un nuovo settore che per sua natura non richiede accessori tecnici e specifici e per cui sarà necessario sviluppare nuove soluzioni non dettate solamente dalla moda, ma che sappiano assicurare anche professionalità e sicurezza del prodotto.

Conclusion

Non si può limitare la discussione riguardo la quarta rivoluzione industriale solo al mondo manifatturiero, dal momento che essa avrà sempre di più un impatto ragguardevole anche su altri aspetti della realtà. Da un punto di vista commerciale, Industria 4.0 investe anche il mondo dei servizi, offrendo ai consumatori soluzioni digitali che permettano maggiore interconnessione, più personalizzazione nella scelta del servizio e velocità, delocalizzazione e flessibilità nell'acquisto. Inoltre anche la pubblica amministrazione sarà interessata da questo processo, che porterà alla creazione ad esempio delle cosiddette *Smart City*, cioè città totalmente collegate in ogni loro aspetto da tecnologie digitali, o della "Sanità 4.0", ovvero forme di medicina evoluta, come ad esempio il "farmaco digitale" sviluppato dalla compagnia californiana "Proteus" che, tramite un sensore, avvisa i dottori se il paziente non sta seguendo la cura prescritta. Un altro aspetto che è destinato a modificarsi come abbiamo visto è il lavoro, con individui ai quali saranno richieste competenze sempre più specifiche e tecniche nella progettazione e manutenzione dei macchinari, competenze manageriali utili nella ridefinizione delle gerarchie nella fabbrica intelligente che abbandonino la logica *top-down*, competenze anche generiche atte ad essere velocemente adattate ai vari contesti in caso di cambiamenti e sviluppi del mercato. Quindi, nonostante si pensi che il centro della Manifattura 4.0 siano necessariamente le macchine impiegate nei nuovi processi, il vero *core* rimangono le persone, le cui mansioni e caratteristiche sono comunque ridefinite in base alle nuove necessità.

Tuttavia la strada per giungere ad una piena digitalizzazione della manifattura italiana è appena cominciata e si prospetta un percorso ancora lungo e articolato da attraversare. Come abbiamo visto, sia dal punto teorico sia da quello pratico, esistono già diverse soluzioni implementate dalle aziende e supportate dallo Stato per adottare l'approccio di Industria 4.0, seguendo le orme delle più esperte grandi economie mondiali. A tal proposito è però importante ricordare come la struttura industriale italiana presenti delle caratteristiche *sui generis*, non riscontrabili in altri sistemi esteri, e che perciò essa necessiti di soluzioni compatibili con la sua specifica fisionomia. La presenza di imprese di piccole e piccolissime dimensioni infatti può favorire da un lato l'adozione di tecnologie 4.0 che aumentino le potenzialità di flessibilità, personalizzazione e vicinanza al cliente già intrinseche nella nostra industria, ma dall'altro può anche costituire un freno alla stessa crescita digitale, innanzitutto perché questi standard digitali richiedono sforzi economici e organizzativi notevoli per le aziende ed inoltre perché essi sono stati sviluppati per essere adottati da realtà industriali di

grandi dimensioni. L'Italia al momento sta infatti principalmente importando soluzioni digitali da contesti industriali esteri che le hanno sviluppate sulla base delle loro caratteristiche. Ed è proprio questo il processo che dovrebbe implementare anche il nostro paese, creando internamente tecnologie adatte al particolare contesto industriale, ma ciò è possibile solo grazie una più stretta collaborazione tra imprese e enti di ricerca e sviluppo. La Manifattura 4.0 non è comunque un oggetto fisico che si può acquistare, ma è un obiettivo a cui gli imprenditori, specialmente italiani, devono aspirare e realizzare un passo alla volta per mantenere la loro competitività, alimentando gli investimenti in questo ambito e beneficiando delle politiche economiche europee e nazionali a supporto del nuovo paradigma industriale.

Ciò è quanto emerge anche dalle interviste svolte alle quattro aziende e riportate nell'ultimo capitolo di questo elaborato. Innanzitutto da questi casi si può notare come l'applicazione della digitalizzazione alla manifattura sia attuabile dalle piccole/medie imprese, senza che esse risentano di particolari penalità legate alle dimensioni ridotte o di particolari svantaggi rispetto alle grandi entità economiche. Specialmente nel contesto italiano questa situazione è favorita sicuramente dagli interventi dello Stato mirati allo sviluppo specifico delle PMI ed inoltre dalla dinamicità e flessibilità intrinseche nel sistema industriale italiano. A tal riguardo si distingue anche la razionalità ed il pragmatismo degli imprenditori che, di fronte ad un'ampia scelta di possibilità di tecnologie disponibili, ne adottano principalmente una o due, selezionando quelle che si rivelano più affini, utili e compatibili con le loro caratteristiche di prodotto e produzione. Questa scelta avviene indipendentemente dalle disponibilità economiche dell'impresa, che, pur permettendosi diverse soluzioni digitali, preferisce individuare quella – o quelle – che le garantiscano maggior efficienza. Un altro elemento che emerge dall'analisi dei precedenti casi aziendali riguarda invece la relazione positiva che lega l'utilizzo di soluzioni digitali con l'apertura dell'impresa nei confronti dei mercati internazionali. Questa interdipendenza può essere ricondotta alla capacità delle "PMI 4.0" di offrire prodotti altamente competitivi, che uniscano la "fama" del *Made in Italy* ad una maggior efficienza produttiva. Le imprese hanno così dimostrato di aver beneficiato di guadagni in termini di tempi e costi sostenuti nella produzione, implementando al contempo il servizio e l'attenzione al cliente.

Le possibilità e i vantaggi offerti da Industria 4.0 sono quindi elementi tangibili per un'impresa e proprio per questa ragione tutte le aziende intervistate si sono dette fiduciose nei confronti di continui investimenti e sviluppi in soluzioni digitali da parte delle PMI italiane, segnando così un nuovo capitolo di innovazione ed internazionalizzazione per la Manifattura del nostro paese.

BIBLIOGRAFIA

BCG Boston Consulting Group (2015), *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*, Milano

BCG Boston Consulting Group (2015), *Man and Machine in Industry 4.0*, Milano

Beltrametti Luca, Guarnacci Nino, Intini Nicola, La Forgia Corrado (2017), *La fabbrica connessa. La manifattura italiana (attra)verso Industria 4.0*, Guerini e Associati, Milano

Bianchi Patrizio (2002), *La Rincorsa Frenata. L'Industria Italiana dall'Unità Nazionale all'Unificazione Europea*, Il Mulino, Bologna

Bower Joseph L., Christensen Clayton M. (1995), *Disruptive Technologies: Catching the Wave*, Harvard Business Review, January–February 1995

Butera Federico, De Michelis Giorgio (2011), *L'Italia che compete. L'Italian Way of Doing Industry*, Franco Angeli, Milano

Centro Studi ricerca e Formazione CISL (2016), *La Manifattura Italiana: Tra Scosse Tettoniche e Riposizionamento Strategico*, Milano, 18 luglio

Cipriani Alberto, Gramolati Alessio, Mari Giovanni (2018), *Il lavoro 4.0. La quarta rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative*, Firenze University Press

CISL (2016), *La Manifattura Italiana: tra Scosse Tettoniche e Riposizionamento Strategico*, Milano, 18 luglio

Cluster Fabbrica Intelligente (2014), *Roadmap per la ricerca e l'innovazione*, Bologna

Confartigianato Imprese (2017), *Industria 4.0 e Manifattura Digitale. Guida Pratica per gli Artigiani e le Micro e Piccole Imprese*, Brescia

CONSOB (2017), *La Corporate Governance delle Società Quotate Italiane*, Roma

Cooper Joshua, James Anne E. (2009) *Challenges for database management in the internet of things*. IETE Technical Review, volume 26 (5): 320-329

De Carolis Anna, Taisch Marco (2016), *La Quarta Rivoluzione Industriale nel Mondo*, Industria Italiana, 8 novembre

Deloitte (2016), *Global Manufacturing Competitiveness Index*

Deloitte (2015), *Manufacturing for Growth. Strategies for Driving Growth and Employment*

European Commission (2018), *The Digital Economy and Society Index (DESI)*, consultabile al sito <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

European Commission (2017), *Italy 2017, Horizon 2020*, consultabile al sito http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/country-performance/it_research_and_innovation_performance.pdf#zoom=125&pagemode=none

Eurostat (2014), *Manufacturing statistics - NACE Rev. 2*, Data extracted in May 2017

German Ministry of Research and Education e Acatech (2013), *Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*, Berlin, aprile

Hermann Mario, Pentek Tobias, Otto Boris (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, Working Paper No. 01/2015

Istat (2018), *Rapporto Annuale 2018*, cap.1

Laboratorio Manifattura Digitale (2017), *Secondo Rapporto. Industria 4.0 nelle PMI italiane*, Università degli Studi di Padova

Magone Annalisa, Mazali Tatiana (2016), *Industria 4.0: uomini e macchine nella fabbrica digitale*, Guerini e Associati, Milano

McKinsey Global Institute (2012), *Manufacturing the Future: The Next Era of Global Growth and Innovation*, New York, November

McKinsey Global Institute (2013), *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*, New York, Maggio

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2013), *Horizon 2020 Italia*, Marzo, consultabile al sito <https://www.researchitaly.it/uploads/50/HIT2020.pdf>

Ministero dello Sviluppo Economico (2017), *Piano Nazionale Industria 4.0*, consultabile al sito http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/PIANO-NAZIONALE-INDUSTRIA-40_ITA.pdf

Ministero dello Sviluppo Economico (2017), *Piano Nazionale Industria 4.0. Investimenti, produttività e innovazione*, consultabile al sito http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Piano_Industria_40.pdf

Ministero dello Sviluppo Economico (2018), *Piano Nazionale Industria 4.0. Risultati 2017-Azioni 2018*, consultabile al sito http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/impresa_40_risultati_2017_a_zioni_2018.pdf

OECD.Stat (2012), *STAN Bilateral Trade Database by Industry and End-use category*, consultabile al sito <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BTDIXE>

Piano Industriale Danimarca: *Manufacturing Academy of Denmark (MADE)*, consultabile sul sito en.made.dk

Piano Industriale Giappone: *Industrial Value Chain Initiative (IVI)*, consultabile al sito <https://iv-i.org/wp/en/>

Piano Industriale Belgio: *Made Different*, consultabile al sito www.madedifferent.be

Piano Industriale Inghilterra: *The Catapult Program*, consultabile al sito <https://catapult.org.uk/>

Piano Industriale Olanda: *Smart Industry*, consultabile al sito <https://www.smartindustry.nl/>

Piano Industriale USA: *Manufacturing USA*, consultabile al sito <https://www.manufacturingusa.com/>

Piano Industriale Cina: *Made in China 2025* in *The Economist* (2017), *China sets its sights on dominating sunrise industries*, Shanghai, consultabile al sito <https://www.economist.com/news/finance-and-economics/21729442-its-record-industrial-policy-successes-patchy-china-sets-its-sights>

Piano Industriale Unione Europea: *Horizon 2020*, consultabile a sito <https://www.researchitaly.it/horizon-2020/>

Ricciardi Antonio (2013), *I distretti industriali italiani: recenti tendenze evolutive*, Sinergie, n. 91

The European Commission (2009), *Current situation of key enabling technologies in Europe*, Staff Working Document, Brussels

Viticoli Sesto (2017), *Verso un manifatturiero italiano 4.0. Ricerca, tecnologia e non solo*, Guerini e Associati, Milano