

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali

Corso di laurea triennale in Economia e Management

Prova Finale

L'INDUSTRY 4.0

E GLI EFFETTI SUL LAVORO

Relatore Prof. Paolo Gubitta PhD

Laureando Pietro Passarotto
Matricola n. 1066456

Anno Accademico 2016/2017

Sommario

INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1 - <i>Aspetti tecnici dell'industria 4.0</i>	3
1.1 <i>Dalla lean production all'industria 4.0</i>	3
1.2 <i>Tecnologie e grado di avanzamento tecnologico</i>	4
1.3 <i>Paesi early adopters e laggards</i>	5
1.4 <i>Un'analisi più approfondita</i>	6
1.5 <i>Il caso tedesco</i>	8
CAPITOLO 2 – <i>Gli effetti sul personale</i>	11
2.1 <i>Gli effetti sull'occupazione</i>	11
2.2 <i>Collaborazione tra uomo e macchina</i>	13
2.3 <i>Le nuove figure professionali</i>	14
2.4 <i>Il problema delle skill</i>	15
2.5 <i>la scelta tra uomini e robot</i>	17
2.6 <i>Il lavoro flessibile</i>	18
CAPITOLO 3 - <i>Analisi della situazione italiana</i>	20
3.1 <i>L'economia italiana</i>	20
3.2 <i>Il jobs act come aiuto all'industria 4.0</i>	23
3.3 <i>Il piano nazionale industria 4.0</i>	25
CONCLUSIONE.....	28
BIBLIOGRAFIA.....	30

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi il dinamismo è una delle caratteristiche principali dell'ambiente competitivo. In un mondo sempre più frenetico, con scambi di informazioni in tempo reale, la necessità di essere rapidi nell'adattarsi agli avanzamenti tecnologici è diventata un fattore imprescindibile per il successo delle aziende. Tale dinamismo può essere raggiunto grazie all'adozione di nuove tecnologie che rappresentano una risorsa fondamentale per poter rimanere competitivi. Ripercorrendo la storia si può notare come le più grandi rivoluzioni dal punto di vista della produzione siano state molto spesso accompagnate da scoperte e intuizioni che hanno consentito lo sviluppo di nuove tecniche produttive e di nuove strategie consentendo perciò miglioramenti in termini di produttività. Partendo da questa considerazione è possibile individuare un'analogia tra le rivoluzioni del passato e ciò che sta avvenendo nel mercato odierno. Non a caso si è arrivati a parlare di Quarta Rivoluzione Industriale per individuare quell'insieme di fenomeni che stanno caratterizzando e plasmando il settore produttivo negli ultimi anni, arrivando a trasformare profondamente i processi di quelle imprese interessate a mantenere alti gli standard produttivi ed a garantire la soddisfazione dei bisogni dei propri clienti. La grande varietà a cui devono riuscire a far fronte le imprese risulta ovviamente foriera di problemi organizzativi poiché si rende necessaria una struttura interna altamente flessibile, dove i macchinari ed i lavoratori si trovano a svolgere lavori sempre più difficili da prevedere, i quali rendono complicata sia la programmazione dei macchinari sia la gestione dei lavoratori. Dopo aver individuato quali sono le principali cause ed effetti di questa rivoluzione dal punto di vista tecnico, si discuterà delle difficoltà legate alla gestione del personale, in particolare le difficoltà nel reperire manodopera specializzata per i nuovi incarichi da assegnare e come varieranno le strutture aziendali. Infine si porrà il focus sull'Italia, in particolare sulla situazione economica in cui ci si trova ad operare e quali programmi sono in atto per tentare di agevolare lo sviluppo tecnologico nel paese.

CAPITOLO 1 - ASPETTI TECNICI DELL'INDUSTRIA 4.0

1.1 DALLA LEAN PRODUCTION ALL'INDUSTRIA 4.0

Negli ultimi anni grazie alle nuove scoperte tecnologiche si è assistito ad un grande cambiamento all'interno delle imprese e anche nel modo in cui esse si rapportano con il mercato di riferimento. Già a partire dagli anni '90 si assistette ad una graduale modifica delle logiche di produzione interne sull'onda della lean production, cioè l'adozione di logiche produttive

volte alla riduzione degli sprechi attraverso il continuo miglioramento dei processi, in particolare riducendo i costi e i tempi di attesa nelle varie fasi di lavorazione del prodotto. Per quanto l'adozione di logiche lean abbia aiutato le imprese a migliorare le proprie strutture produttive, essa si rivela inadeguata alle variazioni di domanda che il mercato ha recentemente subito. Il costante aumento di richieste di personalizzazione di prodotti entra in conflitto con la concezione lean, la quale prevede sicuramente la possibilità di gestire un'ampia gamma di prodotti diversi tra loro, ma che allo stesso tempo, si basa su cicli di produzione ben definiti che mal si adattano ad un mercato dove il cliente cerca sempre più di modificare il bene a proprio piacimento, in modo da raggiungere un grado di personalizzazione tale da rispondere quasi perfettamente alle proprie esigenze (Kolberg e Zühlke, 2015). Si deve considerare che la Lean Production non è propriamente recente, in quanto la sua nascita risale agli anni '50, perciò non deve stupire il fatto che essa tenga conto limitatamente dei contributi ottenuti dalle innovazioni sviluppate attraverso le moderne tecnologie per la comunicazione e l'informazione (ICT). È in questo contesto che si inizia a parlare di Industria 4.0, in relazione alla necessità di implementare le nuove tecnologie all'interno di sistemi produttivi industriali che sembravano aver raggiunto un punto in cui il miglioramento sembrava poco probabile.

1.2 TECNOLOGIE E GRADO DI AVANZAMENTO TECNOLOGICO

Difficilmente sarà possibile gestire le richieste provenienti dal mercato, a meno che non si decida di sfruttare le nuove possibilità che l'ICT offre. Le innovazioni comprendono sia lo sviluppo delle possibilità offerte dalla rete Internet, attraverso la quale i rapporti tra produttore e consumatore sono sempre più vivaci, consentendo in alcuni casi al cliente di partecipare attivamente al processo di produzione, sia innovazioni per quanto riguarda i macchinari utilizzati per la produzione, chiamati normalmente robot, strumenti esistenti da tempo ma che negli ultimi anni sono diventati un punto focale per le imprese (Pfeiffer, 2016). Particolare menzione merita la possibilità offerta dalla rete Internet di mettere in comunicazione direttamente le attrezzature quali robot e macchinari, ma anche strumenti non direttamente coinvolti in un processo produttivo come ad esempio elettrodomestici, sfruttando quella che in gergo viene chiamata "Internet of Things", che tradotto letteralmente significa "Internet delle cose", la quale si riferisce esattamente ad una rete che consenta il trasferimento di informazioni tra oggetti inanimati.

Generalmente si è inoltre assistito ad un progressivo aumento della mole di dati da gestire, i quali dovranno essere successivamente analizzati al fine di ottenere informazioni utili da essi,

per cui si è fatta sempre più pressante la necessità di adottare sistemi maggiormente avanzati in grado di gestire quelli che vengono definiti “big data”. La mancanza di strumenti adatti andrebbe ad inficiare l'utilità di questi dati poiché essi sarebbero difficilmente trattabili e si renderebbe molto più onerosa la loro consultazione (Lee, Kao e Yang, 2014). Le tecnologie sopra descritte sono il fulcro dell'industria 4.0 e la loro diffusione viene utilizzata per individuare il livello di avanzamento raggiunto dalle varie imprese che operano all'interno dei vari paesi, in particolar modo valutando la quantità di task riservati ai robot rispetto ai compiti totali che devono essere svolti all'interno di un determinato processo produttivo. Nonostante vi siano profonde differenze a seconda della regione in cui si opera ed al settore produttivo di riferimento, si nota come l'assunzione di robot avanzati sia giunta al suo punto di takeoff in molti ambiti. Sulla base di una ricerca svolta dal Boston Consulting Group (vedasi Sirkin, Zinser e Rose, 2015) si sottolinea infatti come i compiti industriali assegnati ai robot si stimino passare dal 10% odierno al 25% nel 2025 su scala globale. Ovviamente le differenze tra paesi potranno essere piuttosto marcate anche tra coloro facenti parte delle cosiddette economie avanzate a causa del differente background economico e culturale, che rappresenta una delle determinanti da valutare per comprendere le possibilità di crescita tra i vari paesi.

1.3 PAESI EARLY ADOPTERS E LAGGARDS

Già dai dati ottenuti dalla succitata ricerca risulta possibile individuare una prima distinzione tra paesi early-adopters e paesi laggards. Tra i primi figurano nazioni che si dimostrano essere all'avanguardia nell'adozione di tecnologie robotiche (ad esempio Stati Uniti, Canada, Giappone e Corea del Sud), mentre tra i laggards rientrano coloro che sembrano restii a modificare l'impianto produttivo (Austria, Belgio, Francia, Italia e Spagna). Una delle motivazioni alla base di questa differenza si può individuare nella differenza tra il costo per la manodopera ed il costo di funzionamento dei macchinari. Fintantoché il costo per il lavoro umano resterà inferiore al costo delle macchine, gli imprenditori saranno poco propensi a modificare la propria struttura produttiva e quindi il numero di incarichi assegnati ai robot resterà minore rispetto alla quantità loro affidata nei paesi in cui i salari risultano essere maggiori. Tale considerazione deve valutare sia la dimensione dell'investimento iniziale necessario all'acquisto dei macchinari, sia i costi che si dovranno sostenere in futuro dato che si deve tener conto di come si evolveranno i salari nel corso degli anni e di quanto l'automatizzazione saprà abbattere i costi di produzione. Qualora dovesse risultare dalle proiezioni che il costo umano sarà destinato a crescere in modo abbastanza rapido, gli

imprenditori troveranno più conveniente l'assunzione di robot per svolgere le varie mansioni. Tuttavia questa spiegazione risulta essere insufficiente dato che esistono paesi in cui il costo umano è molto alto ma l'adozione di robot resta minima ed altri paesi dove succede l'esatto opposto. Un ulteriore problema legato all'adozione delle nuove tecnologie si basa su un aspetto più psicologico e culturale ed è legato alla novità delle stesse, in particolare si potrebbe preferire procedere con la loro adozione nel momento in cui si è certi della loro efficacia in base ai riscontri forniti dal mercato evitando, almeno in parte, il rischio di modificare l'assetto interno della produzione inutilmente, risparmiando risorse economiche che altrimenti andrebbero perse. Questo rischio è tipico delle situazioni in cui si individuano nuove tecniche per svolgere i compiti necessari alla creazione di un prodotto, ma non si ha la capacità di valutare se tali innovazioni siano adatte al tipo di mercato in cui ci si trova ad operare, ad esempio si potrebbe incorrere in un eccesso di produzione che il mercato non è in grado di assorbire, rendendo inutile, se non addirittura deleterio, il ricorso a tali tecnologie. I dati in tal senso non sono propriamente positivi in quanto si nota come ad un alto tasso di nascita di aziende fortemente incentrate sulle nuove tecnologie corrisponda anche un elevato tasso di mortalità delle stesse nei loro primi anni di vita. Le imprese potrebbero comunque trovarsi ad interrompere la propria attività sia nel caso in cui abbiano adottato le innovazioni tecnologiche fin dalla loro nascita, sia nel caso in cui optino per una modifica della loro struttura interna al fine di migliorare la produzione con l'apporto che la tecnologia può offrire. In certi casi infatti si tende a valutare erroneamente la bontà degli investimenti da effettuare con il conseguente rischio di non riuscire a portare avanti l'attività produttiva. Si deve inoltre considerare il tipo di produzione che si dovrà svolgere poiché esistono alcune attività che per loro stessa natura risultano essere particolarmente semplici da automatizzare, mentre esistono compiti, caratterizzati da alta varietà e complessità, che si rivelano eccessivamente onerosi da automatizzare e lasciano preferire un approccio più tradizionale evitando il ricorso alla tecnologia.

1.4 UN'ANALISI PIÙ APPROFONDATA

La prima distinzione compiuta tra paesi early-adopters e paesi laggards è comunque piuttosto superficiale date le grandi differenze che presentano le attività produttive dei suddetti paesi, quindi è opportuno suddividere questi ultimi ulteriormente in modo tale da operare una distinzione leggermente più precisa. A questo proposito ha provveduto sempre il Boston Consulting Group nella succitata ricerca (vedasi nuovamente Sirkin, Zinser e Rose, 2015) attraverso l'individuazione di quattro sottocategorie che racchiudono le principali forme di adozione della tecnologia osservabili nel mercato mondiale.

In particolare i paesi sono stati suddivisi in:

- **Aggressive Adopters:** rientrano in questa categoria Indonesia, Corea del Sud, Taiwan e Thailandia, tutti paesi dove il basso costo della manodopera non sembrerebbe giustificare un ricorso così massiccio alla tecnologia. In realtà questi paesi scelgono di investire in tecnologia sia per consentire alle imprese di raggiungere standard produttivi pari a quelli delle economie più evolute, sia perché le proiezioni di crescita salariale prevedono un aumento costante del costo del lavoro. Per questi motivi e data la scarsità di tutele riservate ai lavoratori, con le imprese che possono ridurre il numero dei dipendenti senza particolari penalizzazioni, si preferisce investire pesantemente sulle nuove tecnologie.
- **Fast Adopters:** i paesi facenti parte di questa categoria sono Canada, Cina, Giappone, Russia, Stati Uniti e Regno Unito. Essi rappresentano le economie avanzate i cui investimenti tecnologici sono in linea con quanto suggerito dalla propria situazione economica. Non risultano esserci limitazioni particolarmente stringenti per i licenziamenti e questo porta ad una relativa semplicità di riadattamento della struttura produttiva interna, consentendo agevolmente l'adozione di nuove tecnologie.
- **Moderate Adopters:** i paesi appartenenti a questo settore sono Australia, Repubblica Ceca, Messico, Polonia e Germania. Essi presentano tassi di adozione della tecnologia moderati rispetto ai tassi mostrati dai fast adopters, principalmente per problemi legati alle penalizzazioni legate ai licenziamenti e a causa di politiche governative che controllano i tassi di interesse e riducono i vantaggi legati agli investimenti in automatizzazione.
- **Slow Adopters:** in questo settore rientrano gran parte dei paesi europei come Italia, Francia, Spagna, e Belgio, ma anche paesi come Brasile ed India. In questi paesi il ricorso all'automatizzazione è veramente minimo rispetto alle altre categorie analizzate in precedenza, nonostante siano presenti paesi con il più alto costo per la manodopera aggiustato per la produttività della stessa. Per questi paesi lo scenario non è roseo poiché sarà complicato poter competere con gli esponenti delle altre categorie, alla luce del fatto che occorreranno molti anni per portarsi in una situazione di parità in termini di innovazione. Una delle barriere principali all'assunzione delle tecnologie di automatizzazione per questi paesi è la difficoltà per le imprese nel momento in cui si trovano a dover licenziare i dipendenti. Molto spesso infatti si creano delle situazioni nelle quali diventa impossibile rinnovare la propria struttura a meno che non si ottenga il permesso da parte delle istituzioni, cosa che comporta rallentamenti nel processo di innovazione e che in taluni casi porta a scontri tra i diversi attori coinvolti, in particolare

tra direzione aziendale e lavoratori a causa della loro necessità di tutelare i propri interessi, rispettivamente il bisogno di restare competitivi nel mercato e la difesa del proprio posto di lavoro.

1.5 IL CASO TEDESCO

Pur essendo un paese rientrante nella categoria dei moderate adopters, la Germania risulta essere uno dei primi paesi ad aver predisposto un progetto chiamato Industrie 4.0. Nella primavera del 2014, VDMA, Bitkom e ZVEI, ovvero tre associazioni leader nei settori dell'ingegneria meccanica, delle ITC e dell'industria elettrica, hanno rilasciato una definizione per questo progetto, il cui scopo è favorire l'implementazione di una nuova produzione dinamica e controllata in modo autonomo (vedasi Kolberg e Zühlke, 2015) e l'introduzione di nuovi sistemi per la gestione dei dati attraverso la definizione di standard, i quali possono essere raggruppati in 4 principi che forniscono alle imprese le linee guida per individuare in quali contesti produttivi si deve ponderare l'adozione di sistemi avanzati, consentendo inoltre significativi miglioramenti qualora si dovessero integrare effettivamente all'interno del processo produttivo. Questi principi sono:

- L'interoperabilità, ovvero la capacità delle macchine di comunicare tra loro;
- La trasparenza delle informazioni, cioè la capacità del sistema informativo di assimilare informazioni dal mondo reale e convertirle in informazioni utili per il processo produttivo;
- L'assistenza tecnica, intesa sia come abilità del sistema nel fornire assistenza ai lavoratori per compiere le decisioni necessarie per risolvere problemi urgenti, sia come aiuto nello svolgimento di operazioni potenzialmente pericolose o stressanti per gli operatori;
- La decentralizzazione delle decisioni, cioè l'installazione di sistemi in grado di fornire autonomamente soluzioni ai problemi sulla base dei dati raccolti senza l'intervento dell'uomo a meno che non si presentino situazioni di conflitto all'interno del ciclo produttivo che i sistemi informatici non possono risolvere senza un intervento esterno.

Da un punto di vista più pratico, la Industry 4.0 rappresenta un approccio attraverso cui si crea una rete dove si applicano standard tipici dell'informatica ed in particolare della rete Internet. Definendo questo complesso di norme da seguire si è cercato di creare un insieme di oggetti che si possono comporre l'uno con l'altro in modo da costruire sistemi complessi che da un lato consentano facilità nel trattamento delle informazioni e dall'altro possano semplificare il processo di progettazione e di installazione dei macchinari.

Per capire le possibilità di crescita derivanti dallo sfruttamento dei principi dell'Industria 4.0 si deve ragionare non soltanto in termini di vantaggio rispetto ai concorrenti, ma anche sulla base delle opportunità di collaborazione tra soggetti interni ed esterni alla realtà produttiva, che si noteranno principalmente nel momento in cui si produrranno nuovi prodotti (Schuh et al., 2014). Per riassumere questi vantaggi derivanti dalla collaborazione è sufficiente seguire un ragionamento che parte dal presupposto che i prodotti saranno sempre più personalizzati. Questo implica che si dovrà porre particolare attenzione ai prototipi da sviluppare, in quanto si cercherà sia di soddisfare le esigenze del cliente, sia di preparare i macchinari alla produzione di molte varianti dello stesso prodotto. Per fare ciò, sarà necessario creare virtualmente una simulazione della catena produttiva ed eliminare eventuali barriere nel processo. In questa fase nasce il vantaggio della collaborazione: se le aziende coinvolte nella produzione sfruttassero i nuovi ritrovati della tecnologia potrebbero migliorare rapidamente questo procedimento e ottenere in tempi brevi risparmi in fase di progettazione della catena produttiva e lavorazione del prodotto.

Fino ad alcuni anni fa creare un sistema di siffatte caratteristiche poteva essere visto come un'utopia a causa della mancanza di strumenti tecnologici adatti a fornire alle macchine le informazioni necessarie ad operare in autonomia. In realtà ora questi strumenti esistono e possono essere individuati nei CPS, abbreviazione di Cyber-Physical Systems (Lee, Kao e Yang, 2014). Tali sistemi prevedono macchinari forniti di sensori, microcontrollori, attuatori e di una interfaccia di comunicazione, strumenti che consentono ai macchinari di ottenere una grande quantità di informazioni in tempo reale, consentendo così una rapida elaborazione di questi stimoli che consentirà ai robot stessi la possibilità di migliorare il processo produttivo. Uno degli obiettivi dell'Industry 4.0 è esattamente la creazione di sistemi complessi in grado di gestire autonomamente la produzione, arrivando ad analizzare lo stato del prodotto e in alcuni casi anche lo stato di deperimento della strumentazione utilizzata per la sua produzione. Questi nuovi strumenti installati con i macchinari garantiscono inoltre a questi ultimi un certo livello di autonomia nel problem-solving, poiché grazie alle informazioni ottenute sono in grado di modificare in tempo reale il proprio comportamento e possono gestire delle situazioni per cui non sono stati programmati in precedenza. Chiaramente non è ancora possibile relegare ogni aspetto decisionale a questi macchinari perché, nonostante il livello di avanzamento raggiunto nella ricerca, lo sviluppo di una intelligenza artificiale così sofisticata non ha ancora raggiunto un livello di perfezione tale da poter affidare l'intero processo produttivo alle macchine. Tuttavia i progressi compiuti hanno ridotto di molto le necessità di un intervento umano e con la tecnologia introdotta negli ultimi anni l'operatore umano è passato ad avere un ruolo sempre

più limitato alla risoluzione dei conflitti che si possono creare tra i macchinari facenti parte dello stesso sistema.

Le macchine utilizzate al giorno d'oggi, per quanto sofisticate, necessitano un ulteriore avanzamento scientifico per poter risolvere alcune problematiche non trascurabili. Questi problemi sono strettamente legati al processo produttivo e possono essere ricondotti a cinque categorie per fornire una panoramica sulle difficoltà che si incontrano nel momento in cui si decida l'assunzione di una produzione in ottica di Industry 4.0 (vedasi Lee, Kao e Yang 2014).

Le categorie sono:

- Interazioni tra manager ed operatore: la situazione attuale vede l'operatore come colui che controlla le macchine ed il manager come il soggetto incaricato al design del processo produttivo e le macchine risultano essere mero strumento con l'obiettivo di svolgere i compiti previsti. Nonostante l'accurata preparazione delle operazioni da svolgere, normalmente manca sia al manager sia all'operatore un'informazione piuttosto importante, ovvero la condizione in cui versano le componenti del macchinario.
- Machine Fleet: normalmente è possibile che macchine identiche si trovino a lavorare in condizioni differenti data la differenza in termini di compiti assegnati loro. Tuttavia le procedure di predizione e diagnostica generalmente supportano un numero limitato di macchine e condizioni di lavoro, pertanto manca un sistema centrale che ottenga informazioni utili dai macchinari considerandoli parte di un'unica "flotta".
- Qualità dei prodotti e dei processi: al momento manca un sistema di feedback basato sulla qualità del prodotto finale che, in quanto tale, può fornire informazioni non trascurabili sulla salute dei macchinari e sulla programmazione del processo produttivo.
- Big Data e Cloud: per la creazione di macchine senzienti e in grado di apprendere autonomamente, la gestione dei dati raccolti diventa di fondamentale importanza. L'utilizzo di questo tipo di dati potrebbe garantire un livello di flessibilità ed adattabilità elevatissimo, ma per sviluppare algoritmi così complessi da sfruttare al massimo i dati forniti sono necessarie ulteriori ricerche in tal senso.
- Network di sensori e controllori: le macchine raccolgono informazioni attraverso i sensori, delle vere e proprie appendici che consentono alla macchina di vedere, toccare e valutare i prodotti in modo talvolta più accurato di quanto un lavoratore non potrebbe mai fare. Tuttavia tali sensori non sono immuni a guasti e degradazione, portando la macchina a compiere delle letture errate che possono compromettere non solo la qualità del prodotto, ma anche l'operatività del macchinario stesso.

Ragionando in questi termini risulta abbastanza evidente che in pratica si è ancora piuttosto distanti dall'implementazione dell'industry 4.0 in quanto le macchine utilizzate non possono per il momento essere considerate self-aware, ovvero autocoscienti. La mancata comunicazione tra macchina ed operatore mantiene la prima ad essere un semplice strumento nelle mani del secondo, senza fornire alcun suggerimento sulle migliorie da apportare al processo, ignorando anche una parte delle informazioni in possesso del macchinario che non possono essere rese note all'operatore.

Per quanto la rivoluzione dell'Industria 4.0 possa dirsi già avviata, bisogna quindi considerare i limiti di cui soffrono ancora le tecnologie utilizzate senza tuttavia dimenticare come lo sviluppo tecnologico odierno sia difficilmente prevedibile. È possibile infatti che la completa realizzazione di questa rivoluzione possa completarsi prima di quanto si sia portati a pensare. Per questi motivi è di vitale importanza che sia le imprese che i governi si preparino ad affrontare le nuove sfide che l'avanzamento tecnologico porrà loro.

CAPITOLO 2 – GLI EFFETTI SUL PERSONALE

2.1 GLI EFFETTI SULL'OCCUPAZIONE

Nel capitolo precedente si è mantenuta l'attenzione sui fattori prettamente tecnici dell'Industria 4.0 in modo da individuare quali sono le caratteristiche che consentono di parlare di vera e propria rivoluzione. Tuttavia trattare un fenomeno di queste proporzioni esclusivamente in questo modo porterebbe a tralasciare un fattore vitale, ovvero le sue ripercussioni sulla forza lavoro. È infatti impensabile ritenere che una trasformazione così profonda delle tecniche di produzione non influenzi in alcun modo i lavoratori, i quali rappresentano comunque uno dei fattori necessari affinché il processo produttivo possa essere portato a termine (Tiraboschi e Seghezzi, 2016). Si rende quindi necessario ragionare su come la forza lavoro verrà condizionata da questi cambiamenti e come varieranno le prospettive dei lavoratori stessi nel futuro.

Normalmente di fronte a rivoluzioni di questo genere è possibile incorrere in opinioni fortemente contrarie a questa rivoluzione poiché si ritiene che un eccessivo utilizzo di macchinari possa portare ad un eccesso di disoccupazione, in virtù del fatto che gli strumenti utilizzati comprimono la necessità di ricorrere alla forza lavoro manuale (Tullini, 2016). Questo aspetto in realtà rimane tuttora da dimostrare, infatti per quanto sia indubbio che le innovazioni tecnologiche abbiano modificato il *modus operandi* di molte professioni e di fatto abbiano fatto

quasi estinguere alcune figure professionali, hanno contribuito anche alla nascita di nuovi lavori, andando a riassorbire la forza lavoro inizialmente esclusa. Con le innovazioni del passato si è quindi assistito ad un ricollocamento della forza lavoro più che ad una sua riduzione, perciò è possibile ritenere che con l'avvento dell'Industria 4.0 ciò si verifichi nuovamente anche se la creazione di nuovi posti non sarà immediata. Si dovranno inoltre distinguere adeguatamente i settori analizzati perché, come accennato in precedenza, il fenomeno dell'Industria 4.0 avrà conseguenze diverse a seconda dell'ambito di applicazione. Occorrerà del tempo affinché si possano individuare quali nuove figure professionali saranno necessarie ma il primo impatto con il mondo del lavoro è destinato a diminuire, almeno inizialmente, i posti di lavoro. Stando a quanto riportato da una recente analisi del World Economic Forum infatti si stima che tra il 2015 e il 2020 si perderanno circa 7 milioni di posti di lavoro (vedasi Tiraboschi, 2016). Tuttavia si può affermare con una certa sicurezza che le previsioni in cui si descriveva la "fine del lavoro" possano dirsi sfatate alla luce di come il mercato del lavoro sta variando la propria forma. Analizzando la situazione odierna infatti, è possibile notare che il sempre più ampio utilizzo di macchinari sofisticati ha portato ad una riduzione della manodopera non qualificata, ovvero si è assistito ad una diminuzione della domanda di lavoro per quegli impieghi dove si richiedeva al lavoratore lo svolgimento di compiti per cui non era necessario un grado di istruzione elevato, ma allo stesso tempo è in aumento la richiesta di personale con un elevato grado di istruzione. Normalmente le fasce di lavoratori più colpite sono quelle dove le mansioni prevedono lo svolgimento di compiti manuali dove la richiesta in termini di conoscenze è minima e sono facilmente affidabili ad un robot, il quale è in grado, grazie ai moderni sensori, non solo di svolgere i compiti al pari di un operatore umano, ma anche di compierli in modo migliore e più preciso (Tullini, 2016). Ad esempio in una pubblicazione del Boston Consulting Group (vedasi in questo caso Lorenz, et al., 2015), la quale è incentrata su come varierà la domanda di lavoratori proveniente dall'industria tedesca nei prossimi anni, è emerso come l'introduzione di strumenti altamente tecnologici porterà ad una riduzione piuttosto marcata dei posti di lavoro, con la perdita di 120.000 posti nel settore della produzione, di altri 20.000 posti nell'ambito del controllo della qualità e coinvolgerà altri 10.000 lavoratori del settore manutenzione. In questo contesto si ha un primo problema di carattere sociale. I lavoratori che prestano manodopera non qualificata si potrebbero trovare nella situazione in cui la loro esperienza non sia più richiesta poiché il ricorso alle macchine potrebbe risultare più conveniente per le imprese. In questo caso, da un punto di vista prettamente economico, per il datore di lavoro potrebbe essere più economico licenziare il dipendente, che dovrà necessariamente attivarsi per poter procedere con la propria riqualificazione in modo da trovare nuove opportunità lavorative. Questo processo è tutt'altro che semplice poiché il lavoratore può

presentare sia limiti da un punto di vista legato al livello d'istruzione, sia limiti legati alla propria condizione fisica (come ad esempio l'età), che potrebbero influenzare la capacità dell'individuo di procedere con la ricerca di un nuovo impiego (Catalani, 2015). Una via percorribile per risolvere questo problema la si può individuare nella somministrazione di corsi formativi sia da parte delle aziende che dovessero aver necessità di figure professionali specifiche sia da parte del governo che, attraverso questi corsi, potrebbe supportare attivamente i lavoratori nella ricerca di nuovi lavori. Una menzione particolare deve essere fatta a riguardo di coloro che una volta persa il posto di lavoro decidono di non affrontare alcun percorso di formazione perché non convinti della sua utilità. In questi casi difficilmente sarà possibile aiutarli a reinserirsi nel mondo del lavoro, a meno che non si forniscano delle motivazioni forti che possano portare questi individui a rivalutare le proprie idee.

2.2 COLLABORAZIONE TRA UOMO E MACCHINA

L'introduzione di queste nuove tecnologie non deve tuttavia essere considerata foriera di soli aspetti negativi per il lavoratore. Potrebbe instaurarsi infatti un rapporto di complementarità tra lavoratori e macchinari, dove le mansioni particolarmente gravose dal punto di vista dello sforzo necessario per compierle saranno relegate esclusivamente ai robot. In questo contesto si inserisce il contributo fornito da Kurtz e Gantz, i quali individuano due possibili scenari per quanto riguarda il rapporto tra uomo e macchina (vedasi Seghezzi, 2016). Nel primo caso si parla di automazione, dove i macchinari agiscono in autonomia e controllano il processo produttivo sfruttando unicamente i sensori di cui sono dotati per rispondere alle esigenze emergenti dalla produzione. In questa situazione il contributo fornito dai lavoratori è minimo e risulta essere indirizzato esclusivamente alla risoluzione di problemi ed alla supervisione del processo produttivo attraverso l'interpretazione dei dati forniti dai CPS. Chiaramente affinché il lavoratore possa ricoprire questo ruolo è necessario che il suo livello d'istruzione sia piuttosto alto, in quanto si troverebbe a svolgere principalmente un lavoro di progettazione dei macchinari. In questo scenario le categorie più colpite dall'adozione dei CPS sarebbero quelle composte da lavoratori le cui mansioni sono routinarie o che possono essere svolte in modo più efficace dai robot. Nel secondo caso si ha una situazione diametralmente opposta, dove l'uomo non è più uno strumento nelle mani dei CPS per la risoluzione dei problemi, ma diventa l'operatore indispensabile affinché gli strumenti tecnologici possano funzionare. Anche in questo caso si assisterebbe ad una riduzione della manodopera di livello più basso, tuttavia a differenza del primo scenario si avrà comunque bisogno di personale di medio livello con buone

competenze tecniche. In questo caso si parla di cooperazione tra lavoratori e robot e rappresenta la situazione più auspicabile dal punto di vista del benessere dei lavoratori.

2.3 LE NUOVE FIGURE PROFESSIONALI

Si è già detto di come la rivoluzione dell'Industry 4.0 sia destinata a rivoluzionare le mansioni che si dovranno svolgere all'interno delle imprese. Tuttavia non si può ignorare il fatto che le nuove tecnologie comportino la necessità di nuove figure professionali all'avanguardia, in grado di affrontare le nuove sfide che i CPS pongono, a partire dalla loro progettazione fino ad arrivare all'analisi dei dati forniti, per poter consentire il loro miglioramento e la loro gestione in maniera ottimale. Alcuni esempi di nuove figure professionali possono essere:

- Il cloud broker, ovvero un soggetto che si occupa dell'intermediazione tra un'impresa e un fornitore di servizi di cloud computing, consentendo di ridurre i costi legati alla gestione delle tecnologie cloud;
- Il network programmer, figura professionale il cui compito consiste nella realizzazione di programmi che consentano la collaborazione tra processi collegati attraverso una rete;
- Il robot coordinator, il quale dovrà occuparsi della supervisione dei robot e risolvere eventuali problemi e malfunzionamenti in tempi celeri anche attraverso la collaborazione con altre figure tecniche per ridurre al minimo i disagi per la catena produttiva;
- Il data scientist, i cui compiti si collegano strettamente alle innovazioni apportate dall'industria 4.0 (Davenport e Patil, 2012). Questa figura professionale risulta essere ormai fondamentale per lo sfruttamento dei dati che è possibile raccogliere. La quantità di informazioni di cui possono entrare in possesso le imprese al giorno d'oggi richiede abilità particolari e una formazione altamente specializzata da parte dei lavoratori adibiti a questo compito. Essi devono essere in grado di utilizzare software avanzati per la gestione di volumi di dati unici in termini di dimensioni, oltre ad essere in possesso di una preparazione avanzata in campo matematico e statistico in modo da riuscire ad individuare quali informazioni devono essere tenute in considerazione ed essere in grado di valutarne l'affidabilità e la correttezza.

Questi sono alcuni esempi di nuove posizioni lavorative richieste dalle aziende, ma non si deve pensare che l'elenco sia completo, infatti la quantità di lavori è in continua espansione e le mansioni da svolgere sono distribuite in modo sempre più trasversale, per cui risulta

complicato stilare una lista esaustiva. Si può comunque individuare un filo conduttore che unisce tutte le neonate professioni: la necessità di avere competenze informatiche molto sviluppate. In generale infatti si nota come tutte queste posizioni siano strettamente legate alle nuove offerte provenienti dall'utilizzo estensivo della tecnologia, come la possibilità di lavorare sfruttando il cloud oppure l'utilizzo di programmi per la gestione di dati. Si

richiederà sempre più apertura mentale ai lavoratori, i quali si troveranno a variare le loro attività a causa della flessibilità dell'intero sistema in cui loro apporto lavorativo è inserito. È in questo contesto che nascono alcuni problemi riguardanti la formazione delle nuove figure professionali, che si discostano come visto dai percorsi formativi tradizionali.

2.4 IL PROBLEMA DELLE SKILL

Il primo ostacolo in cui ci si può imbattere è quello legato alle skill possedute dai lavoratori, ovvero il disallineamento tra quelle che sono le esigenze delle imprese e la preparazione effettiva di cui dispongono gli studenti nel momento in cui terminano il loro percorso di studi. Stando a quanto riportato da Cappelli, si possono individuare diverse situazioni legate a questo contesto, le quali differiscono principalmente sulla base dell'incongruenza tra ciò che richiedono i datori di lavoro e ciò che i lavoratori possono offrire. In particolare si avranno:

- Skills gap, cioè la costante riduzione di capacità basilari dei futuri lavoratori, la quale è attribuibile all'incapacità del sistema educativo di fornire agli studenti queste conoscenze;
- Skills shortage, ovvero la mancanza di soggetti con la formazione necessaria a soddisfare la domanda di lavoro proveniente dalle imprese;
- Skills mismatch, che rappresenta la categoria più generale e può essere indicata come un disallineamento tra domanda ed offerta di lavoro sia come carenza di offerta sia come carenza di domanda.

Tra queste definizioni è possibile notare come il termine "skills mismatch" possa essere utilizzato anche per indicare gli altri casi individuati da Cappelli, dal momento che le loro definizioni non risultano essere in contrasto tra loro. La causa del disallineamento delle skill richieste è individuabile nell'incapacità del sistema educativo di adattarsi alle nuove richieste provenienti dal mercato del lavoro, infatti il vero problema non è la mancanza di istruzione dei futuri lavoratori, i quali in realtà dimostrano da un punto di vista formale livelli di educazione superiori a quanto effettivamente necessario per ricoprire i ruoli che restano scoperti all'interno delle aziende, ma si deve ricercare nelle carenze del percorso formativo seguito da coloro che

si affacciano al mondo del lavoro (Cappelli, 2014). Troppo spesso i percorsi formativi, che dovrebbero preparare le persone ad affrontare le sfide lavorative che vengono loro poste, si rivelano essere carenti sia nella fornitura di set di skill su cui i futuri lavoratori dovrebbero poter fare affidamento sia dal punto di vista delle conoscenze informatiche, le quali ormai rappresentano un punto cardine per moltissime realtà e senza le quali si rende difficile se non impossibile portare avanti le mansioni da svolgere. Il ruolo dell'istruzione tuttavia è un nodo piuttosto complicato da sciogliere sempre a causa della complessità che l'industria 4.0 porta con sé. Normalmente il processo di istruzione è sempre stato piuttosto chiuso in termini di interazione tra le varie figure professionali che si andavano a creare, cosa che poteva essere funzionale nel passato a causa della rigida separazione tra carriere. Nel presente questa scelta risulta piuttosto discutibile poiché l'adozione di logiche tipiche dell'industria 4.0 porta ad una demolizione delle vecchie strutture aziendali, dove ogni compito era strettamente suddiviso tra i lavoratori, arrivando al punto in cui ogni figura aziendale ricopre ruoli cross-funzionali (Cainarca e Sgobbi, 2005). Per questo motivo i programmi di istruzione dovrebbero fornire percorsi di studio interdisciplinari, adattandone i contenuti alle richieste provenienti dalle aziende e che preparino gli studenti ad ampliare successivamente le proprie conoscenze, a cui si dovrebbero aggiungere anche corsi legati al mondo dell'IT, ad esempio corsi di programmazione, di progettazione software e così via. In particolare queste ultime abilità sono spesso state erroneamente considerate come delle skill necessarie solo per lo svolgimento di lavori legati direttamente al mondo dell'informatica, quando in realtà sono sempre più necessarie anche per svolgere mansioni che fino a pochi anni fa potevano essere svolte anche senza alcun ausilio di strumenti informatici. Da questo punto di vista si deve procedere in modo da valorizzare l'importanza di queste skill, ad esempio inserendo nei piani di studio alcuni corsi per ampliare le conoscenze informatiche degli studenti (Cappelli, 2014). Infine sarebbe opportuno creare le condizioni affinché si possa eventualmente riqualificare la forza lavoro già inserita in un contesto lavorativo, in modo da aggiornare in tempo reale le conoscenze dei lavoratori in modi diversi da quelli più tradizionali, ad esempio attraverso l'istituzione di corsi online che consentano ai lavoratori di seguire agilmente programmi di formazione senza dover necessariamente abbandonare il posto di lavoro. Dal punto di vista del datore di lavoro si crea un problema anche per quanto riguarda la selezione del personale, poiché la necessità di ottenere lavoratori con skill così variegata causa dei problemi nel momento in cui si devono valutare le loro capacità. In questo caso infatti non ci si può più basare unicamente sul titolo di studio, il quale diventa semplicemente un punto di partenza per individuare una parte delle conoscenze eventualmente possedute dal lavoratore (Cainarca e Sgobbi, 2005). La ricerca della figura professionale adatta deve tuttavia tener conto che esiste una sorta di obsolescenza delle

competenze, ovvero che le capacità del lavoratore col tempo possono affievolirsi sia nel caso in cui abbia già svolto altri lavori, sia nel caso in cui sia rimasto disoccupato per un periodo di tempo più o meno lungo, perciò non è possibile valutare il lavoratore attraverso un singolo indicatore statico com'è il titolo di studio. Inoltre l'impresa deve partire dal presupposto che il mismatch tra le skill richieste da un determinato compito e le skill possedute dal potenziale lavoratore non è una situazione che possa essere risolta agevolmente, quindi è necessario individuare persone che si avvicinino il più possibile alle richieste dell'impresa, senza dimenticare che tale mismatch non sempre è destinato a diminuire, bensì potrebbe addirittura peggiorare nel corso del tempo con l'evoluzione delle mansioni assegnate al lavoratore. Per questo motivo si ritiene necessario mantenere una spinta costante alla formazione, la quale deve essere un processo continuativo appoggiato da programmi di apprendimento classici e incentivando la formazione cosiddetta "on the job", ovvero quella somministrata direttamente sul luogo di lavoro e che dovrebbe avvicinare le abilità del lavoratore a quelle che l'impresa necessita (Catalani, 2015).

2.5 LA SCELTA TRA UOMINI E ROBOT

Collegandosi alla pratica di ristrutturazione del processo produttivo occorre fare comunque una precisazione. La scelta tra uomini o robot non è così immediata come si potrebbe pensare, poiché esistono vincoli a cui i datori di lavoro devono necessariamente attenersi. L'adozione di tale scelta, infatti, deve essere valutata sulla base dell'ordinamento giuridico vigente nel paese in cui è situata l'attività produttiva. Non è possibile ignorare le leggi che regolano i rapporti lavorativi e quindi la facilità con cui si può modificare il proprio assetto produttivo è strettamente legata alle regolamentazioni. Oltre a questo si devono considerare gli effetti che derivano dai contratti, lo strumento per eccellenza attraverso cui si instaura il rapporto tra datore di lavoro e lavoratore, che tuttavia inizia a mostrare dei segni di cedimento a fronte delle mutazioni che stanno subendo i meccanismi che dovrebbe andare a regolare (Seghezzi, 2016). A partire dal Novecento il rapporto di lavoro è stato in larga parte regolato, anche se non esclusivamente, attraverso quello che normalmente viene identificato come contratto di lavoro subordinato. Attraverso questa forma contrattuale si stabiliscono tuttora le condizioni in base alle quali si dovrà svolgere l'attività lavorativa, stabilendo quindi i compiti assegnati, responsabilità, orari di lavoro e retribuzione. Per quale motivo una forma contrattuale così collaudata si trova a vacillare negli ultimi anni? Per poter dare una risposta si deve tornare a quanto scritto precedentemente, ovvero che grazie agli nuovi sviluppi tecnologici la produzione richiede un livello di flessibilità unico rispetto al passato. In una situazione dove il consumatore

è sempre maggiormente coinvolto nel processo di lavorazione del prodotto si richiede alle imprese la capacità di adattarsi in tempo reale alle richieste del cliente. Questo va a discapito della programmazione intesa come pianificazione delle attività a priori rispetto al momento in cui si inizia il processo di lavorazione. Per poter far fronte a questo tipo di attività risulta complicato stabilire orari e mansioni in modo completo ed esaustivo, poiché anche i lavoratori dovranno adattarsi alle necessità del cliente. Da questa considerazione si capisce quanto possa essere limitante, e in alcuni casi problematico, il ricorso ad un contratto di lavoro subordinato. In quest'ottica si rende necessario superare la concezione tradizionale di contratto, il quale non dovrà più essere visto come lo strumento di scambio di prestazioni lavorative in cambio di un salario, bensì come un "patto di raggiungimento di obiettivi comuni che vede nella corresponsabilità non solo un vincolo morale ma il fondamento del rapporto stesso" (Seghezzi, 2016).

Un altro aspetto che deve essere considerato nella scelta tra mantenere il personale all'interno dell'impresa o il sostituirlo con strumenti meccanici riguarda una caratteristica tipica degli uomini, che può essere riassunta nel concetto di esperienza. Per quanto le ricerche degli ultimi anni mirino alla creazione di intelligenza artificiali sempre più in grado di operare in modo autonomo, la capacità mentale di una persona sarà difficilmente replicabile poiché essa sfrutta un'ampia gamma di dati sensoriali per stimolare la propria capacità di ragionamento per reagire alle varie situazioni in cui ci si possa trovare (Pfeiffer, 2016). In molti casi gli uomini compiono un elevato numero di azioni, talvolta anche inconsciamente, che consentono loro di ottenere soluzioni a problemi complessi e il vantaggio di queste esperienze è che possono essere in parte trasferite tra lavoratori che dovessero trovarsi ad operare a stretto contatto uno con l'altro. In questo modo si viene a creare un fenomeno attraverso cui si instaura una conoscenza diffusa tra i lavoratori, i quali potranno apprendere dai colleghi più anziani ed esperti, riducendo enormemente i tempi di apprendimento delle relative skill e garantendo vantaggi non trascurabili per l'impresa stessa in termini di risparmio dei costi per la formazione dei dipendenti. Lo sfruttamento dell'esperienza dei lavoratori può aiutare anche la società a migliorare il proprio processo produttivo poiché in alcuni casi gli organi direttivi non sono in possesso di tutte le informazioni necessarie per aumentare l'efficienza della produzione, per cui avere un feedback da parte delle persone che lavorano a stretto contatto con i prodotti può essere più utile di quanto si possa essere portati a pensare.

2.6 IL LAVORO FLESSIBILE

La necessità di far fronte a rapidi cambiamenti comporta sicuramente un elevato grado di incertezza per il lavoratore, ma questo non deve essere visto necessariamente come un aspetto negativo. Da un lato la flessibilità consente al lavoratore la possibilità di aumentare le proprie competenze ampliandone gli orizzonti e migliorando le abilità che già si possedevano attraverso la possibilità di interfacciarsi con altre realtà diverse da quella in cui il lavoratore si è trovato fin dal principio. In questo modo si rende il lavoratore più aperto mentalmente e pronto ad affrontare sfide sempre maggiori. La flessibilità in alcuni casi viene però fortemente criticata a causa degli effetti che essa implica. In un mondo sempre più dinamico con la scusa della flessibilità si può notare un generale ritorno a quella che sembrava una concezione di lavoro ormai superata, cioè il lavoro come semplice merce di scambio. A causa del ritorno di questo modo di pensare è possibile trovarsi in situazioni dove i lavoratori non vengono più visti come collaboratori utili per migliorare la produttività aziendale, bensì vengono considerati come semplici esecutori materiali il cui costo deve essere il minore possibile (Gallino, 2007). Uno dei rischi legati alla necessità di flessibilità è esattamente quello di offrire il posto di lavoro al miglior offerente, il quale potrebbe non essere la persona più adatta a svolgerne le mansioni, ma colui che sia disposto ad accettare l'incarico al prezzo minore, caso che si verifica tipicamente prendendo la decisione di spostare la sede produttiva in paesi dove il costo del lavoro è più basso o dove le tutele a favore dei lavoratori stessi sono scarse o talvolta inesistenti. La mancanza di sicurezza nel posto di lavoro porta inoltre il lavoratore a non spendere energie per la propria preparazione e per aumentare la produttività sul posto di lavoro, poiché il rischio di ritrovarsi senza un lavoro è molto più concreto in un regime flessibile. Per questo motivo il lavoratore concentrerà gran parte dei propri sforzi alla ricerca di una nuova occupazione ben prima di giungere alla scadenza prevista dal contratto togliendo così tempo ed energie al miglioramento della propria posizione attuale e si riduce anche la possibilità per il lavoratore di stabilire connessioni con i propri colleghi che potrebbero portare a miglioramenti sotto il profilo della produttività aziendale in generale.

Altri problemi possono essere notati qualora ci si dovesse concentrare sull'individuo in quanto persona. Per quanto il lavoro flessibile consenta all'impresa di ridurre i costi legati al personale, si vengono a creare in realtà altri costi per la collettività, poiché la perdita di un posto di lavoro da parte di un individuo ricade necessariamente sulla sua famiglia e sulla società in generale, creando costi sociali che sono difficilmente quantificabili ma non per questo meno reali. Ad esempio rientrano tra questi costi quelli legati agli aiuti economici che normalmente molti paesi riconoscono ai lavoratori nel momento in cui essi dovessero trovarsi disoccupati (Gallino, 2007).

Infine bisogna considerare i problemi legati alla precarietà, la quale rappresenta una condizione sempre più diffusa che può essere identificata come la situazione che vive un individuo costretto a stipulare una sequenza piuttosto lunga di contratti a tempo determinato senza avere alcuna garanzia di poter trovare altri impieghi prima dello scadere del contratto. Questo fatto comporta l'impossibilità per il lavoratore di portare avanti progetti sia a breve che a lungo termine, con conseguenti ripercussioni sulla propria vita personale e sulle prospettive di carriera futura. In un rapporto presentato ad un'assemblea dell'Organizzazione internazionale del Lavoro nell'ormai lontano 1999, si erano stabiliti alcuni punti affinché un posto di lavoro potesse essere considerato decente. Tra queste linee guida si possono ritrovare alcuni diritti che dovrebbero essere garantiti ai lavoratori che alla luce di quanto avviene al momento nel mondo del lavoro si possono ritenere non propriamente garantiti. In particolare è utile citare la sicurezza dell'occupazione, la quale deve essere intesa sia come stabilità del lavoro che come difesa del lavoratore da licenziamenti ingiusti, la sicurezza professionale, ovvero garantire la possibilità al lavoratore di compiere un processo di crescita per poter raggiungere i propri obiettivi professionali e, infine, la sicurezza di reddito, che deve garantire all'uomo la possibilità di sostenere le spese che necessariamente l'uomo dovrà affrontare durante la sua vita.

Per tutti questi motivi la flessibilità legata al mondo del lavoro può essere una marcia in più nelle mani delle imprese che dovessero decidere di sfruttarla, ma deve essere utilizzata in modo consapevole poiché in un rapporto di lavoro flessibile si ha comunque a che fare con delle persone che sono portatrici di obiettivi ed aspirazioni, che non possono essere relegate ad essere semplici esecutori materiali di cui disporre a proprio piacimento, poiché a differenza delle macchine sono esseri umani i cui diritti non possono essere calpestati per perseguire obiettivi puramente economici.

CAPITOLO 3 - ANALISI DELLA SITUAZIONE ITALIANA

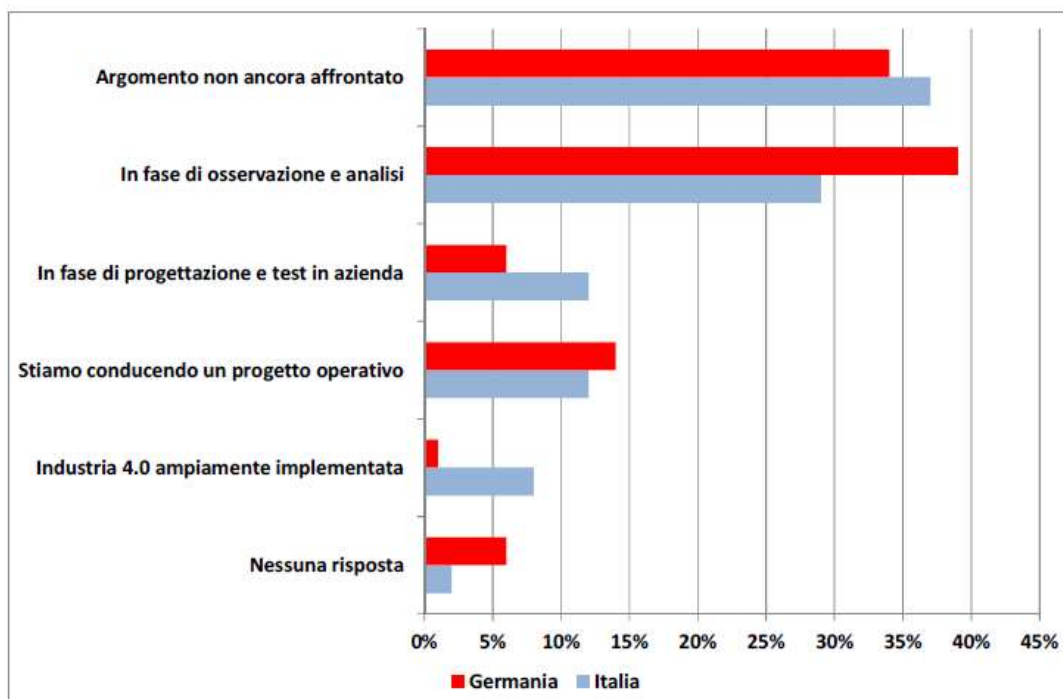
3.1 L'ECONOMIA ITALIANA

Dopo aver valutato quali sono i fattori che hanno portato alla comparsa del fenomeno dell'industria 4.0 e dopo aver definito le ripercussioni generali che tale rivoluzione comporta nei confronti dei lavoratori e delle imprese, è possibile discutere della posizione dell'Italia in termini di adozione delle nuove tecnologie. Per prima cosa è necessario valutare in quali condizioni versa l'economia italiana rispetto a quella degli altri stati e analizzare come essa è strutturata.

La grande crisi economica che ha colpito il mondo più avanzato negli ultimi anni non ha risparmiato nemmeno l'Italia, la quale ha visto migliaia di imprese costrette a chiudere i battenti con il conseguente aumento del numero di disoccupati, riducendo di molto le prospettive di crescita del paese rispetto al periodo precedente alla crisi. Per quanto lo spettro della crisi possa ancora influenzare la vita di molte persone, i dati pubblicati dall'Istat tendono ad una visione più ottimistica, infatti già nel 2015 si è potuto osservare un aumento della produzione industriale dell'1,1% rispetto all'anno precedente, un dato piuttosto positivo se rapportato alla situazione precedente. I motivi che hanno portato l'Italia a questa ripresa (seppur lieve se confrontata con quella di altri paesi) possono essere spiegati sulla base di quattro driver che consentono di descrivere lo scenario internazionale in cui ci si trova ad operare. Per prima cosa si deve considerare la stabilizzazione della produzione e dei commerci nazionali, con l'Italia che si colloca all'ottava posizione in entrambi i settori. Poi si deve considerare il rallentamento degli scambi internazionali, che hanno smesso di crescere ad un tasso di molto superiore al PIL mondiale, come avveniva invece nella golden age della globalizzazione. Altro fattore da considerare è la variazione dell'incidenza del settore industriale sul PIL dei paesi più industrializzati, i quali vedono una riduzione della quota legata all'industria con l'aumento invece della ricchezza prodotta dal settore terziario. Infine si deve tener conto della generale diminuzione dei prezzi delle materie prime, in particolare del petrolio che si trova in una situazione dove l'offerta è maggiore della domanda sia a causa dell'ingresso di nuovi operatori in questo ambito, sia a causa della mancanza di accordi tra i paesi dell'Opec, che in passato avevano portato il prezzo del petrolio a livelli piuttosto elevati attraverso l'applicazione di prezzi più vicini ad un regime di monopolio che di libero mercato (Botticini, Pasetto e Rotondi, 2016).

Analizzando il tessuto produttivo italiano è possibile notare come in realtà coesistano due gruppi di imprese. Da un lato si hanno poche imprese di grandi dimensioni che spiccano in termini di performance sul mercato estero e dall'altro si hanno tante piccole imprese il cui interesse principale è il mercato interno e che risultano essere quelle più in difficoltà al momento. Le piccole e medie imprese (PMI) sono una realtà consolidata all'interno del paese nonostante si trovino in difficoltà con l'avanzare del tempo per vari motivi che possono essere ricondotti direttamente alle loro dimensioni (vedasi nuovamente Botticini, Pasetto e Rotondi, 2016). In particolare tali imprese devono rimanere competitive con le imprese estere e mantenere uno standard elevato per la qualità dei prodotti, obiettivi questi che potrebbero essere raggiunti modo più agevole sfruttando le innovazioni che la tecnologia odierna offre. Tuttavia, a causa della dimensione tipica delle PMI si può notare come sia difficile implementare le

innovazioni tecnologiche nel processo produttivo a causa delle limitate risorse economiche di cui dispongono queste realtà, che rendono complicato l'investimento per acquisire sistemi di produzione all'avanguardia. Un altro fattore limitante in questo senso è la scarsa attenzione rivolta dalle PMI nei confronti del settore Ricerca & Sviluppo, il quale presenta sicuramente dei rischi poiché legato strettamente alla qualità delle scoperte effettuate, ma che potrebbe consentire alle imprese di ottenere un vantaggio competitivo tale da sopperire ai costi sostenuti durante il processo di ricerca. Ragionando in termini più generali infatti è possibile notare come le grandi innovazioni degli ultimi anni siano legate proprio ai successi ottenuti attraverso la ricerca, quindi non investire in questo ambito porterebbe le imprese, grandi o piccole che siano, ad essere semplici follower di altre imprese concorrenti, perdendo in questo modo la possibilità di diventare leader del settore in cui si opera. Il problema delle risorse economiche non deve essere sottovalutato, specialmente in un periodo storico in cui il sistema bancario risulta più refrattario a concedere finanziamenti per aiutare le imprese a portare avanti i propri progetti, poiché al momento i rischi per le banche di vedere i propri crediti deteriorarsi sono ancora piuttosto elevati e le garanzie offerte dalle imprese, in particolar modo quelle provenienti da imprese di dimensioni ridotte, tendono ad essere insufficienti affinché le banche conceda i prestiti necessari. Bisogna considerare comunque che le imprese italiane, a prescindere dalle loro dimensioni, si sono finora rivelate più che in grado di adattarsi ai cambiamenti di mercato ricavandosi molto spesso delle nicchie in cui figurano come imprese altamente specializzate.



Fonte:Staufen.

Dal grafico sopra riportato, legato ad un'indagine svolta da Staufen (si veda Botticini, Pasetto e Rotondi 2016, pag. 58), si possono notare le risposte fornite dalle imprese italiane per quanto riguarda l'adozione delle logiche dell'industria 4.0, le quali vengono paragonate alle risposte date dalle imprese tedesche. Nonostante il 70% degli intervistati si dica convinto che l'industria 4.0 sia necessaria per poter ottenere miglioramenti sia sul fronte della produzione che della gestione della logistica, quasi la stessa percentuale ammette di aver iniziato ad affrontare il problema solo in tempi recenti o di non aver ancora mosso nemmeno un passo in tal senso. Inoltre quasi l'80% delle imprese italiane intervistate reputa inadeguata la preparazione dei lavoratori, ma quasi la stessa percentuale (76% degli intervistati) confessa di non aver avviato o previsto eventuali corsi di formazione per preparare i dipendenti alle sfide future. A questo si deve aggiungere un sostanziale ritardo dell'Italia rispetto ad altri paesi come la Germania, dove le imprese hanno iniziato fin dal 2011 ad investire nel supporto delle politiche dell'industria 4.0, intuendone in anticipo le grandi possibilità che essa offre.

3.2 IL JOBS ACT COME AIUTO ALL'INDUSTRIA 4.0

A fronte di quanto detto finora si capisce come l'Italia abbia le carte in regola per poter effettivamente applicare le logiche dell'industria 4.0 al proprio tessuto produttivo. Tuttavia, a causa delle limitazioni legate alle dimensioni delle imprese ed a quella che potrebbe essere definita come una generale ritrosia all'investire nelle nuove tecnologie, è difficile ritenere che la situazione possa sbloccarsi sulla base della semplice iniziativa dei privati, specialmente a causa della grande quantità di risorse da assegnare a questo processo di modernizzazione. In tal senso quindi è necessario che il governo fornisca alle imprese gli strumenti adeguati, poiché solo attraverso un sistema di aiuti e benefici potrebbe smuovere le imprese italiane, le quali altrimenti non avrebbero, in gran parte dei casi, la possibilità economica di compiere i primi passi verso quello che sembra essere il futuro della produzione.

Uno dei primi passi mossi dal governo Renzi in questo senso è possibile individuarlo nel cosiddetto jobs act che ha cercato di modificare alcuni capisaldi del lavoro in Italia a favore di una maggiore mobilità dei lavoratori. Inoltre si possono notare ulteriori sforzi con il più recente Piano Nazionale Industria 4.0 che prevede alcune misure per favorire l'implementazione delle nuove tecnologie all'interno delle imprese italiane.

Come detto nel primo capitolo del presente lavoro, l'Italia rientra tra i paesi definiti "slow adopters", i quali si caratterizzano per una normativa molto severa per quanto riguarda i licenziamenti ed in generale per i rapporti tra lavoratori ed imprese. In questa categoria

rientrano molti paesi europei dove la regolamentazione dei mercati è molto severa e il cui obiettivo generalmente è la protezione dei lavoratori. L'Italia non fa eccezione da questo punto di vista e, proprio a causa di ciò, le imprese incontrano delle difficoltà nel momento in cui devono modificare la propria struttura interna, licenziando i lavoratori non più necessari all'esecuzione dei task aziendali e assumendo nuova forza lavoro maggiormente idonea a ricoprire le nuove posizioni lavorative. In tal senso si è mosso il governo Renzi attraverso un insieme di disposizioni che nel loro complesso compongono la riforma denominata "jobs act". Questa riforma ha dato vita ad un continuo conflitto tra coloro che la ritenevano una misura necessaria per modernizzare il paese e chi invece la considerava come un danno per i lavoratori che si sarebbero visti togliere diritti conquistati nel corso degli ultimi decenni (Rodano, 2015). Analizzando la riforma si può notare come essa abbia aspetti positivi e negativi, anche se il dibattito politico si è concentrato principalmente sulle visioni più estreme, ovvero da un lato si sosteneva che la riforma avrebbe potuto risolvere gran parte dei problemi italiani mentre dall'altra parte si faceva notare unicamente la perdita dei diritti dei lavoratori. Il jobs act comprende una varietà abbastanza ampia di provvedimenti per raggiungere gli obiettivi individuati dal governo, anche se è possibile notare come la riforma verta principalmente attorno ad alcuni capisaldi ben precisi. In particolare i provvedimenti mirano a promuovere una tipologia di contratti a tutele crescenti, dove i diritti di cui dispone il lavoratore aumentano di pari passo con la durata del rapporto lavorativo, riducendo le tutele a favore del lavoratore nel primo periodo di collaborazione con l'impresa. Oltre a questo tipo di contratto la riforma prevede anche l'estensione dei sussidi di disoccupazione a soggetti che altrimenti non avrebbero avuto diritto di usufruirne, aumentandone anche l'importo e potenziando gli istituti che facilitano l'incontro tra lavoratori disoccupati ed imprese con posti vacanti. Da un lato questi provvedimenti mirano al raggiungimento di una situazione lavorativa molto più flessibile (Tiraboschi, 2016), grazie anche alla promozione del contratto a tutele crescenti il quale risolve uno dei problemi che maggiormente affliggeva il mercato del lavoro, ovvero l'asimmetria informativa tra le parti. Nel momento dell'assunzione del lavoratore, l'impresa non può conoscere di preciso quali comportamenti terrà l'altra parte e non è in grado di valutare oggettivamente le conoscenze e le capacità del lavoratore fino a quando non l'abbia visto all'opera, per cui un contratto che preveda scarsi oneri per il datore di lavoro nel caso in cui il lavoratore non sia adatto alle mansioni per cui è stato appena assunto non è necessariamente un male. I lavoratori più a rischio con questo tipo di contratto diventano coloro che si dimostrano incapaci di svolgere i propri compiti, infatti nessuna impresa razionale andrebbe a licenziare un dipendente abile su cui abbia investito tempo e risorse per l'addestramento, a meno questo lavoratore non risulti essere completamente inadeguato alle mansioni affidategli. La forza di

questo provvedimento sta nella semplicità del licenziamento che differenzia il contratto a tutele crescenti dal classico contratto di lavoro subordinato, il quale prevedeva un regime più rigido per i licenziamenti che potevano compiersi solo in casi di giusta causa o giustificato motivo. Come detto all'inizio di questo paragrafo, la riforma non si presenta solo con aspetti positivi, bensì porta con sé anche alcune criticità che ne minano la bontà e che possono ridurre gli effetti previsti. Si è già parlato di come il contratto a tutele crescenti sia in grado di rendere più flessibile il rapporto tra lavoratore ed impresa, ma questa flessibilità comporta un problema legato all'indennizzo che il dipendente licenziato dovrebbe ottenere. Questo indennizzo viene quantificato sulla base della durata del rapporto lavorativo e quindi potrebbe portare l'impresa a preferire il licenziamento dei neo-assunti in modo da usufruire dei vantaggi offerti dagli sgravi contributivi. Tutto questo dipenderà dalla durata effettiva di questi sgravi e dai vantaggi che il lavoratore può offrire all'impresa stessa, tuttavia il rischio che le imprese possano approfittare di questo potere che viene loro concesso è concreto. I maggiori detrattori della riforma del jobs act rimangono i sindacati dei lavoratori, che sostengono le misure siano fin troppo a favore delle imprese e che attraverso questa riforma non sia possibile creare nuovi posti di lavoro perché in realtà si dovrebbe mirare a far ripartire il mercato di beni e servizi. Rimane il fatto che la riforma scritta dal governo Renzi è in linea con i punti previsti per l'implementazione dell'industria 4.0. Considerando che l'Italia è classificata tra i paesi più ritardatari nell'adozione dei nuovi sistemi proprio a causa delle grandi limitazioni che l'ordinamento giuridico italiano prevede in termini di assunzioni e licenziamenti, il tentativo di alleggerimento delle norme ad essi collegate è per certi versi da apprezzare, poiché si è cercato di agire esattamente su una delle cause che bloccano lo sviluppo tecnologico delle aziende italiane. Il jobs act rappresenta un tentativo volto alla modernizzazione del rapporto tra lavoratori e imprese, ma non è l'unico mezzo attraverso cui è tentato di aprire le porte alla rivoluzione che i mercati conosceranno nei prossimi anni. Il lavoro manuale infatti rappresenta solo uno degli strumenti attraverso cui le imprese producono e non si deve dimenticare che l'industria 4.0 si attuerà attraverso lo sfruttamento delle nuove tecnologie, le quali dovranno essere acquistate dalle aziende per poterle integrare nel processo produttivo.

3.3 IL PIANO NAZIONALE INDUSTRIA 4.0

Il governo si è mosso non solo con l'obiettivo di rendere più flessibile il mercato del lavoro, ma anche concentrando una parte degli sforzi nel supporto all'innovazione tecnologica attraverso la definizione di quello che è stato battezzato come Piano Nazionale Industria 4.0. A differenza di quanto avvenuto in altri paesi europei (primo fra tutti la Germania), questo piano non presenta

dei punti programmatici ben precisi da seguire per adottare le logiche dell'industria 4.0 ma si limita a definire ed illustrare quelle che saranno le iniziative governative a supporto dell'innovazione.

Nel Piano Nazionale Industria 4.0 si sono stabilite delle misure che, almeno in linea teorica, dovrebbero aiutare le imprese a far fronte ai costi che si dovranno necessariamente affrontare affinché si possano inserire nelle attività produttive le nuove tecnologie dell'industria 4.0. Nel documento presentato da Carlo Calenda, Ministro dello sviluppo economico, si sottolinea come per il governo sia importante spingere le aziende a sfruttare ciò che l'attuale scenario tecnologico consente. Ovviamente il tasso di successo di questo provvedimento dipenderà da quante imprese decideranno di cogliere queste opportunità di investimento, per questo è difficile stabilire se con questo piano si raggiungeranno gli obiettivi prefissati dal governo. È possibile tuttavia analizzare le misure contenute in questo documento in modo da trarre alcune conclusioni sui mezzi offerti dal governo alle imprese.

Il piano presentato da Calenda presenta una serie di misure atte a favorire due diversi aspetti: l'innovazione e la competitività. Per quanto concerne l'innovazione, si prevedono alcuni incentivi il cui scopo principale è favorire l'investimento in nuove tecnologie attraverso la predisposizione di misure quali:

- il superammortamento, il quale favorisce l'acquisto di nuovi beni strumentali che consentano un aumento della digitalizzazione del processo produttivo;
- il credito all'innovazione, che aiuta le imprese che abbiano richiesto dei finanziamenti bancari per supportare l'acquisto di beni tecnologici attraverso una copertura parziale degli interessi sul prestito;
- il credito d'imposta Ricerca & Sviluppo, che ha per l'appunto l'obiettivo di favorire l'investimento privato per l'innovazione di processi e prodotti;
- il patent box, il cui scopo è rendere più attrattivo il mercato italiano per gli investimenti nazionali ed esteri, riducendo il peso della tassazione sui redditi ottenuti attraverso lo sfruttamento della proprietà intellettuale, favorendo inoltre l'investimento in Ricerca e Sviluppo.
- Aiuti rivolti alle startup e alle PMI innovative, sostenendole nelle varie fasi in cui possono venirsi a trovare e favorendo lo sviluppo di collaborazioni tra imprenditori, facilitando il processo di innovazione e di internazionalizzazione.

Le misure indirizzate alla competitività invece tendono ad aiutare le imprese da un punto di vista più generale, in particolare si prevedono aiuti per le aziende che non riescono ad ottenere

prestati a causa delle insufficienti garanzie che possono presentare, si stabiliscono aiuti per coloro che dovessero decidere di finanziarsi attraverso l'uso di capitale proprio, si riduce la pressione fiscale per gli imprenditori che decidano di lasciare gli utili in azienda ed infine si offrono degli aiuti per i costi legati ai lavoratori, prevedendo la riduzione degli oneri a carico del datore di lavoro.

Osservando i metodi attraverso cui è possibile accedere a queste agevolazioni è possibile fin da subito osservare come il piano stilato dal governo abbia già dei pregi rispetto ad altre proposte avanzate nel passato, infatti si nota come la gran parte delle misure messe a disposizione siano ottenibili direttamente in sede di redazione di bilancio o comunque attraverso procedure di richiesta piuttosto semplici, specialmente se confrontate con altre situazioni in cui per poter usufruire di particolari incentivi era necessario compiere procedure burocratiche complesse che in alcuni casi scoraggiavano le imprese dal farne richiesta (Tiraboschi e Seghezzi, 2016). Inoltre il piano nazionale non si basa su finanziamenti diretti, ma principalmente si affida a meccanismi di supporto per accompagnare le imprese nel processo di innovazione.

Il piano redatto dal governo, per quanto promettente, è ben lungi dall'essere perfetto poiché affetto da un problema di fondo che ne mina in parte i buoni propositi. In particolare si nota come gran parte delle disposizioni all'interno del documento siano principalmente rivolte alla produzione manifatturiera e sulla fabbrica, tralasciando l'aspetto maggiormente legato al settore terziario. Con l'avvento dell'industria 4.0 la produzione ed i servizi saranno sempre più legati tra loro, rendendo sempre più complicata una loro distinzione in termini di definizione, per questo la mancanza di supporto ai servizi nel piano implica la mancata comprensione di ciò che è l'effettiva natura dell'industria 4.0. La rivoluzione industriale infatti non deve essere ricercata nella semplice automazione, bensì nella grande interazione che i nuovi macchinari consentono tra tutti gli attori del sistema produttivo, siano essi semplici strumenti o lavoratori in carne ed ossa, che dovranno condividere informazioni reciprocamente ai fini di migliorare l'intero processo produttivo. Si deve ricordare infine che con la maggiore inclusione del cliente nella produzione si creano automaticamente le condizioni per poter offrire servizi sempre più a lungo termine con i clienti stessi, ad esempio attraverso la garanzia di supporto tecnico per sfruttare al meglio il prodotto oppure la garanzia di assistenza nel caso di difetti. Per questo anche le aziende più indirizzate ad un contesto produttivo si troveranno costrette ad ampliare i servizi a favore dei clienti per cui sarebbe stato auspicabile un appoggio maggiore alle attività di supporto.

CONCLUSIONE

L'industria 4.0 si caratterizza per essere la prima rivoluzione ad essere stata predetta attraverso i segnali provenienti dal mercato, per questo motivo ci si trova in una situazione che per certi versi non ha precedenti nella storia e appunto per questo i suoi effetti risultano essere ancora molto incerti. L'utilizzo dei CPS come strumenti per la produzione consentono il raggiungimento di standard di produzione elevatissimi grazie ai loro sensori che permettono un livello di comunicazione tra macchine e lavoratori che fino a qualche anno fa era impensabile. L'introduzione di sistemi la cui realizzazione è frutto principalmente delle grandi innovazioni tecnologiche che il mondo ha recentemente conosciuto rappresenta un'opportunità enorme per le imprese disposte ad adottarle, le quali accettano ed affrontano i rischi che l'essere dei precursori in questo ambito comporta. Gli investimenti legati alle nuove tecnologie richiedono uno sforzo economico notevole ma, qualora dovessero essere sostenuti in modo intelligente, consentirebbe alle imprese un vantaggio competitivo enorme sui concorrenti che dovessero ritardare l'innovazione del proprio impianto produttivo. Tuttavia non si deve ignorare l'aspetto legato ai lavoratori, i quali manterranno sicuramente un ruolo importante all'interno delle imprese, anche se meno legato ai compiti maggiormente operativi. Il loro apporto è necessario affinché si possa far funzionare il processo produttivo perché anche i macchinari più evoluti necessitano di un operatore umano che svolga almeno dei compiti di supervisione.

A fronte di una variabilità sempre maggiore in termini di produzione diventa necessario rendere flessibile il lavoro aziendale, per cui i lavoratori saranno meno legati ad incarichi ben precisi, con la conseguente necessità di coltivare skill attraverso cui risolvere i problemi man mano che dovessero presentarsi. Per questo l'istruzione ed il processo di formazione generale del lavoratore assumono caratteri più continuativi, con la necessità di predisporre corsi di formazione per preparare il personale a ricoprire le nuove cariche che la rivoluzione dell'industria 4.0 comporta.

Infine non è possibile pensare di poter avviare un processo di siffatte proporzioni senza alcun ausilio da parte dei governi, i quali devono attivarsi (qualora non lo abbiano già fatto) alla predisposizione di piani ben precisi per aiutare le imprese ad implementare le nuove tecnologie nel modo migliore possibile, cercando al contempo di non danneggiare i lavoratori già provati dalla crisi economica. Si dovranno inoltre creare le condizioni affinché le imprese possano

usufruire dei vantaggi legati alla flessibilità senza ledere i diritti che devono essere garantiti per i lavoratori e che accompagnano gli uomini verso la loro realizzazione personale.

L'industria 4.0 può essere vista non solo come una rivoluzione, ma come una grande sfida che può essere affrontata al meglio solo nel caso in cui tutti gli attori coinvolti svolgano la loro parte, cercando di non danneggiare gli altri per i propri interessi personali. Non sarà un compito semplice predisporre tutto, così come non sarà scontato il successo di questa rivoluzione. È ancora presto per poter definire se l'industria 4.0 porterà più benefici o più problemi, ma le premesse fatte portano ad essere piuttosto ottimisti sulla bontà di questo fenomeno, a patto che la strada da seguire sia delineata in modo da tener conto di tutti coloro che dovranno percorrerla, siano essi lavoratori o imprese.

BIBLIOGRAFIA

BOTTICINI, A., PASETTO, A., ROTONDI, Z., 2016. *Sviluppo e prospettive dell'industria 4.0 in Italia e ruolo strategico del credito*. Roma e Bologna: UniCredit, Italy and Germany Institutional & Regulatory Affairs.

CAINARCA, G.C., SGOBBI, F., 2005. *Educational mismatch e skill mismatch: un'indagine empirica sui lavoratori italiani*. XX Convegno Nazionale di Economia del Lavoro. Roma, Università di Roma, 22/09/2005 e 23/09/2005.

CAPPELLI, P., 2014. *Skill gaps, skill shortages and skill mismatches: evidence for the US*. National Bureau of Economic Research.

CATALANI, G., 2015. *INDUSTRY 4.0, La strategia Europa 2020 promuove una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva*.

DAVENPORT, T. H., PATIL, D. J., *Data scientist*. Harvard Business Review, October 2012.

SCHUH, G., et al., 2014. *Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0*. Aachen University, Laboratory for Machine Tools and Production Engineering.

KOLBERG, D., ZÜHLKE, D., 2015. *Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies*. Kaiserslautern: Department of Innovative Factory System (IFS), German Research Center of Artificial Intelligence.

LEE, J., KAO, H., YANG, S., 2014. *Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment*. University of Cincinnati, Center for Intelligent Maintenance Systems.

LORENZ, M., et al. 2015. *Man and Machine in Industry 4.0*. The Boston Consulting Group.

PFEIFFER, S., 2016. *Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work*. University of Hohenheim, Department of Sociology.

RODANO, G., 2015. *Il mercato del lavoro italiano prima e dopo il jobs act*. "Sapienza" Università di Roma.

SEGHEZZI, F., 2016. *Lavoro e relazioni industriali in Industry 4.0*. Diritto delle Relazioni Industriali n. 1/2016.

SIRKIN, H. L., ZINSER, M., ROSE, J. R., 2015. *Man and Machine in Industry 4.0*. The Boston Consulting Group.

TIRABOSCHI, M., 2016. *Una regolazione agile per il lavoro che cambia*. Bollettino ADAPT 3/02/2016.

TIRABOSCHI, M., SEGHEZZI, F., 2016. *Il piano nazionale Industria 4.0: una lettura lavoristica*. Labour & Law Issues, Vol. 2, No. 2, 2016.

TULLINI, P., 2016. *Economia digitale e lavoro non-standard*. Labour & Law Issues, Vol. 2, No. 2, 2016.