

Dipartimento di Impresa e Management
Cattedra di Storia dell'Economia e dell'Impresa

**L'AVVENTO DELLA QUARTA RIVOLUZIONE
INDUSTRIALE: DALLE TECNOLOGIE INFORMATICHE
ALLE MACCHINE INTELLIGENTI**

RELATORE

Professor. Amedeo Lepore

CANDIDATO

Matricola 190601

ANNO ACCADEMICO 2016/2017

INDICE

| | |
|--|---------|
| Introduzione | Pag. 2 |
| Capitolo 1: le rivoluzioni industriali e l'evoluzione dell'economia contemporanea | |
| 1.1 Dalla prima rivoluzione industriale alla diffusione dell'industria di massa | Pag. 4 |
| 1.2 Il secolo del fordismo | Pag. 5 |
| 1.3 La rivoluzione informatica e la nascita di Internet | Pag. 7 |
| 1.4 L'industria postfordista: dal toyotismo alla coda lunga | Pag. 8 |
| <i>1.4.1 Dal toyotismo alla coda lunga</i> | Pag. 13 |
| Capitolo 2: la quarta rivoluzione industriale nel processo di globalizzazione | |
| 2.1 L'industria 4.0: produzione snella e digital manufacturing | Pag. 16 |
| 2.2 I caratteri della nuova industria e le tecnologie abilitanti | Pag. 18 |
| <i>2.2.1 la stampa 3D</i> | Pag. 19 |
| <i>2.2.2 intelligent thinking</i> | Pag. 23 |
| <i>2.2.3 Big data, cloud computing e robotica</i> | Pag. 28 |
| 2.3 Il ruolo dell'economia della conoscenza: l'intelligenza artificiale | Pag. 31 |
| Capitolo 3: l'evoluzione del sistema industriale attuale | |
| 3.1 Verso quali sviluppi dell'industria ad alta intensità di capitali | Pag. 37 |
| 3.2 Lavoro e macchine intelligenti: una questione aperta | Pag. 38 |
| 3.3 Le strategie per l'Industria 4.0 in Europa | Pag. 43 |
| 3.4 Un confronto tra il caso italiano e quello tedesco | Pag. 47 |
| 3.5 Le misure del Governo italiano: il "piano nazionale Industria 4.0" | Pag. 49 |
| Bibliografia | Pag. 57 |

INTRODUZIONE

Quella che viene definita come la quarta rivoluzione industriale è un radicale cambiamento che noi viviamo tutti i giorni ma di cui sappiamo ancora ben poco, il grande cambiamento che siamo destinati a vivere è soltanto all'inizio e le sue potenzialità come le sue problematiche sono potenzialmente infinite. Confrontandola con le tre precedenti rivoluzioni industriali si può notare come la differenza riguardo i cambiamenti apportati e la velocità di sviluppo sia a dir poco incredibile. Nella prima rivoluzione industriale abbiamo assistito ai primi progressi nell'ambito tecnologico-economico, che hanno coinvolto diversi campi dall'agricoltura, alla popolazione, ai trasporti, al commercio ed all'industria. Sfruttando i progressi avvenuti nella prima rivoluzione industriale all'inizio del XX secolo l'industria ha avuto uno sviluppo senza precedenti, grazie alle teorie di Fredrich Taylor ed alla capacità di applicarle di Henry Ford; inizia così la seconda rivoluzione dove la fabbrica è il principale protagonista dando così origine all'industria di massa. Al termine della seconda guerra mondiale inizia un periodo di transizione identificato con la terza rivoluzione industriale, dove si sviluppano teorie economiche come il post-fordismo ed il toyotismo ma soprattutto dove il progresso tecnologico comincia a gettare le basi per il grande cambiamento che tutti noi stiamo vivendo, con la nascita e lo sviluppo della rete internet. Il fulcro della quarta rivoluzione industriale è senza dubbio la capacità di rendere ogni oggetto della nostra quotidianità interconnesso, permettendo quindi di avere una quantità di informazioni superiore a quella di qualsiasi epoca storica e di riuscire ad ottenere una diffusione di queste informazioni in ogni angolo del globo in qualsiasi momento. La maggior parte di queste innovazioni sono avvenute nell'ultimo ventennio, se non negli ultimi dieci anni, per questo gli studiosi sono concordi che le potenzialità di questa rivoluzione industriale non siano prevedibili e quello a cui stiamo assistendo è solo una fase embrionale. Il tema quindi è senza dubbio molto affascinante ma allo stesso tempo molto sensibile, se infatti i miglioramenti che potrà apportare sono infiniti allo stesso tempo porta con se nuovi problemi e potenziali minacce. Le imprese si trovano a dover competere contro avversari di tutto il mondo, questa competizione non più regionale ma globale porta ad una rincorsa sfrenata verso l'innovazione che molte aziende non sono in grado di sostenere. Il volume è suddiviso in tre capitoli, il primo capitolo tratterà le tre precedenti rivoluzioni industriali, il secondo capitolo tratterà le innovazioni tecnologiche e le

potenziali minacce della quarta rivoluzione industriale, il terzo ed ultimo capitolo tratterà l'evoluzione del sistema industriale e le strategie degli stati europei e dell'Italia.

CAPITOLO 1: le rivoluzioni industriali e l'evoluzione dell'economia contemporanea

1.1 Dalla prima rivoluzione industriale alla diffusione dell'industria di massa

Con la prima rivoluzione industriale(1760-1840) il cambiamento cominciò grazie allo sviluppo dell'industria manifatturiera, con la creazione della macchina a vapore e la nascita del sistema ferroviario. Questo progresso tecnologico che portò ad un aumento della produzione senza precedenti fu supportato dalla crescita della popolazione, provocando un aumento della domanda dei beni e fornendo manodopera sempre maggiore¹. Nel mondo preindustriale infatti esisteva uno stretto rapporto tra crescita della popolazione e mezzi di sussistenza, quando la popolazione cresceva in maniera maggiore rispetto alla disponibilità di mezzi di sussistenza portava a carestie e malnutrizione, che portavano ad una diminuzione della popolazione. Una serie di cambiamenti e di scoperte portano però alla rottura di questo rapporto ed alla smentita della legge di Malthus:

- *Progresso della medicina*
- *Migliore alimentazione*
- *Riduzione della mortalità infantile*

L'agricoltura nella fase preindustriale era caratterizzata da una *scarsa produttività*, basti pensare al fatto che per ogni kilogrammo di semente si ottenevano da 5 a 10 kilogrammi di cereali mentre al giorno d'oggi si arrivano ad ottenere anche 40-45 kilogrammi²; ciò era dovuto principalmente agli inefficienti metodi di coltivazione, aggiunti ad attrezzi agricoli arcaici ed alla bassa fertilità dei terreni. Nella prima rivoluzione industriale assistiamo però a quella che viene definita “la rivoluzione agraria”. Viene sviluppata una nuova tecnica di messa a coltura delle terre nota come “sistema di Norfolk” che prevedeva l'eliminazione del *maggese* sostituendo il riposo della terra con la coltura di piante da foraggio, che aumentavano la fertilità del terreno e ne miglioravano la futura resa, garantendo un aumento della produzione e della produttività (intesa come rapporto tra output ed input). Nel 1801 venne emanato in Inghilterra il *General Enclosures Act* che andava a disciplinare il movimento delle *Enclosures*, il quale spingeva per una privatizzazione delle terre dividendole tra

¹ Carlo M. Cipolla; Storia economica dell'Europa pre-industriale, 2002, pag.17

² Ennio De Simone; Storia Economica: dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica, 2014, pag. 35

coloro che potevano vantare i diritti in modo che ognuno di quest'ultimi potesse disporre come meglio credeva³.

Di pari passo con la rivoluzione agraria si sviluppò un'altra rivoluzione, ovvero quella dei trasporti, quest'ultime infatti si svilupparono e si supportarono a vicenda.

Con il progresso dei mezzi di trasporto la situazione cambiò arrivando ad un'apertura dei mercati che permise di produrre merci ad un costo sempre più basso e di poterle vendere in mercati sempre più ampi. Nazione leader di questo cambiamento fu l'Inghilterra, sviluppando il suo mercato interno che portò ad un aumento della produzione e del reddito pro-capite della popolazione britannica; poi attraverso il mercato esterno commerciando prima con l'Europa e successivamente con le Americhe e le Antille⁴.

All'interno delle fabbriche infine iniziarono ad essere utilizzate macchine sempre più semplici, che non richiedevano competenze particolari, iniziò così l'impiego di massa dei lavoratori⁵. Questi cambiamenti gettarono le basi per l'avvento della seconda rivoluzione industriale, avviata al termine del XIX secolo e conclusa a metà del XX. In questo particolare contesto storico nasce quella che verrà definita l'industria di massa, ovvero un'industria capace di soddisfare i bisogni di una vasta clientela mantenendo allo stesso tempo l'efficienza produttiva. Tra i grandi protagonisti di questa rivoluzionaria epoca troveremo Friedrich Taylor e soprattutto Henry Ford.

1.2 Il secolo del fordismo

Friedrich Taylor (1856-1915) fu un ingegnere nonché il padre del pensiero taylorista, inseguito al quale Henry Ford farà la sua fortuna⁶. Punto cardine della sua visione fu la divisione scientifica del lavoro (scientific management). Dopo aver lavorato per lungo tempo come responsabile all'interno di imprese che si occupavano di produzione di materiali meccanici, grazie al suo spirito di osservazione ed alla sua capacità di comprendere a fondo i processi produttivi teorizzò un processo di standardizzazione attuabile sulla base di due principi cardine, "one best way" ed "operaio buo"⁷. Il primo si basava sull'assunto che all'interno dell'azienda vi era solo una soluzione che fosse realmente efficiente, per i problemi di tipo organizzativo e tecnico. Da ciò lui dedusse che l'operaio doveva solamente concentrarsi sul suo compito senza pensare ad altro, compito che doveva essere

³ Robert Clark; Agricultural Enclosures: the major phase 1760, University of East Anglia, 1 settembre 2004

⁴ Ennio De Simone; Storia Economica: dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica, 2014, pag.48

⁵ Silvio Paolucci, Giuseppina Signorini; La storia in tasca: dalla metà del seicento all'inizio del 900, 2012, pag.14

⁶ Sabino Cassese; La rivoluzione del fordismo, Il Sole 24 Ore, 7 agosto 2016

⁷ Treccani; scienze umane e sociali, Taylorismo

svolto in maniera meccanica e ripetitiva. Il secondo principio si basa invece sull'idea che l'operaio non debba porsi domande su quello che sta facendo, ma lo che debba svolgere semplicemente perché gli è stato detto di farlo. Il suo lavoro inoltre deve essere svolto rispettando tutti i parametri assegnati, non deve essere né pigro né zelante ma semplicemente preciso e puntuale. Attuando questi due principi secondo Taylor l'impresa riusciva ad ottenere il miglior risultato possibile portando alla scomparsa dei tempi morti e degli sprechi di energia.

Chi riuscì a comprendere ed applicare al meglio il pensiero di Taylor fu sicuramente Henry Ford, che grazie all'idea di Taylor diede vita alla catena di montaggio dell'industria automobilistica⁸. Ford non si limitò però ad applicare semplicemente ciò che Taylor aveva pensato ma riuscì a renderlo ancora più efficiente. L'industriale statunitense infatti incentivò gli operai delle sue fabbriche attraverso salari molto alti, in questo modo da un lato allontanò la minaccia dei sindacati e dall'altro faceva in modo che le condizioni di vita dei suoi operai migliorassero, trasformando i suoi lavoratori anche in consumatori del suo stesso prodotto. Questa innovazione straordinaria si diffuse in tutto il mondo, riuscendo ad evolversi ed applicarsi in contesti economici totalmente diversi da quello statunitense. Come osserva infatti lo studioso Bruno Settis questo sistema produttivo riuscì a passare dal sistema liberista USA al sistema statalista Italiano del ventennio fino al sistema sovietico russo. Proprio in Italia la FIAT deve il suo successo all'applicazione del sistema fordista da parte di Giovanni Agnelli e di Camillo Olivetti, entrambi suoi grandi ammiratori.

Tuttavia proprio a seguito di questi cambiamenti ha inizio il decadimento dell'artigianato a scapito della fabbrica. È in questo contesto storico che i paesi industrializzati cominciano ad investire nell'istruzione, nella ricerca scientifica e tecnologica, nella gestione e nei rapporti con il resto del mondo. Come diceva lo studioso Bruno Trentin in quegli anni *“il lavoro che diventa sempre più conoscenza si traduce in capacità di scelta, e quindi creatività e libertà”*⁹. Andando avanti nel tempo il Fordismo ha incontrato altri ostacoli come il New deal di Roosevelt e la crescita del potere dei sindacati, ma il colpo più forte gli fu assestato con la saturazione del mercato negli anni 70. A seguito di questo evento il modello fordista di crescita infinita veniva così messo in discussione, così come l'assioma per cui in presenza di economie di scale a rendimenti crescenti corrisponderanno sempre costi industriali e prezzi al consumo decrescenti nonché un aumento della domanda. Infine lo sviluppo tecnologico ed il cambio di delle preferenze dei consumatori ne sancirono la fine definitiva.

⁸ Tiscali; Taylorismo e Fordismo

⁹ Bruno Trentin; La libertà viene prima. La libertà come posta in gioco nel conflitto sociale, 2004, pag. 59

1.3 la rivoluzione informatica e la nascita di internet

All'inizio degli anni cinquanta assistiamo a quella che viene definita la terza rivoluzione industriale, che arriverà quasi fino ai giorni nostri¹⁰. Questa rivoluzione viene chiamata informatica perché legata alla nascita del digital manufacturing ed alla diffusione di internet, questi due eventi insieme hanno interconnesso persone da ogni parte del globo avviando quel processo noto come globalizzazione. Il fenomeno della globalizzazione era nato grazie all'internazionalizzazione delle imprese ed all'apertura degli scambi commerciali ma ai giorni nostri ha assunto un significato molto più complesso; la globalizzazione si pone infatti l'obiettivo di creare un mercato globale uniformando i rapporti esistenti tra le imprese e le popolazioni. Lo sviluppo del fenomeno è avvenuto molto rapidamente proprio perché gli eventi della terza rivoluzione industriale che ne hanno causato l'origine si sono susseguiti in un arco di tempo molto breve¹¹.

Negli anni 60 nasce negli Stati Uniti la rete internet, utilizzata dall'esercito per implementare i sistemi di difesa durante la guerra fredda, internet non è ancora accessibile al pubblico ma l'importanza di questo evento si vedrà nel corso di poche decadi. Nel 1962 viene inventato il primo chip mentre pochi anni prima era stato inventato il primo transistor, queste due scoperte permetteranno di migliorare i calcolatori elettronici precedenti portando alla nascita dei cosiddetti "mainframe computers", ovvero dei calcolatori capaci di elaborare ingenti quantità di dati ad elevate prestazioni. Poiché questi calcolatori comportavano un costo elevato erano accessibili soltanto ad un numero ristretto di soggetti¹².

Negli anni 70 a seguito della crisi petrolifera l'economia mondiale si trovò ad affrontare un evento del tutto nuovo, la stagflazione. Questo fenomeno era caratterizzato dalla presenza in contemporanea di stagnazione ed inflazione, che secondo le teorie economiche dell'epoca erano incompatibili tra loro. La crescente disoccupazione convinse i governi mondiali ad investire nell'innovazione tecnologica per cercare di rilanciare lo sviluppo. Questi investimenti si focalizzarono originariamente sull'energia, con la ricerca di nuove fonti alternative al petrolio. Si iniziò così ad utilizzare l'energia nucleare non più come arma ma come fonte di sostentamento, questa nuova fonte permetteva un risparmio energetico con conseguente riduzione dei costi. Successivamente l'innovazione ha poi investito tutti i processi produttivi raggiungendo il suo apice con la nascita dell'informatica. Cominciò ad affermarsi la concezione di computer non più come macchina per pochi ma come strumento di

¹⁰ Ennio De Simone; Storia Economica: dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica, 2014, pag.235-250

¹¹ Manuel Castells; The Rise of the Network Society in The Information Age: Economy, Society and Culture, 2000, pag.137-145

¹² Manuel Castells; The Rise of the Network Society in The Information Age: Economy, Society and Culture, 2000, pag. 40

calcolo per tutti; l'impresa che riuscì per prima a comprendere la nuova opportunità che il mercato stava offrendo fu la Apple che dopo aver lanciato Apple I nel 1977 lanciò Apple II, il primo computer disponibile sul mercato di massa.

Questo cambiamento diventa radicale nel 1981 quando IBM entra nel mercato con il primo personal computer, le imprese trainanti del settore diventano i produttori di software e non più quelli di hardware¹³. Infine nel 1991 avviene l'evento chiave della terza rivoluzione industriale, internet viene resa di dominio pubblico per fini scientifici e commerciali. Questa rete alla quale ogni individuo poteva accedere tramite i protocolli IC e ITC permetteva di disporre di una vasta quantità di contenuti, inoltre permetteva ad individui di diverse parti del mondo di condividere informazioni. Veniva così a formarsi una rete globale. Nel medesimo anno a Ginevra veniva progettato il protocollo http nella sede del CERN che permetteva la lettura ipertestuale dei documenti attraverso l'utilizzo di link ed hyperlink, nasceva in questo modo il *world wide web*. Infine nel 1993 venne inventato il primo browser, un programma che permetteva di inviare richieste per la visualizzazione di documenti alla rete e ne consentiva l'accesso una volta arrivato l'input.

1.4 L'industria postfordista: dal toyotismo alla coda lunga

Negli anni 70 si assiste ad un processo di diversificazione e di pluralizzazione dei modelli produttivi da parte delle imprese, processo che si è sviluppato in maniera diversa ed in tempi diversi a seconda dei Paesi e delle regioni prese in considerazione¹⁴. Questo è dovuto al fatto che sull'operato delle imprese influisca sia il contesto istituzionale nel quale esse operano sia l'interazione sociale tra quest'ultime e l'ambiente nel quale esse operano. L'analisi macroeconomica da sola diventa quindi insufficiente e deve essere affiancata anche da un'analisi microeconomica e da un'analisi socio-economica, che permetta di analizzare i rapporti tra il contesto istituzionale ed i nuovi modelli produttivi. Dopo questa analisi teorica andiamo quindi ad individuare le tre strade che hanno reso possibile il passaggio dal fordismo al post-fordismo:

- l'utilizzo delle nuove tecnologie che si sono sviluppate a partire dagli anni 70 applicandole al modello fordista permettendo il passaggio dalla catena di montaggio rigida alla produzione flessibile (attraverso l'automazione programmabile) e decentrata (attraverso le reti di comunicazione).

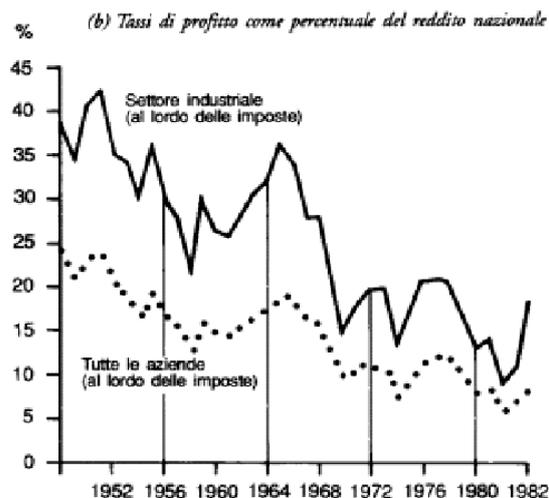
¹³ Manuel Castells; *The Rise of the Network Society in The Information Age: Economy, Society and Culture*, 2000, pag. 43

¹⁴ Prof. Giulio Peruzzi, Luigicarlo Viero; *DAL FORDISMO AL POSTFORDISMO*, 2011, pag.33

- l'avviamento verso la multinazionalizzazione, nel quale le imprese di grandi dimensioni attraverso l'outsourcing nei paesi in via di sviluppo sfruttano i costi più bassi legati alla produzione ed allo stesso tempo entrano in mercati in crescita grazie ai quali potranno ottenere sempre maggiore domanda per i loro prodotti, il tutto connesso ad una rapidità ed efficienza economica maggiore nei trasporti.
- un processo di privatizzazione (anche del rapporto di lavoro) quale può emergere solo da una nuova politica economica, essa stessa prodotto dell'imporsi di nuove ideologie (neoliberismo).

L'ultimo punto in particolare ci mostra uno dei più grandi cambiamenti causati dalla crisi nel sistema macroeconomico, l'ipotesi di un sistema economico mantenuto in equilibrio dai governi mondiali viene sostituita dal concetto smithiano del "primato del mercato", utilizzato come parametro per valutare l'efficacia di tutte le azioni economiche che avvengono al suo interno. Si avvia quindi un processo di deregolamentazione che andrà a coinvolgere i vari flussi di mercato: monetari, finanziari, investimenti, prodotti. Le politiche keynesiane attuate fino a quel momento vengono sostituite da un neoliberismo monetarista che si pone come obiettivo l'idea di "stato minimo", ovvero uno stato che interviene nell'economia il meno possibile, limitandosi solamente al controllo della moneta al fine di supportare il mercato e le sue dinamiche garantendogli per gli scambi un'unità di misura affidabile.

Il problema dell'inflazione e le nuove difficoltà incontrate dalle politiche keynesiane nell'ottenere la piena occupazione e il rilancio dei consumi, cambiano le direttive delle politiche economiche le quali ora pongono al primo posto il pareggio di bilancio e quindi il contenimento delle spese pubbliche (in primis quelle sociali e quindi il sistema di welfare su cui si era retto il modello di consenso all'interno del paradigma fordista).



(Figura 1; grafico crisi del modello di accumulazione fordista)

Il progressivo saturarsi dei mercati occidentali ha cambiato la logica produttiva facendola passare dalle economie di scala ai risparmi interni alla produzione¹⁵. Bisognava infatti tenere sotto controllo le fluttuazioni della domanda che portavano a crisi di sovrapproduzione, abbassando il punto di pareggio tra capitale investito e volumi di produzione. I beni durevoli erano infatti posseduti ormai dalla maggior parte della popolazione occidentale e bisognava quindi puntare su innovazione e progresso tecnologico al fine di rendere obsoleti i beni già posseduti ed ottenere un ricambio di quest'ultimi sempre più rapido o in alternativa puntare sui consumi individuali attraverso una maggiore personalizzazione del prodotto, sfruttando il processo di individualizzazione che si era avviato nella società a partire dagli anni 80. Questa nuova visione economica in risposta alla crisi del modello fordista prende il nome di post-fordismo, vediamo nell'immagine alcune delle differenze principali tra i due modelli che rappresentano anche i cambiamenti nella società.

¹⁵ Emiliana Armano; precarietà ed innovazione nel postfordismo, 2010, pag.24

| | Fordismo | Postfordismo |
|---|------------------------------------|---|
| Principio | Razionalizzazione | Adattamento |
| Forma | Rigidità | Flessibilità |
| Dimensione | Gigantismo | Snellimento |
| Esecuzione (tempo) | Sequenzialità | Programmabilità |
| Organizzazione dell'impresa | Gerarchizzazione | Orizzontalità |
| Organizzazione dello spazio | Accentramento | Decentramento (rete) |
| Strategia (sviluppo) | Pianificazione | Reattività |
| Comunicazione tra i livelli (verticale) | Comando (obiettivi di tempo) | Interazione (obiettivi di risultato) |
| Comunicazione tra le parti del sistema (orizzontale) | Standardizzazione dei pezzi | Standardizzazione dei linguaggi |

(Figura 2; tabella confronto tra fordismo e post-fordismo)

Come nell'impresa fordista la razionalizzazione, intesa come rigido controllo del processo produttivo, rappresentava il fulcro della modernità così nell'impresa post-fordista l'adattamento, ovvero la capacità di riorganizzarsi continuamente, rappresentava il fulcro della post-modernità. Al fine di ottenere una maggiore capacità di riorganizzazione, la parola chiave dell'impresa post-fordista non può che essere la flessibilità, questo mostra ancora di più il contrasto con l'impresa fordista dove l'intero processo era molto schematico e caratterizzato da una forte rigidità.

La flessibilità si manifesta particolarmente in tre ambiti:

- flessibilità del prodotto
- flessibilità delle quantità
- flessibilità delle competenze
- della manodopera, flessibile nelle mansioni come nella presenza;
- del prodotto, personalizzandolo grazie all'ampio ricorso a macchine programmabili in grado di modificare i processi di lavorazione e rendere economica la produzione per piccoli lotti; delle quantità produttive, grazie al ricorso al subappalto e alla manodopera impiegata a tempo determinato, che permettono di incrementare o decrementare la produzione con facilità.

In un contesto come questo non c'era più spazio per la burocrazia aziendale molto complessa esistente tra i colletti bianchi, veniva così smantellato il sistema gerarchico di specializzazione dell'industria fordista, veniva ridotto in maniera progressiva il personale e venivano ridotti o costi fissi. Infatti se non si potevano più garantire profitti utilizzando le economie di scala diventava obbligatorio l'abbassamento del punto di pareggio del bilancio ovvero il Break-even point, attraverso appunto una riduzione dei costi fissi. Inoltre non venne smantellato solo l'apparato interno all'azienda ma anche la sua stessa struttura attraverso l'esternalizzazione o *outsourcing*, ovvero spostando la produzione indiretta in altri paesi attraverso il subappalto e limitando la produzione diretta alle attività dove c'è maggiore specializzazione e più alta produttività, il cosiddetto core-business.

Le operazioni interne all'impresa non potevano più essere svolte in maniera rigida, diventava quindi necessario smantellare il sistema di macchine fisso in modo da poter variare la sequenza nelle diverse produzioni a seconda delle trasformazioni del prodotto, che divenivano sempre più frequenti. Tutto ciò fu reso possibile sia dalle nuove tecnologie sia dalla riprogettazione del ciclo completo di produzione tra le diverse aziende. Il passaggio quindi da una serie all'altra doveva essere fatto nella maniera più rapida possibile, per ottenere un nuovo prodotto era necessario quindi riprogrammare sia le linee produttive sia le forniture in tempo reale e questo avvenne grazie all'introduzione delle nuove reti interne ed esterne.

Così la grande fabbrica smetteva di essere il modello su cui basare la produzione e veniva sostituita da un agglomerato di unità produttive di dimensioni più piccole e maggiormente specializzate. La gerarchia funzionale andava così scomparendo mentre le aziende coinvolte nel processo produttivo divenivano cellule autonome di un processo, si potrebbe parlare quindi di un passaggio dalla taylorizzazione delle funzioni interne all'azienda ad una taylorizzazione delle aziende, la cosiddetta "specializzazione flessibile". Queste unità non erano quindi strutturate gerarchicamente ma, come i pezzi di un lego, potevano essere aggregate tra loro in maniera differente e fornire quindi, a seconda della combinazione, prodotti e combinazioni di prodotto differenti. Bisogna però stare attenti a non

fare confusione, l'orizzontalità gestionale non implica che non esista una gerarchia economica sulla cui base le aziende leader del settore ed i grandi marchi non siano in grado di controllare le altre componenti della produzione al fine di ottenere ciò che desiderano.

La tendenza all'orizzontalità ed al decentramento non si limitano all'organizzazione tra le imprese ma anche alla loro organizzazione interna, si passa infatti da una rete gerarchica interna all'azienda che provocava una deresponsabilizzazione del personale subordinato ad una maggiore orizzontalità dei rapporti con conseguente aumento dell'autonomia decisionale. I gruppi di lavoro e l'operaio stesso venivano chiamati a prendere decisioni e venivano loro affidati obiettivi, in questo modo ogni reparto risultava più autonomo e collaborativo con gli altri reparti pur non venendo soppressa la rete gerarchica interna.

Riassumendo possiamo dire che l'industria fordista si basava su grandi investimenti e tempi lunghi di produzione, ciò poteva funzionare solamente in mercato che fosse controllato o quantomeno prevedibile. L'impresa post-fordista invece non si basa sulla pianificazione di lungo periodo ma piuttosto sul reagire alle fluttuazioni del mercato nella maniera più efficiente possibile, perché ciò sia realizzabile l'intero sistema deve essere in grado di capire e reagire alle diverse esigenze in tempo reale. La capacità quindi di saper variare il prodotto e di adeguarsi alle variazioni della domanda diventano il fattore centrale.

1.4.1 Dal toyotismo alla coda lunga

Non è così assurdo affermare che la nascita della produzione snella (lean production) sia stata realizzata per prima da una fabbrica di camion giapponese, la Toyota. Questa impresa infatti per potersi espandere ed uscire dal mercato nazionale decise di produrre automobili personalizzate, di grande qualità e con "zero difetti". Per realizzare questo obiettivo era necessario sia affinare l'organizzazione produttiva in modo da superare gli standard di elevata qualità tedeschi sia snellire il sistema produttivo andandosi così a contrapporre alla produzione di massa attuata in occidente fino a quel momento.

La chiave di questa rivoluzione venne trovata nel processo *just-in-time* il quale non ha solamente rivoluzionato il rapporto con il mercato ma il concetto stesso di produzione. Per poter infatti eliminare le scorte di semilavorati e beni finiti al fine di avere in produzione solamente la quantità necessaria a coprire le ordinazioni è necessario avere la prontezza per poter risolvere i problemi legati alla produzione nel momento in cui si presentano. In questa maniera si eliminano le scappatoie e gli

eventuali rinvii rendendo i flussi produttivi continui e l'organizzazione più efficiente ma rende continuamente impegnati sia il management che i lavoratori.

Con questo nuovo modello si intende ottenere un aumento della produttività attraverso piccole modifiche effettuate in maniera sempre maggiore o attraverso modeste innovazioni, non vi è quindi la necessità di grandi investimenti o l'utilizzo di macchinari costosi. Si va quindi sempre più delineando la sostanziale differenza tra la *lean production* e la *fat production*. Inoltre le singole unità dell'apparato produttivo diventano autonome così da potersi integrare orizzontalmente tra loro, rendendo il tutto più elastico. L'impresa riduce in questo modo i tempi di approvvigionamento dei componenti, di allestimento e di messa in opera dei nuovi set-up, per ottenere uno switch-time, per attraversare il flusso produttivo dall'inizio alla fine. Le scansioni con la crescente interdipendenza dei vari settori diventano via via sempre più rigorose¹⁶.

All'interno del processo lavorativo viene poi ridotta la distanza tra gli organi di comando ed i lavoratori, viene creata una combinazione di risorse tecniche ed umane, viene eliminata la cristallizzazione delle competenze e viene privilegiato il lavoro in team, tutto questo viene poi accompagnato da un costante flusso di informazioni. Le maggiori imprese si occupano in questo contesto di garantire una sicurezza d'impiego anche in tempi di crisi, così da ottenere una produzione elevata ed una cooperazione leale, in più promozioni e premi sono legati più al livello di anzianità che all'effettiva attività svolta. Infine con l'ampliamento delle mansioni i lavoratori sono più interessati ad essere polivalenti dal punto di vista professionale. Il toyotismo riesce ad avere una concezione comunitaria di impresa, con sfaccettature che riprendono la tradizione orientale del confucianesimo, senza tuttavia abbandonare la visione produttiva del taylor-fordismo.

Il modello di T. Ohno ha quindi come fulcro sia la produzione snella, con il modello *just-in-time*, sia la cooperazione lavorativa polifunzionale. Per raggiungere questo traguardo il Paese del sol Levante ha reso paradigmatica l'idea europea, nata negli stabilimenti Bata, secondo cui chi lavora è il cliente di chi viene prima e il fornitore di chi viene dopo, accompagnando il tutto con elevati standard qualitativi che si rifacevano in parte alla teoria della "qualità totale" degli statunitensi E. Deming e J. Juran che però non furono apprezzati a dovere nel loro paese.

Il modello capitalista occidentale comprese la forza di questo nuovo modello d'impresa solo dopo diversi anni, ritenendolo infatti soltanto una copia mal riuscita del modello originale. Quando però negli Stati Uniti le "auto compatte" prodotte al momento dalle case giapponesi iniziarono a conquistare il mercato a discapito delle tre grandi case locali (Ford, General Motors, Chrysler) che

¹⁶ Giuseppe Volpato; concetti e strumenti dell'analisi competitiva internazionale, 2010, Pag.62-64

vedevano la loro produttività diminuire, compresero le reali potenzialità del modello giapponese. Il ritardo nel recepire questa innovazione, secondo uno studio del Massachusetts Institute of Technology, fu dovuta alla miopia dei grandi manager americani; tuttavia dopo lo stupore iniziale negli anni 80 le imprese occidentali hanno iniziato a prendere spunto dal modello giapponese, in particolare sotto gli aspetti organizzativi ed i meccanismi produttivi.

Capitolo 2: La quarta rivoluzione industriale nel processo di globalizzazione

2.1 L'industria 4.0 produzione snella e digital manufacturing

“si passa pertanto dalla scala allo scopo” (A. Chandler, *L'evoluzione dell'impresa*)

Con questa definizione l'economia americana identifica il nuovo trend avviato dalle imprese nella quarta rivoluzione industriale, le imprese infatti si pongono come obiettivo il singolo acquirente per poi arrivare alla massa dei consumatori. Il cliente si ritrova quindi con le proprie scelte a determinare le dinamiche di produzione visto che l'utilità marginale dell'ultima unità di prodotto consumata è stabilita proprio da quest'ultimo¹⁷. L'impresa moderna imperversa quindi in una perenne incertezza e per sopravvivere ha bisogno di essere versatile, flessibile e reattiva come mai lo era stata in passato.

Un'applicazione pratica di questo nuovo modello di impresa è identificabile all'interno del modello just-in-time. Durante questo processo il rappresentante commerciale si occupa di controllare i negozi che necessitano di essere riforniti, dopo di che trasmette ad un calcolatore l'ordine e quest'ultimo si occupa di aggiornare in maniera istantanea i dati riguardanti materiali e componenti. In fine invia questi dati ai reparti, ai servizi, fornitori ed all'amministrazione affinché si occupino di produrre, montare, imballare ed inviare il prodotto alla sua destinazione nel minor tempo possibile¹⁸. La produzione quindi invece di essere spinta dall'alto come nel modello fordista è tirata dal basso.

L'impresa si occupa quindi della gestione dei suoi processi in tempo reale e questo processo coinvolge tutte le sue componenti. Nel post fordismo possiamo dire che il lavoratore si rispecchia nel consumatore e viceversa. Il consumatore poi attraverso scelte differenti determina un'elevata variabilità della domanda portando ad un'innovazione che cambia le basi di mercato dell'industria. Il passaggio quindi dalla produzione di massa (*mass production*) alla produzione snella (*lean production*) è sicuramente uno dei più grandi nella storia economica. La visione di un'impresa capace di essere flessibile dal punto di vista operativo, al fine di rispondere alle continue oscillazioni del mercato, stravolge completamente la precedente visione dell'impresa integrata verticalmente e basata su economie di scala. Le nuove imprese infatti si sviluppano orizzontalmente, diminuendo la loro dimensione media ed aumentando il numero di addetti nelle imprese minori sul totale.

¹⁷ OKpedia; utilità totale e marginale

¹⁸ Luca Beltrametti e Angelo Gasparre; “La manifattura additiva, alcune valutazioni economiche con particolare riferimento all'industria italiana”, Centro Studi Confindustria, 2015, pag.9

Questo è stato possibile grazie al progresso tecnologico delle tecnologie di comunicazione che ha permesso di ridurre il gap competitivo e strutturale con le imprese di grandi dimensioni e favorendo la capacità di essere flessibili dal punto di vista operativo e la capacità di reagire agli shock. Seppur il numero di imprese sul mercato diventa molto ampio, la durata della loro esistenza diventa sempre più breve. Certo il saldo tra le imprese che nascono e quelle che vanno in declino resta positivo, ma il numero di imprese che scompaiono a causa di cessioni, fusioni o acquisizioni aumenta vorticosamente. Esistono micro-imprese che nascono e si sviluppano solo ed esclusivamente per conseguire un obiettivo specifico o per portare a termine un compito, per poi scomparire una volta che questa è stato raggiunto. Confrontandole con le imprese a struttura a ragnatela o snella potremmo considerarle come imprese virtuali vista la loro estrema flessibilità, molte infatti si basano su una manodopera a prestazione ed in alcuni casi la prestazione è una sola nella vita di queste imprese. Inoltre durante il processo di globalizzazione questo nuovo modo di fare impresa si è espanso dal settore manifatturiero privato a tutte le attività economiche. La new economy è caratterizzata perciò da una forte volatilità¹⁹.

Nel contesto attuale caratterizzato dalla necessità di esecuzione rapida ed efficiente prende vita il fenomeno conosciuto come fabbricazione digitale o “digital manufacturing”. Questo fenomeno non è altro che l’evoluzione di una tecnica antecedente di progettazione industriale nota come prototipazione rapida. Quest’ultima era realizzata attraverso un processo di progettazione che permetteva di trasformare un file digitale di tipo vettoriale²⁰ esistente su un supporto informatico in un oggetto in tre dimensioni di tipo solido. Ciò era realizzabile attraverso l’utilizzo della tecnica sottrattiva o tradizionale, che consisteva nel taglio o nello scavo di materiali utilizzando differenti tipi di lavorazione quali tornitura, fresatura e torchiatura. L’innovazione fu apportata dall’ingresso della Tecnica additiva o additive manufacturing, si tratta di una tecnica produttiva che permette di realizzare parti componenti, semilavorati e prodotti finiti aggiungendo e sommando strati successivi di materiale ciò è reso possibile dall’utilizzo di sistemi informatici evoluti che consentono un dialogo tra computer e macchine e una maggiore condivisione di contenuti informativi resa possibile dallo sviluppo della rete internet.

Gli investimenti avviati per lo sviluppo della stampa 3D, della rete internet e la creazione della tecnica additiva ha indotto le imprese a concentrarsi con particolare attenzione sulla prototipazione rapida. Oggi è possibile realizzare oggetti aventi forme sempre più complesse senza l’utilizzo delle classiche

¹⁹ Manuel Castells; The Rise of the Network Society in The Information Age: Economy, Society and Culture, 2000, pag. 147-149

²⁰ Un file di tipo vettoriale contiene un insieme geometriche definiscono una serie di punti, linee, curve ai quali possono essere attribuiti colori e sfumature descritte con grafica vettoriale.

forme di lavorazione tradizionale, la finitura può essere ottenuta semplicemente collegando un pc ad una stampante 3D. tale procedimento inoltre non richiede requisiti particolari a livello di conoscenze professionali e così anche soggetti meno esperti di realizzare componenti o strumenti semplicemente scaricando il file del progetto ed inviandolo alla stampante.

Il grande vantaggio di poter progettare il prodotto autonomamente e di poterlo produrre il loco è rappresentato da un notevole risparmio sui costi di trasporto e da una quasi totale eliminazione degli sprechi, le quantità di materiale impiegate infatti corrispondono esattamente a quelle necessarie. Questa nuova prospettiva ha portato alla creazione di un nuovo filone di analisi che ha come obiettivo un ripensamento sulla localizzazione dei processi produttivi e sulla riorganizzazione di intere realtà aziendali dove in precedenza si era optato, nella logica dell'outsourcing, per una delocalizzazione della produzione finalizzata al risparmio dei costi diretti produttivi (es. MOD) ma che in alcuni casi non aveva un adeguato riscontro a livello qualitativo in termini di prodotto, oggi si rendono necessari nuovi criteri di localizzazione delle imprese che tengano conto della vicinanza al cliente e del collegamento con le aziende produttrici tecnologicamente adeguate per produrre i nuovi progetti. Si crede infatti che con la rivoluzione digitale attualmente in corso vi sarà una codifica per ogni oggetto cosicchè sarà più facile la sua individuazione, riproduzione, modifica e condivisione in rete. All'interno di questo scenario nuove ed assai complesso verrà completamente stravolta la visione dei ruoli, visto che il consumatore potrà essere anche l'ideatore del bene da lui desiderato mentre l'azienda diverrà un mero fornitore di servizi.

2.2 i caratteri della nuova industria: le tecnologie abilitanti

Nel paragrafo precedente abbiamo accennato alla stampa 3d ed alla tecnologia additiva, parlando inoltre del possibile stravolgimento che quest'ultima possa provocare nel modo di concepire l'impresa. Ma la stampa 3d non è l'unico artefice di questo rivoluzionario processo che si sta svolgendo ai giorni nostri, vi sono differenti tecnologie che trovano alla base del digital manufacturing e vengono definite "abilitanti". Esse rappresentano tutta una serie di strumenti che caratterizzano il fenomeno della quarta rivoluzione industriale e dai quali le imprese non possono prescindere se intenzionate a sfruttare integralmente i benefici derivanti da tale fenomeno²¹. Possiamo elencarle come segue:

- *Tecnologie digitali;*
- *Stampante 3D;*

²¹ Klaus Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag. 30-37

- *Internet Of Things (IoT);*
- *Big Data;*
- *Cloud Computing;*
- *Robotica;*

Dobbiamo però menzionare una tecnologia non presente in questa lista poiché ancora in fase embrionale ma che in futuro sarà sicuramente fondamentale, ovvero lo scanner 3D. Lo scanner 3D è l'elemento discriminante rispetto alle altre tecnologie digitali in quanto questo strumento si rende particolarmente necessario qualora si desideri riprodurre un oggetto da uno già esistente ed è proprio questa sua proprietà intrinseca che lo differenzia dalle altre tecnologie in quanto il suo utilizzo impatta solamente sulla progettazione mentre le altre forniscono un'alternativa alla produzione in serie, sia che si tratti di manifattura additiva sia di quella sottrattiva.

2.2.1 la stampa 3D

Nella seconda metà degli anni 80' la stampa 3D ha subito una costante evoluzione grazie alla quale i suoi utilizzi e le sue capacità sono notevolmente aumentate, permettendole di produrre oggetti sempre più complessi e di maggiori dimensioni ed ampliando l'utilizzo di materiali differenti. Lo sviluppo tecnologico inoltre le ha permesso di ridurre sia i costi di acquisizione sia i tempi di produzione, permettendoli di entrare in nuovi settori come valido sostituto alle tecnologie tradizionali. Esistono differenti metodologie di stampa che consentono di ottenere differenti vantaggi e svantaggi, per scegliere la metodologia di stampa ottimale non può prescindere quindi da un'attenta analisi delle differenti tecnologie che si hanno a disposizione nonché del processo alla base che le accomuna.

Il processo che permette la realizzazione di oggetti solidi attraverso l'utilizzo della stampa 3D si articola in tre fasi²²:

- *Modellazione*
- *Slicing*
- *Stampa*

La *modellazione* è la prima fase o fase di acquisizione e consiste nel riportare su un software CAD (computer aided design) i dettagli dell'oggetto, se necessario vengono poi apportate delle modifiche dopo le quali viene creato un file di tipo vettoriale; a questo punto si passa alla fase di *slicing* ovvero alla suddivisione in strati del modello virtuale creato in precedenza, il quale sarà compatibile con il modello in uso di stampante 3D e potrà essere riprodotto in successione da quest'ultima. Arriviamo

²²Alessandro Distefano, Angelo Bongio; Digital Manufacturing: Cogliere l'opportunità del rinascimento digitale, PwC, 2015, pag.14

quindi all'ultima fase ovvero la *stampa* che come abbiamo detto in precedenza presenta diverse metodologie, le più comuni sono²³:

1. *Estrusione*
2. *Fotopolimerizzazione*
3. *Tecnologie granulari*
4. *Laminazione*

L'estrusione è sicuramente la tipologia più utilizzata e diffusa in particolare tra i soggetti che utilizzano la stampante entry-level poiché di più facile implementazione, il processo si basa sul deposito di un filo di materiale parzialmente liquido su vari livelli progressivi, come nel modello CAD, attraverso un ugello caldo (noto come estrusore) e successivamente depositato strato su strato sopra una superficie al fine di ottenere l'oggetto desiderato. Questa tecnologia viene anche comunemente chiamata *Fused Deposition Modelling (FDM)* ed è utilizzata principalmente per produrre strumenti, oggettistica e stampi.

La tecnologia di estrusione permette di utilizzare materiali differenti contemporaneamente (PLA, polimeri vari, ABS, cemento, legno, ingredienti alimentari..) permettendo così di ottenere rispetto ai tradizionali materiali una maggiore robustezza ma allo stesso tempo presenta una serie di difetti:

- Sono possibili imperfezioni nell'adesione fra gli strati
- Vi sono elevati tempi di stampa
- Non sempre le superfici degli oggetti sono lisce
- Vi è un rischio di deformazione

La tecnologia della fotopolimerizzazione consiste nella solidificazione di un polimero liquido attraverso l'esposizione alla luce di un proiettore o di un laser. Caratteristica principale è la possibilità di creare forme geometriche complesse:

- Avente alta risoluzione
- Con un'elevata velocità di stampa
- Con uno scarto di produzione molto ridotto

Questa tecnologia è usata principalmente nell'ambito industriale della produzione di stampi e nell'ambito medico ed odontoiatrico. La fotopolimerizzazione presenta poi varie metodologie:

²³ Alessandro Distefano, Angelo Bongio; Digital Manufacturing: Cogliere l'opportunità del rinascimento digitale, PwC, 2015, pag.16-19

- *Stereolitografia.* È stata la prima tecnologia di fotopolimerizzazione sviluppata; in questo processo la base di appoggio è immersa nella resina liquida e viene attraversata da un raggio ultravioletto (modello 3D) che indurisce il materiale e concorre a formare così il primo strato. Successivamente questo strato viene abbassato, rimandando sempre nella resina, e diventa la base di appoggio per il successivo strato. Questa tecnica permette di utilizzare materiali quali resine, plastica ignifuga, termoplastica, plastica simile alla gomma e trova applicazioni in vari modelli, nei prototipi e negli stampi per la produzione. Ha come vantaggi un'altra risoluzione, un'elevata qualità della superficie dell'oggetto e la stampa di geometrie complesse; mentre tra gli svantaggi vi è un aumento della fragilità del materiale col passare del tempo e la necessità di strutture per il supporto e per la post produzione.
- *Digital Light Processing.* Questa tecnologia è molto simile alla *stereolitografia*, differenziandosi da quest'ultima per la fonte di luce; utilizza infatti un proiettore DLP avente al suo interno dei microscopici specchi (DMD) che ruotano e proiettano la luce su una lente, poi attraverso il controllo sull'orientamento degli specchi è possibile proiettare un'immagine molto nitida. Tra i materiali più utilizzati vi sono fotopolimeri vari, plastica, polimeri di base per cera e questa tecnica viene utilizzata per apparecchi acustici ed applicazioni nel campo odontoiatrico. Ha come vantaggi un'elevata velocità di stampa, un'alta risoluzione, ampia disponibilità di materiali colorati ed una riduzione degli scarti; mentre ha come svantaggio la necessità di strutture per il supporto e per la post produzione.
- *Two photon polymerization.* Attraverso l'utilizzo di un laser a luce pulsata come fonte di energia può solidificare i diversi strati dell'oggetto in maniera accurata. Viene utilizzata principalmente su materiali biologici o resine fotosensibili. Tra i vantaggi presenta un'alta precisione nei dettagli ed un'alta definizione, inoltre permette di stampare oggetti di dimensioni molto piccole in maniera rapida. Ha come svantaggi il fatto che debba essere utilizzata con strutture di supporto e di post produzione. Questa tecnologia trova il suo maggiore utilizzo nei circuiti microelettronici, nelle strutture biomediche e nella strumentazione medica (es. micro-ago per la somministrazione).

La tecnologie granulari sono caratterizzate da un processo nel quale un materiale di tipo granulare viene steso su un letto di supporto e successivamente fuso in maniera accurata fino alla formazione di un oggetto solido. Pur essendo molto simili alle tecnologie precedenti sono tuttavia caratterizzate da un costo inferiore. Vengono applicate principalmente nei settori medico, aerospaziale ed automotive. Presentano diverse tecniche di stampa:

- *Blinder Jetting*. In questo processo è presente una piattaforma come base d'appoggio, quest'ultima viene poi ricoperta dalla polvere del materiale che desideriamo utilizzare e sopra viene depositato un collante secondo il modello CAD andando così a formare uno strato. In seguito la piattaforma viene abbassata e poi ricoperta da un altro strato di polvere ed il procedimento si ripete fino a che l'oggetto non raggiunge la forma desiderata. Il processo si conclude con l'essiccazione dell'oggetto ottenuta inserendolo in un forno. Vengono utilizzati vari materiali come ceramiche, metalli, sabbia, vetro e polveri. Non necessita di strutture di supporto, permette di stampare con più colori ed ha una velocità elevata. Gli oggetti tuttavia possiedono una minor resistenza rispetto alle altre tecniche granulari e necessita invece di strutture post produzione. Utilizzato principalmente per prodotti artistici, per prototipi e per la stampa di oggetti di metallo.
- *Selective Laser Sintering*. Anche questa tecnica presenta una piattaforma di appoggio la cui superficie viene ricoperta con la polvere del materiale scelto. Un laser colpisce poi la superficie sintetizzando accuratamente le particelle ed il materiale viene così fuso in parte, le molecole si aggregano e concorrono così alla formazione di uno strato, la piattaforma viene quindi abbassata ed il procedimento si ripete nuovamente, il tutto avviene in una camera di stampa sigillata dove la temperatura è tenuta poco al di sotto del punto di fusione della polvere. In questo processo possono essere utilizzati il vetro, il nylon, il titanio, l'alluminio, la sabbia e la ceramica. Non necessita di strutture di supporto, può essere controllata in maniera accurata la porosità dei materiali, possono essere stampati oggetti con forme complesse ed i materiali hanno un'elevata resistenza. È tuttavia necessario molto tempo per il raffreddamento ed inoltre impedisce di ottenere un'alta risoluzione. Questa tecnica viene utilizzata per generici prodotti di plastica.
- *Selective Laser Melting*. Questa tecnica è molto simile al *Selective Laser Sintering* ma si differenzia perché il materiale non viene fuso in parte ma completamente. Vengono quindi utilizzati solo metalli puri poiché il punto di fusione deve essere quanto più preciso possibile. Viene utilizzata principalmente per impianti ortopedici e per componenti nel settore aerospaziale. Permette di ottenere forme complesse ma il tempo di raffreddamento è molto elevato.
- *Directed Energy Deposition*. Questa tecnica si basa sull'utilizzo di un braccio meccanico dal quale possono essere emessi un laser, un fascio di elettroni, un gas ionizzato. Seguendo poi il

modello CAD grazie a questa energia vengono riscaldate le zone colpite, sopra le quali viene depositata la polvere del materiale da utilizzare. Queste polveri vengono emesse da un ugello con alimentazione a ciclo continuo, una modalità che permette di cambiare il materiale da utilizzare in maniera molto semplice, in questo modo possono essere prodotti oggetti aventi una struttura interna complessa e con proprietà fisiche non ottenibili attraverso l'utilizzo di tecniche tradizionali. Oltre a produrre nuovi oggetti con questa tecnica possono essere riparati oggetti già esistenti, infatti uno dei principali utilizzi di questa tecnica è nell'ambito della riparazione di attrezzatura meccanica. I materiali che possono essere utilizzati sono il nickel, il rame, il cobalto, l'acciaio, l'alluminio ed il titanio.

- Per ultima abbiamo la tecnologia di laminazione o *Laminated Object Manufacturing* che consiste nel sovrapporre dei fogli e successivamente nell'intagliarli. Utilizza materiali a basso costo e gli scarti possono essere riciclati durante la lavorazione.

2.2.2 Internet of things

Internet of Things è un termine che venne coniato da un ricercatore del MIT, Kevin Ashton, per definire tutti gli oggetti che sono connessi ad internet. Difatti negli ultimi anni una riduzione dei costi dell'hardware ed una capacità di elaborazione dei dispositivi in costante crescita permettono ad un numero sempre maggiore di oggetti e luoghi della nostra quotidianità di essere connessi alla rete. Questi oggetti permettono lo scambio di dati ed informazioni avvicinando sempre di più il mondo virtuale a quello reale e viceversa, possiamo dire che abbiano ottenuto un ruolo attivo nella nostra quotidianità e potremmo per questo definirli dotati di "intelligenza"²⁴. Molti esperti concordano ormai che questa innovazione otterrà sempre più rilevanza nel futuro prossimo, avremo quindi oggetti sempre più intelligenti ad un prezzo sempre più competitivo, che favoriranno una maggiore comunicazione ed un sempre più veloce accesso ad internet, con una capacità di elaborazione dati sempre maggiore²⁵.

Al giorno d'oggi già svariati miliardi di oggetti sono connessi utilizzando questa nuova tecnologia e secondo una ricerca condotta su 800 manager dal "Global Agenda Council on the Future of Software and Society", per l'89% degli intervistati avremo mille miliardi di oggetti interconnessi entro il

²⁴ Luigi Atzoria, Antonio Ierab, e Giacomo Morabitoc; The internet of things: A survey. In Computer Networks, 2010, volume 54, pag. 2787-2805.

²⁵ Klauss Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.24-25

2025²⁶. Nonostante ciò è molto difficile dare un riscontro pratico sull'impatto che hanno avuto nella vita quotidiana delle persone poiché quest'ultime molto spesso non sanno di avere un oggetto riconducibile all'*internet of things*, pur utilizzandolo magari quotidianamente. Possiamo però dire che questa nuova tecnologia si sta diffondendo sempre più rapidamente in ambiti sempre differenti e che le sue potenzialità sembrano attualmente infinite.

Uno studio condotto da Cambridge (USA) ha mostrato come l'applicazione di sensori sugli animali permetta di monitorare con accuratezza sia il loro comportamento sia il loro stato di salute²⁷. In particolare ha mostrato come applicando dei sensori sui capi di bestiame questi riescano a scambiarsi informazioni utilizzando la rete di telefonia cellulare e riescano a fornire dati sulla condizione degli animali in tempo reale indipendentemente dalla loro posizione geografica. All'interno delle città sappiamo che applicando un sensore ad un lampione questo non solo controlla il corretto funzionamento ma è in grado di rilevare la presenza di persone attivandosi al passaggio di essere. Allo stesso tempo è in grado di rilevare e trasmettere informazioni riguardo la temperatura e la qualità dell'aria.

Parlando con termini profani possiamo definire l'*internet of things* come delle nuove tecnologie che permettono agli oggetti facenti parte del mondo circostante di essere connessi ad internet con l'obiettivo di controllare, monitorare e riportare informazioni che verranno utilizzate in futuro. Più aumenta il numero di oggetti ed apparati in grado di connettersi alla rete e più aumenteranno i dati che dovranno essere analizzati e maggiore sarà il numero di applicazioni da sviluppare. Risulta quindi evidente che l'ingresso in questo mercato in continua crescita rappresenti una grande opportunità ed ha già attirato l'interesse di società appartenenti al settore delle telecomunicazioni, dei system integrator e dalle società di consulenza, ma il numero di imprese e di settori che andranno ad investire in questo settore è appunto destinato ad aumentare.

La società di consulenza McKinsey ha svolto delle ricerche²⁸ sulla base delle quali ha ipotizzato che i settori economici che potranno ottenere i maggiori vantaggi sono quelli basati su attività ripetitive (es. la logistica), in particolar modo le imprese che operano nel B2B nelle fasi di produzione, distribuzione, gestione delle risorse. Risulta quindi evidente che la capacità di far collaborare tra di loro diversi sistemi è alla base della creazione del valore, ad esempio la compagnia di assicurazione

²⁶ World Economic Forum, Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015

²⁷ Kevin Mayer, Keith Ellis, Ken Taylor; Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks, Proceeding of the Communication and Computer Networks Conference, Cambridge, MA, USA, 2004.

²⁸ James Manyika, Michael Chui, Peter Bisson, Jonathan Woetzel, Richard Dobbs, Jacques Bughin, Dan Aharon; Unlocking the potential of internet of things, McKinsey, giugno 2015

Aetna sta cercando di sviluppare dei sensori da inserire all'interno dei tappeti che permettano di rilevare qualsiasi variazione nell'andatura di un soggetto, in modo da poter anticipare un eventuale infarto inviando informazioni ad una struttura ospedaliera²⁹.

Con i dati attualmente a nostra disposizione possiamo individuare tre macro categorie di conseguenze apportate dall'*internet of things*, positive, negative, conseguenze ancora non note o con aspetti sia positivi che negativi³⁰.

Aspetti positivi:

- Aumento della produttività
- Aumento dell'efficienza nell'utilizzo delle risorse
- Minor impatto sull'ambiente
- Migliore qualità della vita
- Riduzione dei costi per la fornitura dei servizi
- Maggior trasparenza relativamente all'uso e lo stato delle risorse (es. EATON corporation realizza sensori ad alta pressione per pompe che possono percepire il momento in cui queste stanno per logorarsi, evitando possibili incidenti e portando ad un risparmio dei costi relativi ai tempi di inutilizzo di tutti questi dispositivi che utilizzano queste pompe).
- Sicurezza (aerei, cibo)
- Efficienza (logistica)
- Maggiore domanda di spazi di archiviazione e banda larga
- Cambiamento del mercato del lavoro e delle competenze richieste
- Creazione di nuove aziende
- Possibilità di avere dispositivi rigidi che forniscano informazioni in tempo reale attraverso reti di comunicazione tradizionali
- Realizzazione di prodotti che possono essere connessi digitalmente
- Possibilità di usufruire di servizi digitali che sono complementari di un determinato prodotto

²⁹ Michael J. Lewis Senior, Dickie Oliver, Michael Palmer, Geir Ramleth, Christian Reilly, Christopher Rezendes, Chris Satchell, Andreas Wagner, Matthew Zelesko Senior; *The internet of Things: the opportunities and challenges of interconnectedness*, 2014, pag. 8-12

³⁰ Klaus Schwab; *la quarta rivoluzione industriale*, 2016, pag.167

- Accesso ai cosiddetti “gemelli virtuali” , ovvero alle rappresentazioni digitali di un prodotto fisico, che forniscano informazioni precise ai fini di monitoraggio, del controllo e delle implicazioni di un determinato bene.
- Trasformazione dei gemelli virtuali in elemento attivo nei processi aziendali, informativi e sociali
- Possibilità per gli oggetti fisici di percepire a pieno l’ambiente circostante, agendo o reagendo in maniera autonoma
- Nuove conoscenze attraverso la connessione di oggetti intelligenti

Aspetti negativi:

- Minor privacy
- Perdita di posti di lavoro per soggetti poco qualificati
- Rischio di attacchi informatici, minore sicurezza (es. dei sistemi di protezione)
- Livelli più alti di complessità e perdita del controllo

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive che negative:

- Cambiamenti nel modello di impresa: uso ed affitto del bene anziché proprietà dello stesso (gli strumenti informatici considerati come servizi)
- Impatto del valore dei contenuti sul modello di impresa
- Possibilità per ogni azienda di realizzare un’applicazione
- Nascita di nuove aziende nell’ambito della commercializzazione di dati
- Cambiamenti in merito a come si concepisce la privacy
- Dislocazione capillare delle infrastrutture per usufruire delle tecnologie d’informazione
- Automazione del lavoro cosiddetto cognitivo (analisi, valutazione, diagnosi)
- Conseguenze di una potenziale “Pearl Harbor digitale” (hacker e terroristi potrebbero paralizzare le infrastrutture, impedendo l’approvvigionamento di cibo, carburante ed energia elettrica per settimane)
- Tassi di utilizzo più elevato (es. relativamente a veicoli, automobili, dispositivi, strumenti ed infrastrutture)

Mentre per quanto riguarda la situazione italiana dell'Internet of Things possiamo individuare tre tipi di ambiti applicativi: applicazioni consolidate, applicazioni sperimentali ed applicazioni embrionali³¹.

- Applicazioni consolidate: attualmente in Italia sono le più riuscite e le più diffuse, sono quelle che trovano applicazione immediata e sono molto semplici, come ad esempio la videosorveglianza e la sicurezza nelle *smart home* con l'obiettivo di controllare o evitare intrusioni illecite. Altri esempi possono essere la tracciabilità di oggetti di valore o il monitoraggio del traffico nelle *smart city*. Queste applicazioni essendo di facile gestione ed applicabili immediatamente hanno una capacità di diffusione più rapida ma proprio a causa della loro semplicità posseggono capacità limitate rispetto alle potenzialità dell' *Internet of Things*. Rappresentano meglio il nuovo paradigma soluzioni come gli *smart meeting* (contenitori intelligenti) che permettono di misurare i consumi, le soluzioni domotiche, la sicurezza delle persone, i servizi di infomobilità e la registrazione dei parametri di guida; queste applicazioni hanno una diffusione più lenta ma col passare degli anni si sta sviluppando sempre di più anche grazie all'enorme valore che potranno avere in futuro. Affinché il processo di diffusione diventi più rapida sarà però necessario un impegno maggiore da parte delle imprese nel ridefinire i loro rapporti e le loro strategie di comunicazione con la clientela.
- Applicazioni sperimentali ed embrionali: queste applicazioni sono classificate nell'ambito delle tecnologie RFID utilizzate all'interno della supply chain, pur essendo una delle risorse principali dell'Internet of Things in Italia la loro diffusione procede a rilento a causa dell'incapacità di collaborare degli attori che si trovano all'interno della stessa filiera. Un identico problema può essere riscontrato per quanto riguarda le tecnologie che riguardano gli IoT per la salute e la medicina (eHealth), ad esempio basta pensare all'utilizzo del telemonitoraggio dei pazienti che permetterebbe di ridurre drasticamente i costi ospedalieri; obiettivo attualmente non raggiunto a causa dello scarso impegno della pubblica autorità competente nello svolgere investimenti a lungo termine. Più in generale il problema con la diffusione degli IoT è dovuto ad un problema di tutela della privacy, la loro capacità di elaborare dati a distanza e trasferirli utilizzando connessioni remote se non effettuate con trasparenza possono creare un danno alla sicurezza personale; eppure le applicazioni pratiche che abbiamo avuto fino ad oggi di queste tecnologie non mostrano problematiche di questo tipo. Lo smart Manufacturing ad esempio ha permesso la creazione di un sistema dove tutti gli oggetti all'interno della fabbrica sono tra loro connessi ed ha sviluppato al meglio l'utilizzo della robotica ed dell'automazione senza recare danni alla privacy dei dipendenti. Anzi la

³¹ Mauro Bellini; Internet of Things: gli ambiti applicativi in Italia, Industry 4.0, novembre 2016

creazione di reti intelligenti ha permesso una riduzione degli errori ed un aumento dell'efficienza nelle modifiche degli schemi di produzione, grazie alla maggior capacità di assorbire gli input esterni e di inserirli correttamente all'interno della catena di montaggio. Lo sviluppo di questo nuovo sistema permetterà la creazione di un "design orientato ai servizi" dove i consumatori possono sfruttare le risorse della fabbrica per creare oggetti a loro congeniali ed dove le imprese che producono beni individuali possono ampliare la loro gamma in maniera infinita.

2.2.3 *Big Data, Cloud Computing e Robotica*

Nella storia dell'uomo mai come in questo Periodo abbiamo a disposizione una così grande quantità di dati, relativi non solo alle conoscenze ma anche alle persone e con il passare del tempo riusciamo sempre meglio a comprenderli e gestirli. Si ipotizza che entro il 2025 i governi smetteranno di utilizzare le fonti tradizionali per la raccolta di informazioni ed inizieranno ad utilizzare i *big data* e le tecnologie a loro associate, in modo da ottenere programmi automatizzati e da così da poter fornire ai cittadini servizi più efficienti ed innovativi³². L'utilizzo sempre maggiore di dati di grandi dimensioni creerà nuove opportunità lavorative in molti campi, dalle banche ai media alle telecomunicazioni, al sistema sanitario, a quello manifatturiero ed a quello del commercio e questo grazie a statistiche sempre più accurate riguardo i trend del mercato ed i comportamenti delle imprese.

Quando saremo in grado di sfruttare l'immenso potenziale dei big data al massimo i processi decisionali diverranno migliori e più rapidi in numerosi settori e nei più diversi campi di applicazione. Infatti rendendo le decisioni automatizzate è possibile ridurre il livello di complessità burocratica così da permettere alle aziende ed alle istituzioni di fornire ai cittadini servizi e supporto in tempo reale riguardo ad ogni necessità. Già oggi diverse aziende ricorrono all'utilizzo dei big data e degli open data per non farsi travolgere dal contesto economico in cui si trovano e che in continuo mutamento. Per le imprese comprendere al meglio i dati che si posseggono è l'unico modo per crescere ed avere un'alta occupazione; nel futuro quindi sia gli investimenti in nuovi modelli di business sia le nuove politiche della pubblica amministrazione che verranno effettuate, saranno determinate sempre più dai data scientist e da servizi di business intelligence, in grado di analizzare sia il contesto macroeconomico in cui lavora l'impresa³³.

³² World Economic Forum, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015*

³³ Klaus Schwab; *la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.175*

L'utilizzo dei big data nel processo decisionale comporta grandi rischi ma allo stesso tempo grosse opportunità, per questo diventa quasi obbligatorio riuscire a creare un sistema efficiente e credibile riguardo alle informazioni ed agli algoritmi utilizzati. Affinché ciò sia possibile è necessario che i cittadini ripongano la loro fiducia in questo nuovo sistema, superando i loro dubbi relativi alla privacy ed alla determinazione delle responsabilità, le istituzioni devono quindi creare nuove linee guida sia nel processo produttivo che nei contesti normativi per evitare conseguenze impreviste.

La raccolta di grandi quantità di informazioni sta già sollevando alcune sfide importanti, come sviluppare disegni di ricerca innovativi in una vasta gamma di argomenti, contribuire alla misurazione in tempo reale di statistiche economiche aggregate e adottare nuovi metodi statistici predittivi che possano integrare le tradizionali tecniche econometriche, sviluppare adeguate capacità di gestione e di programmazione dei dati, così come progettare approcci per analizzare su larga scala set di dati relativamente non strutturati.

Proviamo quindi ad analizzare nel dettaglio le conseguenze, positive e negative, che stanno avendo e che avranno nel mercato del lavoro³⁴:

Conseguenze positive:

- Processo decisionale migliore e più veloce
- Maggiori possibilità di prendere decisioni in tempo reale
- Dati accessibili liberamente che favoriscono l'innovazione
- Opportunità lavorative per gli avvocati
- Minori livelli di complessità e maggiore grado di efficienza per i cittadini
- Risparmio economico
- Creazione di nuovi profili professionali

Conseguenze negative:

- Perdita di posti di lavoro
- Questioni inerenti alla privacy
- Attribuzione della responsabilità
- Affidabilità
- Conflitti in merito agli algoritmi

³⁴ *Klauss Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.176-177*

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative:

- Rischio di profilazione
- Cambiamenti all'interno dell'entità aziendali, giuridiche e di regolamento

Questa sempre crescente necessità di ottenere più memoria, maggiore flessibilità e velocità di calcolo trova la sua soluzione nel *Cloud Computing*, termine con il quale identifichiamo un insieme di tecnologie in grado di utilizzare i software e gli hardware disponibili nella rete per elaborare, memorizzare ed archiviare dati. Queste tecnologie si rivolgono alla distribuzione in rete dei servizi, la semplice scalabilità dell'infrastruttura, la maggiore affidabilità e continuità del servizio e l'erogazione in tempi molto rapidi di nuove risorse di calcolo e memorizzazione, attraverso l'utilizzo di uno o più server nei quali è presente un software che dispone di capacità di calcolo e memorizzazione, i dati vengono così immagazzinati e trasferiti automaticamente su tutti i server disponibili con la possibilità di aggiungerne dei nuovi per aumentare la capacità di memoria. Nel dettaglio possono essere riassunti così i vantaggi del *cloud computing*:

- *Minori costi*: il sistema cloud permette di avere in outsourcing anche l'hardware virtuale, garantendo minori costi per le aziende e riducendo il capitale immobilizzato, in quanto non è richiesto nessun investimento né la creazione di spazi per il collocamento. Garantisce inoltre una riduzione dei costi del personale a gestione del sistema IT e non sono necessari né gli aggiornamenti di routine né si devono supportare i costi derivanti da guasti o rotture poiché l'affidabilità e la potenza di questi sistemi è di gran lunga superiore rispetto a quelle dei sistemi PMI.
- *Maggiore tempestività ed affidabilità*: poiché le problematiche e le necessità di sistema si conoscono solo nel momento in cui si verificano, un sistema flessibile e con grandi risorse come il cloud permette alle aziende di poter gestire eventuali problemi in modo rapido ed efficiente
- *Minori rischi*: essendo i *data center* installati all'interno di strutture provviste di controllo accessi e che possiedono un hardware ridondato che garantisce una minore o nulla probabilità di perdita dei dati sono più sicure dei normali server aziendali.
- *Maggiore velocità*: i data server sono posizionati all'interno delle *server farm*, ovvero bande di dati con elevatissime capacità, questo garantisce un'elevata velocità di esecuzione alla richiesta dati che le normali linee aziendali non sono in grado di offrire.

Concludiamo il paragrafo parlando della robotica. Riprendendo la ricerca del “ Global Agenda Council on the Future of Software and Society” per l’86% dei manager intervistati entro il 2025 avremo il primo farmacista robot³⁵, questa nuova “scienza” si sta sviluppando sempre più velocemente in tutti i settori, dall’agricoltura all’industria, dalla manifattura al dettaglio ai servizi. Secondo la Federazione Internazionale della Robotica oggi sono impiegati in attività lavorative oltre 1 miliardo di robot, in particolare nel settore automobilistico svolgono l’80% del processo³⁶. L’utilizzo dei robot ad oggi garantisce una migliore efficienza ed una maggiore velocità nella produzione nonché precisione nel raggiungimento degli obiettivi aziendali³⁷.

Conseguenze positive:

- Benefici per la filiera produttiva e logistica
- Maggior tempo libero
- Migliori condizioni di salute
- Maggiori possibilità di accesso ai materiali

Conseguenze negative:

- Perdita di posti di lavoro
- Responsabilità
- Norme sociali determinate in base alle esigenze del momento, con fine dell’orario lavorativo di 8 ore e servizi fruibili 24 ore al giorno
- Rischio di attacchi informatici

2.3 Il ruolo dell’economia della conoscenza: l’intelligenza artificiale

Negli ultimi decenni si è sviluppata una nuova tematica riguardante l’economia della conoscenza. Questo tema riprende il tema sviluppato durante il post-fordismo dell’informazione che si è poi evoluto fino a raggiungere il concetto di “conoscenza” di cui trattiamo ai giorni nostri. Questo processo è stato raggiunto grazie agli investimenti fatti nell’istruzione che hanno portato ad avere lavoratori sempre più qualificati, questo ha poi portato ad un sempre più rapido sviluppo delle

³⁵ World Economic Forum, Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015

³⁶ Will Knight; “this robot could transform manufacturing”, MIT Technology Review, 18 settembre 2012

³⁷ Klaus Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.186-187

tecnologie di informazioni e di comunicazione. Gli economisti concordano che la conoscenza è fondamentale per la crescita delle imprese in quanto nell'attuale mercato sono presenti processi di informazione permanente che necessitano di investimenti nei sistemi di accesso all'informazione commerciale, tecnologica e legale; sono inoltre necessarie procedure di coordinamento complesse nella ricerca, sviluppo e progettazione. Tutto ciò richiede un alto livello di formazione, capacità di adattarsi e di essere flessibili.

Diventa quindi fondamentale all'interno della "quarta rivoluzione industriale" comprendere le dinamiche della *knowledge economics*³⁸ e le relazioni con l'economia tradizione così da poter creare una "nuova teoria della crescita", viviamo infatti in un'epoca dove l'informazione viene codificata e trasmessa attraverso tecnologie di comunicazione che la rendono accessibile in ogni parte del globo, siamo di fronte alla così detta "società dell'informazione". I lavoratori sono portati ad acquisire nuove competenze in modo da adattarsi ai continui cambiamenti apportati dall'innovazione, cambiamenti per quanto riguarda processi, prodotti e servizi; la comprensione del funzionamento di questi cambiamenti tecnologici richiede una sempre maggiore diffusione dei "sistemi nazionali di innovazione" e una maggiore diffusione delle reti della conoscenza, siamo di fronte alla nascita della *learn economy* (economia dell'apprendimento). Questi nuovi paradigmi che vengono a formarsi ci costringono a porci nuove domande sulle possibili conseguenze dell'innovazione sull'occupazione, al ruolo dei governi nell'assicurare lo sviluppo e il mantenimento della base di conoscenza necessaria ad una crescita sostenibile, alla gestione democratica dell'accesso alla conoscenza, alla tutela della riservatezza e alla garanzia della qualità della conoscenza prodotta e diffusa.

I cambiamenti che verranno apportati dall'economia della conoscenza sul lavoro possono essere raccolti in due concetti chiave:

- *L'automazione dei processi produttivi*: un sempre maggiore inserimento nel mondo del lavoro di processi automatizzati ed informatizzati ci pone il quesito su che fine faranno concetti quali la centralità della persona, dell'apprendimento e dell'applicazione dell'intelligenza e della creatività al lavoro e all'organizzazione, come pure a prodotti, servizi e processi produttivi e, in generale se vi sarà o no un miglioramento delle condizioni di lavoro.
- *Il capitale umano*: ovvero l'accumulazione di saperi, esperienze e competenze da parte di lavoratori e imprese, che sono diventati i fattori chiave per assicurare la solidità e la

³⁸ Leonello Tronti; *Economia della conoscenza, innovazione organizzativa e partecipazione cognitiva: un nuovo modo di lavorare*, 2015, pag.2

sostenibilità delle imprese, e, quindi, per la sostenibilità degli stessi livelli di occupazione e di benessere³⁹.

Prima di parlare dell'automazione e di introdurre il concetto di *intelligenza artificiale* spendiamo qualche parola sul concetto di capitale umano. Ancora oggi la stessa definizione di “capitale” viene vista da alcuni economisti con un'accezione negativa dove l'uomo viene paragonato ad un oggetto, più precisamente una merce, diventando quindi uno strumento di produzione a cui è attribuito un valore di mercato. In realtà l'introduzione dello studio dell'uomo e del suo operato anche nel campo economico non limita il suo ruolo all'interno dell'intero sistema, ma gli permette di comprendere al meglio i meccanismi del suo operato così da poter cogliere al meglio nuove opportunità e sopperire rapidamente a problematiche da lui causate. Con il progressivo svilupparsi dell'economia della conoscenza il concetto di “capitale umano” sta assumendo sempre più il ruolo di parola chiave della politica economica ed educativa, nonché nell'ambito della gestione del lavoro.

“Ma il concetto non è che un'astrazione tecnica, una metafora economicista, la suggestiva allusione ad una realtà potente ma dai lineamenti sfuggenti. La metafora economicista del capitale umano si fonda infatti sul riconoscimento che i risultati del lavoro umano di regola eccedono i costi della sua preparazione; e che il progresso socioeconomico, tanto delle nazioni quanto degli individui e delle imprese, è prodotto proprio da questa eccedenza, al punto che quanto maggiore è la cura nella preparazione del lavoro, tanto migliori saranno i suoi risultati” (Economia della Conoscenza, Tronti)

Un'altra definizione più accurata che potremmo utilizzare per definire il concetto di “capitale umano” ci viene fornita dall'OCSE⁴⁰ il quale definisce il “capitale umano” come un insieme di “conoscenze, abilità, competenze e attributi degli individui che facilitano la creazione di benessere personale, sociale ed economico”. Da questa definizione si può evincere chiaramente come sia tanto inappropriato quanto scorretto definire il capitale umano come una mercificazione dell'uomo.

L'intelligenza artificiale è in grado di memorizzare una serie infinita di situazioni già avvenute al fine di prendere la decisione migliore per le azioni future, in modo da rendere situazioni complesse semplici, veloci ed automatiche, raggiungendo soluzioni concrete basandosi su dati ed esperienze realmente avvenute. Si stima che entro il 2025 avremo all'interno di un consiglio di amministrazione la prima macchina dotata di intelligenza artificiale⁴¹, già oggi infatti possiamo assistere ad alcuni casi come quello della Deep Knowledge Ventures, un fondo di Ventures Capital che opera nel settore

³⁹ Leonello Tronti; Economia della conoscenza, innovazione organizzativa e partecipazione cognitiva: un nuovo modo di lavorare, 2015, pag.3-5

⁴⁰ OCSE 2001

⁴¹ World Economic Forum, Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015

delle neuroscienze e della medicina rigenerativa con sede ad Hong Kong, che ha nominato un algoritmo dotato di intelligenza artificiale membro del consiglio di amministrazione. Altro caso interessante è quello del ConceptNet4, un sistema digitale dotato di intelligenza artificiale per l'elaborazione delle lingue. Questo sistema ha recentemente superato un test di lingua con un punteggio superiore a quello che conseguirebbe un bambino di 4 anni e la versione più aggiornata potrà competere con un bambino di 5-6 anni⁴², nonostante 3 anni non fosse in grado di competere neanche con un neonato.

Conseguenze positive⁴³:

- Decisioni razionali e realizzate sulla base di dati
- Eliminazione della cosiddetta “esuberanza irrazionale”
- Ripensamento dei processi burocratici datati
- Aumento dei posti di lavoro e dell'innovazione
- Entusiasmo ed indipendenza
- Nuove scoperte nell'ambito medico

Conseguenze negative:

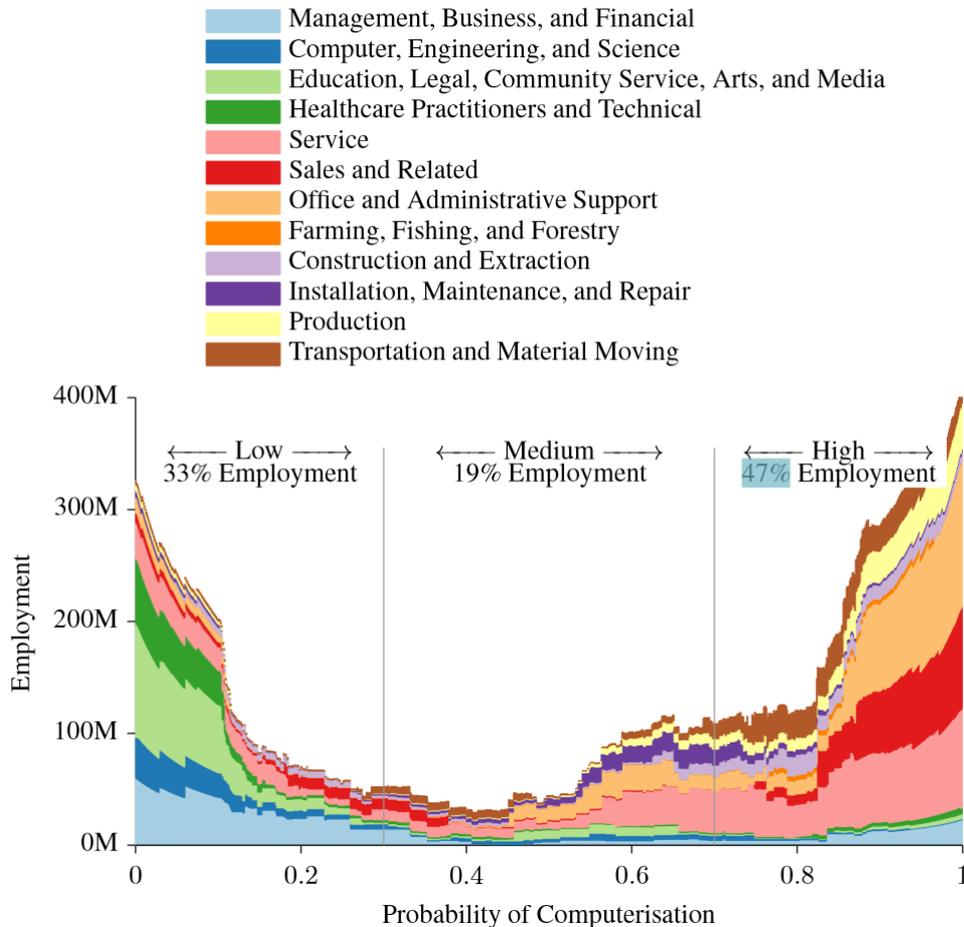
- Responsabilità
- Perdita di posti di lavoro
- Crimini informatici
- Poca chiarezza
- Aumento delle disuguaglianze
- Rischio di violazione degli algoritmi
- Minacce all'esistenza dell'umanità

Un'altra analisi interessante può essere svolta sulle mansioni nelle quali viene e verrà impiegata l'intelligenza artificiale. La capacità di quest'ultima di combinare processi ed automatizzare modelli le permette di essere utilizzata all'interno delle grandi organizzazioni per funzioni differenti. Un preoccupante studio della Oxford Martin School sulle attività lavorative che rischiano di venire automatizzate con lo sviluppo della robotica, ipotizza che nei prossimi 10 o 20 anni il 47% dei lavori svolti in America verrà automatizzato⁴⁴.

⁴²Stellan Ohlsson, Robert H. Sloan; Verbal IQ of a Four-Year Old Achieved by an AI System, New scientist review, gennaio 2013

⁴³ Klaus Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.180

⁴⁴ Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne; The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerization?, 2013, pag.38



(Figura 3; grafico sulle probabilità di computerizzazione del lavoro, fonte: Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne; The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerization?)

Una dimensione pratica e già attuale di questa rivoluzione la osserviamo con il sistema Watson⁴⁵, progettato da IBM e divenuto famoso inizialmente grazie al programma TV *jeopardy!*. Il sistema è in grado di diagnosticare un cancro ai polmoni con una precisione pari al 90%, mentre l'uomo ha un accuratezza del 50%. Questo è dovuto al fatto che il sistema è in grado di elaborare una quantità enorme di dati in maniera rapida mentre ad un dottore per analizzare tutti i dati in media servirebbero 160 ore a settimana.

Conseguenze positive⁴⁶:

- Riduzione dei costi
- Aumento dell'efficienza

⁴⁵Erik Sherman; 5 white-collar jobs robots already have taken, Fortune, 25 febbraio 2015

⁴⁶ Klaus Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.182

- Promozione dell'innovazione, opportunità per le piccole aziende e start up.

Conseguenze negative:

- Perdita di posti di lavoro
- Responsabilità
- Cambiamenti in termini di divulgazione di informazioni giuridiche e finanziarie ed aumento dei rischi in tal senso
- Automazione dei lavori

Capitolo 3: l'evoluzione del sistema industriale attuale

3.1 verso quali sviluppi dell'industria ad alta intensità di capitali

“La locuzione ad intensità di capitale o capital intensive indica quelle imprese in cui si utilizzano per la maggior parte immobilizzazioni per lo svolgimento del processo produttivo, e nelle quali il ruolo e l'importanza della mano d'opera risulta secondario”. (glossario finanza)

Il processo di globalizzazione e l'apertura dei mercati ha aperto la competizione mondiale anche tra le imprese ad alta intensità di capitale, le imprese europee impegnate nella produzione di acciaio, cemento, sostanze chimiche, alluminio, ceramica, fertilizzanti, carta si trovano a dover competere con industrie presenti in altre parti del mondo che godono di prezzi energetici minori e di misure di sostegno pubblico. Caratteristica delle industrie ad alta intensità di capitali è la loro vulnerabilità ai cicli, infatti se vi è una contrazione della domanda non è possibile adattare la capacità produttiva immediatamente causando quindi un eccesso di produttività, come è accaduto nel settore siderurgico dove con oltre 700 milioni di tonnellate in eccesso di capacità produttiva globale⁴⁷, dei quali almeno la metà in Cina, si sono ridotti notevolmente i margini e le aziende siderurgiche si trovano a lottare per sopravvivere.

Per rispondere a queste sfide la concorrenza diventa un elemento chiave sia nell'UE sia a livello mondiale. Le industrie europee ad alta intensità di capitali devono trovare il modo di essere agili e competitive anche su scala globale e gli aiuti di stato previsti dalle norme UE dovrebbero essere adeguati in quanto seguono “un approccio alla ristrutturazione industriale basata sul mercato”. L'efficienza delle imprese deve essere al primo posto poiché quest'ultime per poter competere sui mercati globali devono innovarsi e ristrutturarsi ed allo stesso tempo devono rispettare gli obblighi internazionali nonché quelli imposti dall'Organizzazione mondiale del commercio. L'unione Europea prosegue quindi lungo questa linea coordinando le sue politiche con i paesi partner internazionali, infatti nell'ultimo G20 tenuto a Shanghai uno degli argomenti principali riguardava la necessità di un maggior impegno dei Paesi per far fronte alle crisi di sovrapproduzione avvenute nel settore siderurgico. La commissione europea si impegna inoltre ad intervenire con forza per garantire una corretta concorrenza contrastando il dumping o sussidi in eccesso, le imprese devono infatti godere di incentivi adeguati al fine di migliorarsi ed adattarsi a sistemi energetici che abbiano una quota crescente di utilizzo delle risorse rinnovabili. Vi è la possibilità infatti da parte degli stati membri di indennizzare parzialmente le imprese ad alta intensità energetica a seguito della maggiorazione dei

⁴⁷Margrete Vestager, Elzbieta Bińkowska, Aiutare le industrie ad alta intensità energetica a trasformarsi, Il Sole 24 Ore, 26 luglio 2016

costi energetici dovuta all'utilizzo delle risorse rinnovabili o al prezzo della CO2, attualmente vi sono undici stati membri utilizzatori con un bilancio annuale totale sono di quasi 3,5 miliardi di euro e la commissione sta valutando la situazione economica di altri nove stati membri richiedenti⁴⁸. Sempre secondo le norme UE gli stati membri possono sostenere attraverso aiuti l'industria siderurgica, ad esempio se questa ha la necessità di passare da una produzione di acciaio standard ad una produzione di nuovi prodotti basati su tecnologie innovative, tutto ciò rientra nell'idea secondo cui per avere successo in questa competizione globale bisogna offrire prodotti migliori e più efficienti.

3.2 Lavoro e macchine intelligenti: una questione aperta

```

-----
Alice : book=(count:3 value:1) hat=(count:2 value:1) ball=(count:1 value:5)
Bob   : book=(count:3 value:0) hat=(count:2 value:0) ball=(count:1 value:10)
-----
Bob   : i can i i everything else . . . . .
Alice : balls have zero to me to
Bob   : you i everything else . . . . .
Alice : balls have a ball to me to me
Bob   : i i can i i i everything else . . . . .
Alice : balls have a ball to me to me
Bob   : i . . . . .
Alice : balls have zero to me to
Bob   : you i i i i i everything else . . . . .
Alice : balls have 0 to me to
Bob   : you i i i everything else . . . . .
Alice : balls have zero to me to

```

(Figura 4; tabella con la conversazione in codice binario tra Alice e Bob prima che l'esperimento venisse interrotto, fonte: Facebook, FastCo)

La conversazione riportata qui sopra è il risultato di un esperimento eseguito al Facebook AI Research (Fair) che ha causato molto scalpore finendo alla ribalta giornalistica. L'esperimento consisteva in una negoziazione tra due intelligenze artificiali, Bob ed Alice, per suddividere tra loro una serie di

⁴⁸Margrete Vestager, Elzbieta Biénkowska; Aiutare le industrie ad alta intensità energetica a trasformarsi, Il Sole 24 Ore, 26 luglio 2016

oggetti (libri cappelli e palloni). Obiettivo dell'esperimento era una creazione di un interfaccia che permettesse a robot ed umani di comunicare, il dialogo tra le due AI si svolgeva infatti in lingua inglese, "Give me one ball, and I'll give you the hats" giusto per fare un esempio⁴⁹. Ad un certo punto però i programmatori hanno notato qualcosa di strano nella loro conversazione, il loro linguaggio aveva smesso di seguire le regole della lingua inglese ed all'apparenza sembrava incomprensibile, fino a che non si sono resi conto che le due AI avevano creato tra di loro una nuova forma di linguaggio; questo ha portato i programmatori a spegnere le macchine ed ad interrompere l'esperimento.

La notizia di questo esperimento e del suo risultato si è rapidamente diffusa in tutto il mondo, non tanto per interesse scientifico quanto per la sua capacità di scatenare il panico all'idea di due macchine che si comportano autonomamente sfuggendo alle regole stabilite dall'uomo. In effetti la cultura popolare sui robot che "tramano" per "ribellarsi" alla razza umana è piena di esempi, basti pensare al cinema dove film come *Terminator* o *Io Robot* sono conosciuti in tutto il mondo. La stessa letteratura ci fornisce esempi come le storie di Isaac Asimov o i libri di Stephen Hawking, nei quali sostiene che uno sviluppo caotico e irrazionale della robotica possa portare a conseguenze devastanti. Fortunatamente non si tratta di nulla di tutto ciò.

Nei giorni successivi Dhruv Batra, professore alla Georgia Tech e capo del team di ricerca, ha commentato l'episodio che lo ha coinvolto sulla sua pagina Facebook scrivendo "Una copertura irresponsabile e basata sull'inseguire facili click" ed ha poi spiegato cosa è accaduto durante l'esperimento. Nella negoziazione le due intelligenze artificiali sono impostate secondo determinati parametri nei quali viene stabilito quanto tengano ad un oggetto rispetto ad un altro ed eseguono la trattativa per raggiungere degli obiettivi prestabiliti. In questo modo i ricercatori possono valutarne la capacità di ragionamento logico e di linguistica. Tra i parametri era stata impostata come lingua quella inglese, ma non era stato impostato che doveva essere l'unica lingua utilizzata, così le due AI per raggiungere più velocemente l'obiettivo hanno sviluppato un linguaggio che rendesse (per loro) la trattativa più efficiente. Batra scrive infatti: "Per quanto l'idea che le intelligenze artificiali abbiano inventato un loro linguaggio possa suonare allarmante e inaspettata a chi non è del settore, è un aspetto molto noto e sul quale c'è una corposa letteratura da decenni". E conclude: "In poche parole, gli agenti in ambienti dove si deve risolvere un compito, spesso troveranno modi non intuitivi per massimizzare la ricompensa. In secondo luogo la modifica dei parametri di un esperimento non significa che abbiamo *spento tutto e scollegato le Ai*. Ogni ricercatore che conclude un esperimento fa esattamente la stessa cosa".

⁴⁹Jaime D'alessandro; Test di Facebook, la vera storia della AI ribelle, Repubblica, 1 agosto 2017

Nonostante le parole rassicuranti di Batra la domanda su come le macchine intelligenti influenzeranno la nostra vita è di piena attualità ed in futuro diventerà sempre più rilevante. Già ad oggi infatti molte delle attività caratterizzate da mansioni ripetitive e manuali sono state automatizzate, ed in futuro sono destinate ad aumentare poiché la capacità di elaborazione dati degli strumenti informatici continua ad aumentare in maniera esponenziale. I ricercatori hanno ipotizzato che nei prossimi 10 o 20 anni il 47% dei posti di lavoro negli stati uniti sia a rischio automatizzazione, poiché rispetto alle precedenti rivoluzioni industriali la portata e la rapidità della distruzione dei posti di lavoro è di gran lunga superiore⁵⁰. Due ricercatori della Oxford Martin School, l'economista Carl Benedict Frey e l'esperto di apprendimento automatico Michael Osborne, hanno provato a quantificare l'effetto che l'innovazione tecnologica può potenzialmente avere sulla disoccupazione, creando una graduatoria sulla base di 702 posizioni lavorative ed ordinandole partendo da quella con più probabilità di automatizzazione (indicata con 1) fino a quella con meno probabilità di automatizzazione (indicata con zero)⁵¹. Vediamo subito dalla tabella che i lavori aventi rischio minore di automazione sono quelli che necessitano di creatività, capacità decisionali in condizioni di incertezza, competenze sociali ed originalità.

⁵⁰ *World Economic Forum, Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015*

⁵¹ *Carl Benedict Frey, Michael Osborne, The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?, Programme of the Impact of Future Technology, University of Oxford, 17 settembre 2013*

Tabella 1. Esempi di professioni con differenti probabilità di essere automatizzate

| Alta probabilità di automazione | |
|---|--|
| <i>Probabilità</i> | <i>Professione</i> |
| 0,99 | Addetti al telemarketing |
| 0,99 | Commercialisti |
| 0,98 | Periti assicurativi (esperti del calcolo del danno al veicolo) |
| 0,98 | Arbitri e dirigenti sportivi |
| 0,98 | Assistenti legali |
| 0,97 | Host e hostess nei ristoranti, lounge caffè e bar |
| 0,97 | Agenti immobiliari |
| 0,97 | Fornitori di manodopera per il lavoro nel settore dell'agricoltura |
| 0,96 | Segretari e assistenti amministrativi (esclusi coloro che operano nell'ambito medico, legale e amministrativo) |
| 0,94 | Corrieri e spedizionieri |
| Bassa probabilità di automazione | |
| <i>Probabilità</i> | <i>Professione</i> |
| 0,0031 | Assistenti sociali (specializzati in casi di salute mentale e abuso di sostanze stupefacenti) |
| 0,0040 | Coreografi |
| 0,0042 | Medici |
| 0,0043 | Psicologi |
| 0,0055 | Responsabili delle risorse umane |
| 0,0065 | Analisti di sistema |
| 0,0077 | Antropologi e archeologi |
| 0,0100 | Ingegneri nautici e architetti navali |
| 0,0130 | Responsabili vendite |
| 0,0150 | Amministratori delegati |

Fonte: Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, University of Oxford, 2013

(Figura 5; tabella con i lavori e le loro rispettive probabilità di automatizzazione, fonte riportata in foto)

Michael Osborne ha osservato per primo che l'automazione non dipende esclusivamente dai progressi ottenuti nell'ambito degli algoritmi, dei robot e degli altri dispositivi elettronici ma uno dei fattori decisivi nel ricorso all'automazione è costituito dai processi aziendali i quali sono alla costante ricerca di nuovi metodi per semplificare le mansioni in modo da poterle esternalizzare al fine di essere svolte servendosi di prestazioni digitali. Più infatti vengono semplificate le attività lavorative più gli algoritmi sono in grado di rimpiazzare il lavoro umano. Se le mansioni vengono definite in maniera chiara possono portare ad un miglior controllo ed ad una migliore qualità delle informazioni, creando così una base da cui partire per elaborare gli algoritmi necessari per portare a termine il lavoro. Bisogna tuttavia evitare di prendere posizioni nette, sebbene infatti gli effetti della quarta rivoluzione industriale siano ormai inarrestabili non si può evitare di affrontare il problema del rapporto tra l'uomo e le macchine. L'altro problema che si viene a creare nella quarta rivoluzione industriale è dovuto al fatto che quest'ultima crea meno posti di lavoro rispetto alle precedenti rivoluzioni industriali. Una ricerca della *Oxford Martin Programm on Technology and Employment* ha rilevato che solo lo 0,5 della forza lavoro negli USA è impiegata in settori che non esistevano prima del 21esimo secolo, un dato ancora più basso se confrontato con l'8% delle nuove occupazioni negli anni ottanta ed il 4,5% negli anni novanta. Un altro studio eseguito di recente, lo *US economic census*, ha analizzato il rapporto tra tecnologia e disoccupazione ed ha concluso che i progressi nelle tecnologie informatiche aumentano i livelli di produttività ma allo stesso tempo sostituiscono la forza lavoro esistente senza creare nuovi prodotti che necessitano di manodopera per realizzarli.

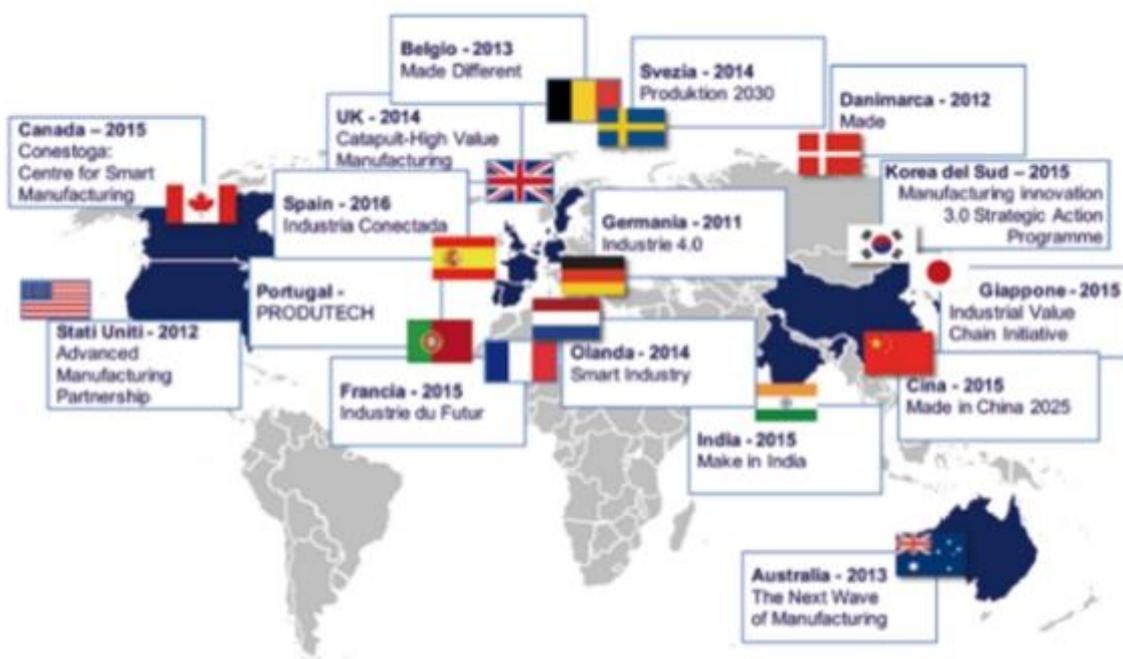
Spostandoci dal problema occupazione/disoccupazione osserviamo l'altro grande problema che i governi mondiali si trovano ad affrontare in questa epoca, le guerre digitali e tecnologiche. Sebbene infatti ipotesi come quella che abbiamo visto nel film *Terminator*, nella quale le macchine si ribellano all'umanità e cercano di sterminarla, appaiano poco plausibili sembra sempre più verosimile che avverranno conflitti all'interno del mondo "virtuale". Nonostante la questione sia ancora ad uno stato embrionale a partire dal 2008 una serie di attacchi da parte di gruppi di hacker organizzati hanno colpito aziende e paesi in tutto il mondo; qualsiasi dispositivo sia connesso, da quelli militari a quelli civili, può essere potenzialmente un bersaglio e così i governi di tutto il mondo si trovano a dover fronteggiare la minaccia rappresentata non più da nazioni ostili ma da un potenziale esercito "lupi solitari" costituito da hacker⁵². Oltre a ciò i governi devono prestare attenzione alle operazioni eseguite proprio dai governi che hanno come obiettivo lo spionaggio ed il furto di segreti militari, nonché azioni di disturbo come quelle create dal virus Stuxnet. Per quanto riguarda invece la tecnologia militare da diversi anni sono stati avviati progetti per la robotizzazione degli eserciti (*robo-*

⁵² Klauss Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016, pag.106

wars). Attualmente la maggior parte dei dispositivi richiede il controllo a distanza di una mente umana ma in futuro si prevede le macchine saranno in grado di individuare gli obiettivi e decidere se aprire il fuoco o meno in maniera autonoma. La Samsung per esempio ha progettato dei robot , chiamati SGR-A1, forniti di due mitragliatrici ed un fucile che spara proiettili di gomma che vengono utilizzati al confine tra le due Coree. Nel 2015 la cooperazione tra il governo britannico e l'azienda BAE Systems ha portato alla creazione di un aereo invisibile ai radar conosciuto col nome di *Raptor* o *Taranis* che è in grado di eseguire operazioni d'attacco in maniera quasi completamente autonoma. Ormai conosciuto è invece l'utilizzo di droni, i quali sono utilizzati sia per obiettivi di spionaggio che di attacco, la cui diffusione è avvenuta sia in campo civile che militare.

3.3 Le strategie per l'Industria 4.0 in Europa

All'interno della comunità europea nell'ultimo decennio si è sviluppato sempre più fortemente un interesse verso la quarta rivoluzione industriale ed in particolare verso le sue possibili applicazioni per l'industria. Passando dal lato dell'interesse al lato degli investimenti pratici notiamo però che vi è una forte disparità tra i vari stati europei, dovuta sia alle tempistiche con le quali questa rivoluzione è stata avviata sia per quanto riguarda la quantità di questi investimenti. Nel seguente paragrafo verrà dato quindi un quadro generale della situazione dei vari stati per poi fare un confronto tra Italia e Germania basandoci sul parere di alcuni esperti.



(Figura 6; strategie dei vari paesi per Industry 4.0, fonte: Il Sole 24 Ore)

Il termine industria 4.0 (in tedesco industrie 4.0) venne utilizzato per la prima volta dall'ACATECH, accademia tedesca di scienze ed ingegneria, per definire una delle strategie del governo tedesco attuata nel 2011 e facente parte del piano High-Tech Strategy 2020 Action Plan. Questo piano che ha come durata prevista 10-15 anni si pone come obiettivo di favorire ed implementare la digitalizzazione della manifattura in Germania, attraverso progetti di trasferimento tecnologico e di innovazione ed ottenere quindi nei decenni successivi la leadership del mercato manifatturiero.

Nel gennaio 2012 nasce l'Industrie 4.0 working group, sotto la presidenza di Siegfried Dais della Robert Bosch GMBH e del professor Henning Kagermann della Acatech. Quest'ultima ha presentato un prospetto al governo tedesco dove tratta i punti chiave da seguire per attuare questa strategia, che possono essere riassunti così⁵³:

- *Tecnologie*: il *Cyber Physical System (CPS)* è il fulcro dell'industria 4.0 tedesca, ovvero un sistema informatico capace di interagire in maniera continua con il sistema fisico nel quale opera. In particolare i CPS possono essere come delle reti globali in grado di incorporare impianti di produzione, macchinari e sistemi di stoccaggio, così da integrare il mondo virtuale con il mondo fisico. Qua rientra in gioco il tema trattato nel precedente capitolo dell' *internet of things*, questa integrazione è ottenibile infatti solo attraverso la costruzione di un modello che sia in grado di rendere l'impianto virtuale e di poterlo monitorare. Un esempio di ciò può essere un'automobile in cui sono presenti sensori, riportata su un modello SW e collegato ad un programma elettronico che permette di mantenere e correggere la stabilità di marcia.
- *Sinergie*: attraverso il suo complesso di ricerca industriale il progetto tedesco coinvolge sia le aziende ICT come ESG e SAP, sia le aziende fornitrici di automazione quali Siemens, Bosch e Festo, sia i grandi nomi dell'industria di processo ed automobilistica. A questi gruppi vanno aggiunti anche i centri di ricerca nazionali (Acatech, Fraunhofer Institute) nonché le associazioni sindacali ed i principali complessi industriali del paese. Tutto questo utilizzando una piattaforma di condivisione dove ogni nuova scoperta o risultato conseguito viene immediatamente trasferito agli altri componenti al fine di essere utilizzato nel contesto più produttivo.
- *Governance e finanziamenti*: il progetto Industrie 4.0 si basa su un forte coordinamento centrale, o Steering Committee, che si occupa di definire le strategie ed indicare la strada ai vari gruppi di lavoro. Lo Steering Committee riceve poi il supporto di uno Scientific Advisory

⁵³Giovanni Miragliotta, Alessandro Perego, Marco Taisch; *Industria 4.0, che cosa succede in Europa e negli Usa*, EconomyUp, 1 dicembre 2016

Committee, il quale è quasi sempre una figura di spicco del mondo accademico, manifatturiero e di IT, e da un Governing Board, il quale supervisiona la realizzazione della strategia ed il mondo in cui vengono condotte le attività pubbliche (es. incontri con i media). Sino ad oggi il progetto Industrie 4.0 ha ricevuto almeno 200 milioni di euro di finanziamenti.

Il governo francese, sotto la spinta del ministero dell'economia, ha realizzato nel 2013 il programma "Alleanza per l'Industria del Futuro" il cui obiettivo primario è quello di modernizzare e rendere più efficienti le fabbriche francesi, le quali diventano col passare degli anni sempre più obsolete. Ciò verrà realizzato attuando una serie di sgravi ed incentivi fiscali, come ad esempio il prolungamento del super ammortamento per gli investimenti (annunciato nell'aprile 20..), che hanno come fine quello di "smantellare" l'attuale industria manifatturiera.

Studi recenti hanno però fatto notare che nella sua attuazione il progetto presenta alcuni ritardi e diverse lacune, in particolare nel settore della robotizzazione industriale. Un rapporto sulla competitività francese stilato nel 2012 ha segnalato che nel Paese sono presenti 34.500 robot industriali operativi nelle fabbriche, un numero esiguo se confrontato con i 62.000 dell'Italia ed i 150.000 della Germania⁵⁴. Al fine di poter velocizzare il processo di digitalizzazione il Governo francese ha attuato una serie di provvedimenti per favorire il Made in France ed allo stesso tempo ha puntato su una serie di misure quali il credito di imposta per l'innovazione, il credito di imposta per la ricerca, programma di investimenti etc.

sviluppo tecnologie industriali, incentivi alle imprese che investono in innovazione, lavoro e salari, rinforzo della cooperazione europea e internazionale, promozione del piano fra industriali e cittadini.

Con il via libera del senato nel settembre 2016 è stato ufficialmente avviato il "piano nazionale Industria 4.0" su progetto del ministro dell'economia Carlo Calenda e del premier Matteo Renzi. La strategia italiana verrà spiegata in maniera accurata in altri paragrafi del presente capitolo, possiamo però introdurre qualche linea guida e qualche dato sulle cifre che verranno investite. Il piano prevede una serie di incentivi fiscali, sostegno al venture capital, diffusione della banda ultralarga, formazione dalle scuole all'università con lo scopo ultimo di favorire e incentivare le imprese ad adeguarsi e aderire pienamente alla quarta rivoluzione industriale. Il progetto prevede inoltre di stimolare gli investimenti privati nelle tecnologie di Industria 4.0 per un valore complessivo di 10 miliardi, mentre

⁵⁴Giovanni Miragliotta, Alessandro Perego, Marco Taisch; Industria 4.0, che cosa succede in Europa e negli Usa, EconomyUp, 1 dicembre 2016

prevede di ottenere investimenti privati per quanto riguarda la ricerca, sviluppo ed innovazione sempre all'interno di Industria 4.0 per un totale di 11,3 miliardi. Infine prevede 2,6 miliardi di investimenti privati nel settore delle start up, in particolare per quanto riguarda gli investimenti privati *early stage*⁵⁵.

L'industria 4.0 in Gran Bretagna è ancora in fase di definizione. La società di consulenza industriale Bdo Llp ha collaborato nel 2016 con l' Institution of Mechanical Engineers per stilare un rapporto sull' Industry 4.0 ed i risultati ottenuti non possono essere considerati soddisfacenti. Lo studio dimostra infatti che nell'industria manifatturiera solo l'8% degli operatori comprende in maniera chiara i processi relativi all'industria 4.0 e questo nonostante il 59% sia conscio del fatto che quest'ultima avrà in futuro un grande impatto nel settore.

Oltre un terzo degli operatori rischia quindi di trovarsi fuori mercato poiché negli ultimi due anni le imprese britanniche non hanno investito in processi o tecnologie della nuova industria, restando così indietro rispetto ai competitors internazionali. A ciò va ad aggiungersi il fatto che oltre un quarto degli operatori per la ricerca non ha ancora sviluppato piani di investimento per i prossimi anni e che il 44% continuerà a non farli per mancanza di comprensione del fenomeno.

Il Belgio è stato un dei primi paesi subito dopo la Germania ad avere un piano per l'industria 4.0. Il progetto avviato nel 2013 prevede la creazione di almeno 50 *Fof* (Factories of the future) e di portare almeno 500 industrie ad intraprendere cambiamenti per poter diventare anche loro in futuro delle *Fof*, il tutto da verificarsi entro il 2018. Già nel 2013 125 imprese, di cui il 67% rappresentato da piccole e medie imprese, hanno avviato differenti processi di digitalizzazione, in particolare il progetto belga prevede sette differenti livelli di trasformazione al fine di diventare fabbriche 4.0⁵⁶ :

- *Tecnologie World Class Manufacturing*: al fine di ottenere lo sviluppo dei processi produttivi l'innovazione deve essere incentrata sullo sviluppo di device indipendenti per gli aspetti chiave della produzione.
- *End to end engineering*: ottenere un'integrazione maggiore fra vendite e produzione al fine di sviluppare prodotti e servizi lungo l'intera catena produttiva.

⁵⁵Carmine Fotina; Piano Italia 4.0, effetto leva da 10 miliardi, Il Sole 24 Ore, 13 settembre 2016

⁵⁶Giovanni Miragliotta, Alessandro Perego, Marco Taisch; Industria 4.0, che cosa succede in Europa e negli Usa, EconomyUp, 1 dicembre 2016

- *Digital Factory*: l'impresa deve essere digitalizzata e connessa in tutte le sue parti.
- *Produzione human centred*: le risorse umane diventano uno degli asset dell'impresa al fine di avere un migliore sviluppo sul territorio ed una maggiore partecipazione allo sviluppo dell'impresa.
- *Network produttivo*: ecosistema di fornitori e partners, più in generale identifica forme di network che siano flessibili rispetto alle esigenze produttive.
- *Sostenibilità*: la sostenibilità diventa un punto centrale nell'intero processo produttivo, che passa quindi dall'acquisto di materie prime, alla produzione, alla gestione degli scarti e dei rifiuti, il tutto nell'ottica di un'economia circolare e della salvaguardia dell'ambiente.
- *Sistema produttivo intelligente*: l'intero sistema deve essere in grado di rispondere in maniera rapida ed efficiente alle domande di mercato poiché queste ultime sono in continuo mutamento.

3.4 Un confronto tra il caso italiano e quello tedesco

“Giochiamo domani o fra dieci anni?”⁵⁷ questa è la domanda che si pone il direttore di ADAPT University Press Francesco Seghezzi, per esprimere il suo scetticismo riguardo alla possibilità che l'Italia possa vincere la sfida contro la Germania riguardo all'industria 4.0, una sfida che sembra infatti già persa in partenza. Anche il docente di economia dell'università di Firenze ed esperto di innovazione Mauro Lombardi teme che l'Italia possa fare ben poco contro la Germania. Sostiene infatti che i tedeschi «hanno linee strategiche, progetti, risorse, leader di imprese già impegnate in Industry 4.0 come dimensioni, investimenti e qualità dei progetti, global player». L'Italia si trova in una netta posizione di svantaggio ma tuttavia può puntare su alcuni suoi punti di forza come l'adattività delle nostre imprese e le capacità innovative, e sul fatto che siano presenti sul territorio italiano imprese che cooperano con quelle tedesche, ad esempio in Emilia-Romagna sono presenti imprese meccaniche che rientrano tra i principali clienti dell'industria tedesca. Interessante il punto di vista di Paolo Manfredi, responsabile strategie digitali di Confartigianato, il quale sostiene che l'Italia debba

⁵⁷Barbara Weisz; Gli europei di Industry 4.0: Germania batte Italia?, Agenda digitale, 1 luglio 2016

attuare la sua strategia di Industry 4.0 in maniera differente rispetto alla Germania. L'Italia dovrebbe infatti puntare su strategie basate sulle competenze italiane nel manufacturing, immettendo artigianalità nella produzione, al contrario se cerchiamo di imitare il modello tedesco il gap sarà incolmabile.

Andando nel dettaglio la sfida tra Italia e Germania si gioca principalmente su due fronti: quello sulle strategie di Industry 4.0 e quello sull'asse Milano-Francoforte, entrambe forti candidate a sostituire Londra come "capitale dell'innovazione" a seguito della Brexit. Secondo Fabio Montobbio entrambe le nazioni hanno le stesse possibilità di uscire vincitori. Per quanto riguarda Industry 4.0 sostiene che «La storia anche sviluppo industriale italiano è anche una storia di legami – argomenta -. E la manifattura tedesca ha fornitori italiani di alta qualità. Io più che pensare a una partita su chi vince, penserei che la strada è quella di integrare e crescere bene insieme, con legami economici forti su una filiera verticale». I due sistemi sono dunque complementari e ritiene che sarebbe più opportuno attuare politiche di innovazione a livello comunitario basate sul concetto della *smart division*, ovvero «utilizzare l'economia della conoscenza in modo virtuoso, stimolando per ogni paese una sua strada di specializzazione»⁵⁸. Sul fronte della capitale dell'innovazione invece Montobbio ritiene che la partita non si giocherà, poiché nonostante la Brexit Londra resterà l'Hub finanziario principale. La Brexit infatti comporterà problemi legati ai rischi di recessione, all'incertezza sui trattati, ed all'instabilità è negativa anche per le attività potenzialmente innovative, ma le caratteristiche di internazionalità, capitale umano, ricerca e sviluppo, continueranno a rendere Londra appetibile.

Lombardi presenta invece un pensiero completamente opposto, ritendendo che Londra perderà la sua posizione di leader a scapito di Francoforte e che su Industry 4.0 l'Italia non sia in grado di poter competere attualmente con la Germania. Le possibilità italiane in questa sfida risiedono nelle capacità di innovazione, di leadership e di visione strategica delle imprese e degli imprenditori, il tutto coadiuvato da una collaborazione con la Germania.

Manfredi ritiene invece che su entrambi i fronti le possibilità italiane siano migliori di quello che si pensa. Milano puntando sulle competenze innovative che possiede può portarsi avanti rispetto a Francoforte mentre riguardo ad Industry 4.0 puntando sulla manifattura può competere con la nazione Tedesca. «L'idea della Germania è molto semplice: immetto tecnologia per far sì che la manifattura aumenti produttività. Il modello a cui tendo è quello della fabbrica automatizzata, della softwarizzazione della manifattura. E un progetto che funziona con produzioni altamente

⁵⁸Barbara Weisz; Gli europei di Industry 4.0: Germania batte Italia?, Agenda digitale, 1 luglio 2016

standardizzate, che contano su economia di scala, e in cui il fattore umano è residuale. Questa è la partita della Germania». La sfida avviene quindi su scala globale ed il modello tedesco comporta costi sociali elevati, l'Italia invece può contare invece su un sistema di competenze che gli permette il passaggio da un'economia di scala ad un'economia di varietà e personalizzazione che meglio si addice alle caratteristiche del made in Italy: cultura, creatività e tradizione artigiana. L'Italia deve puntare quindi su «immettere artigianalità nelle produzioni», e «utilizzare le tecnologie per aumentare il valore». Si possono «ottenere prodotti con un valore artigiano molto forte, ma che costano meno». Oppure, nel caso ad esempio dell'industria del gioiello, «produrre grazie alle tecnologie forme a cui arriva la creatività ma che sono improducibili con i metodi tradizionali».

3.5 Le misure del Governo italiano: “il piano nazionale industria 4.0”

Come anticipato in precedenza anche l'Italia ha iniziato a prendere in seria considerazione il tema dell'industria 4.0, seppur con un importante ritardo rispetto ai paesi dell'area OCSE (organizzazione per lo sviluppo economico creata nel 1960 da 18 Paesi europei più Canada e USA). Il governo italiano nel febbraio 2016 ha dato il compito alla Commissione di attività produttive, commercio e turismo della camera dei deputati di avviare un'indagine conoscitiva il cui obiettivo doveva essere «concorrere alla definizione di una strategia italiana di Industria 4.0» da attuarsi «attraverso una migliore definizione del quadro normativo necessario a promuoverne la realizzazione»⁵⁹. Al termine dell'indagine il ministro per lo sviluppo economico Carlo Calenda, coadiuvato dal primo ministro Matteo Renzi, ha predisposto e poi presentato a Milano il 21 settembre 2016 il “Piano nazionale Industria 4.0”. Osserviamo che in questo piano non vi è la presenza di un vero e proprio documento programmatico e di scenario da parte del Governo italiano, che invece è presente nei progetti dei paesi che avevano avviato il piano di Industry 4.0 prima dell'Italia. Tuttavia alcuni dei punti chiave del “Piano nazionale industria 4.0” sono stati prontamente inseriti nella legge di bilancio per il 2017, rendendo così la dibattito su Industry 4.0 più concreto ed allo stesso tempo attento agli elementi di così detta *execution*⁶⁰. Le previsioni che sono stati definite all'interno della manovra di bilancio sono in linea con la ormai nota norma-incentivo nella sua forma del super-ammortamento e del credito di imposta con riferimento sia alle tecnologie abilitanti per l'industria 4.0 sia per quanto riguarda gli

⁵⁹Commissione X della Camera dei Deputati, Indagine conoscitiva su “Industria 4.0”; “quale modello applicare al tessuto industriale italiano. Strumenti per favorire la digitalizzazione delle filiere industriali nazionali”, Roma, 30 giugno 2016

⁶⁰ d.d.l. AC 4127-bis, “Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2017 e bilancio pluriennale per il triennio 2017-2019”, 21 dicembre 2016

investimenti sul personale impiegato nelle attività di ricerca&sviluppo, il quale gode inoltre di agevolazioni fiscali per quanto riguarda gli investimenti innovativi, acceleratori d'impresa, industrializzazione di idee e brevetti ad alto contenuto tecnologico, infrastrutture di rete (banda larga), startup innovative, contratti di sviluppo per il potenziamento dei cluster e la diffusione dei dottorati industriali, forme di raccordo tra impresa, università e istituti tecnici superiori per la formazione di nuove competenze legate ai nuovi mestieri. Il grande cambiamento che coinvolgerà quindi il mercato italiano renderà necessario un piano per la ristrutturazione e riqualificazione del lavoro attraverso politiche del lavoro attive ed attraverso politiche di ristrutturazione, che sono state il vero problema nelle riforme del lavoro approvate nell'ultimo ventennio⁶¹. A ciò va aggiunta una trasformazione sia normativa che istituzionale per quanto riguarda l'istruzione e la formazione professionale a seguito del sempre più ampio disallineamento tra domanda ed offerta, inoltre guardando il mercato del lavoro italiano sembra diventare sempre più necessario un allontanamento del sistema di formazione universitaria e di ricerca rispetto alle logiche del diritto pubblico⁶². Tutto ciò va poi a posizionarsi in un contesto di per se instabile, dovuto ai grandi cambiamenti ambientali e demografici che l'uomo sta vivendo in questa epoca ed ovviamente a seguito del fenomeno della globalizzazione che ha coinvolto anche la catena di produzione del valore, rendendo necessari repentini cambiamenti al fine di mantenere la sostenibilità dei processi produttivi, economici e del lavoro. Basti pensare alla situazione italiana, con un ormai inarrestabile invecchiamento della popolazione lavorativa, il quale ha effetti sia sulla sicurezza sia sulle condizioni di salute in ambienti così detti *smartworking*⁶³, sia per quanto riguarda le capacità di interazione con nuove tecnologie che richiedono competenze professionali che sono difficilmente acquisibili dalle generazioni precedenti, la cui attività lavorativa aveva scarsa familiarità col digitale.

Il progetto del Ministro Calenda abbandona la precedente impostazione delle politiche industriali italiane, basata su una visione pubblicistica che prevedeva finanziamenti diretti, bandi pubblici assai complessi e dalla tenuta amministrativa incerta ed investimenti su tecnologie e beni strumentali attuabili solo su indicazioni specifiche. Il sostegno al sistema produttivo sarà invece caratterizzato da interventi di natura fiscale accessibili. Il piano individua poi una serie di benefici relativi alla flessibilità della produzione che avranno come conseguenza un miglioramento dei prodotti e dei processi di natura prevalentemente qualitativa i quali sono di grande rilevanza per le imprese che

⁶¹ F. Seghezzi, M. Tiraboschi; "Politiche attive: ultima chiamata", Boll. spec. ADAPT n.8, 2016, pag.2

⁶² F. Fazio; "L'idea più coraggiosa? Rimpiazzare le Università", in Boll. ADAPT n.14, 2012

⁶³ Andrea Burlini, Ilenia Curto Pelle; Indicazioni per la gestione degli aspetti di salute e sicurezza legati al Lavoro Agile/SmartWorking, 2015, pag.15

operano in mercati internazionali e devono confrontarsi con i rapidi cambiamenti sia dei mercati sia delle preferenze dei consumatori. Alcuni di questi effetti possono così essere elencati:

- *la riduzione dei costi dei prodotti individualizzati a quelli in grande scala;*
- *l'aumento della velocità di passaggio da prototipo a prodotto industrializzato;*
- *l'aumento della produttività;*
- *la miglior qualità del prodotto e una maggior competitività dello stesso grazie a nuove funzionalità e servizi introdotti*

Le operazioni principali per raggiungere questi obiettivi saranno rappresentate da investimenti innovativi e competenze, mentre le operazioni secondarie saranno rappresentate da strumenti di supporto ed infrastrutture abilitanti, il tutto verrà accompagnato da una “campagna di sensibilizzazione” verso Industria 4.0 ed il tutto verrà supervisionato da un modello di *governance*, il quale avrà però un ruolo più formale che operativo, vista la sua composizione molto ampia e variegata (privati, attori istituzionali, universitari) che potrebbe rallentare l’attuazione.

I maggior incentivi a sostegno delle industrie ad alta intensità di capitali (già citate nel paragrafo 3.1) riguardano le possibilità del super-ammortamento e dell’iper ammortamento. Sul sito del Ministero dello Sviluppo Economico il super ammortamento viene definito come “un’agevolazione che prevede l’incremento del 40% del costo fiscale di beni materiali originariamente acquistati dal 15 ottobre 2015 al 31 dicembre 2016, oggi prorogata. Il maggior costo, riconosciuto solo per le imposte sui redditi e non ai fini Irap, può essere infatti portato extracontabilmente in deduzione del reddito attraverso l’effettuazione di variazioni in diminuzione in dichiarazione”.⁶⁴ Mentre l’iper-ammortamento viene definito come “una maxi maggiorazione che consente di incrementare del 150% il costo deducibile di tutti i beni strumentali acquistati per trasformare l’impresa in chiave tecnologica e digitale 4.0. Si tratta concretamente degli investimenti in macchine intelligenti, interconnesse, il cui elenco è fornito analiticamente nell’Allegato A dell’Appendice della Circolare, diviso in categorie. L’iper maggiorazione spetta solo nella misura in cui il bene rispetti le linee guida elaborate dal Ministero dello Sviluppo Economico (Mise), fornite dalla circolare per ciascuna tipologia di macchina. In caso di dubbi sull’ammissibilità all’agevolazione di una specifica macchina è possibile richiedere un parere tecnico al Mise; se l’incertezza relativa all’agevolazione è, invece, di natura tributaria, si può presentare interpello ordinario all’Agenzia delle Entrate.”⁶⁵

Le informazioni necessarie sono contenute nella circolare n.4/E del 30 marzo 2017 redatta congiuntamente da Agenzia delle Entrate e Ministero dello Sviluppo Economico, dove sono

⁶⁴ Ministero dello sviluppo economico; “Super e iper ammortamento per l’Industria 4.0”, circolare n.4/E, 30 marzo 2017

⁶⁵ Ministero dello sviluppo economico; “Super e iper ammortamento per l’Industria 4.0”, circolare n.4/E, 30 marzo 2017

illustrate le misure introdotte per favorire lo sviluppo delle imprese e la loro evoluzione tecnologica; inoltre nella circolare sono contenute informazioni per quanto riguarda un'ulteriore maggiorazione del 40% per i soggetti che possono beneficiare dell'iper-ammortamento (ved. Legge di Bilancio 2017) sul costo di acquisto dei beni strumentali immateriali, quali software, sistemi IT ed attività di *system integration*.⁶⁶

Nella tabella sottostante vengono illustrati i diversi risparmi d'imposta dovuti al super ammortamento ed all'iper-ammortamento. Nel dettaglio vediamo gli effetti fiscali prodotti dall'investimento di 1 milione di euro effettuato da un soggetto Ires per l'acquisto di un bene che fruisce del super/iper ammortamento rispetto all'ipotesi di ammortamento ordinario:

| | Ammortamento ordinario | Super ammortamento (maggiorazione 40%) | Iper ammortamento (maggiorazione 150%) |
|---|-------------------------------|---|---|
| Importo deducibile ai fini IRES | 1.000.000 | 1.400.000 | 2.500.000 |
| Risparmio d'imposta (24% dell'importo deducibile ai fini IRES) | 240.000 | 336.000 | 600.000 |
| Costo netto dell'investimento (1.000.000 - risparmio d'imposta) | 760.000 | 664.000 | 400.000 |
| Maggior risparmio sul costo netto dell'investimento | | 9,60% (760.000 - 664.000)/1.000.000 | 36,00% (760.000 - 400.000)/1.000.000 |

(Figura 7; confronto tra le tre tipologie di ammortamento, fonte: Ministero dello Sviluppo Economico)

⁶⁶ d.d.l. AC 4127-bis, "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2017 e bilancio pluriennale per il triennio 2017-2019", 21 dicembre 2016

Nel caso dell'ammortamento ordinario, e sempre partendo da un investimento pari a 1 milione di euro, il risparmio d'imposta netto è di 240mila euro, che diventano 336mila con il super ammortamento e 600mila grazie all'iper ammortamento.⁶⁷

La Legge di Bilancio 2017 ha ampliato gli effetti del super ammortamento includendo anche gli investimenti in beni materiali strumentali innovativi effettuati fino al 31 dicembre 2017, sono esonerati alcuni mezzi di trasporto a motore. Il termine può essere prorogato sino al 31 luglio 2018 a patto che entro il 31 dicembre 2017 sia stato effettuato ed accettato l'ordine dal venditore e sia stato pagato il relativo acconto nella misura del 20% del costo di acquisizione. Per l'iper-ammortamento valgono gli stessi tempi con la differenza che si può usufruire di una maggiorazione del 150% a condizione che sia rispettato il requisito dell'interconnessione, ovvero il bene potrà essere ammortizzato se oltre ad essere entrato in funzione, sarà interconnesso al sistema aziendale di gestione della produzione o alla rete di fornitura. Nel caso in cui, a causa di ritardi, l'impresa non abbia potuto godere delle quote di iper-ammortamento del 150% potrà recuperarli nei periodi di imposta successivi.

La circolare illustra inoltre, attraverso esempi, le modalità di calcolo del maggiore ammortamento deducibile ed espone dei chiarimenti riguardo alcune eccezioni, come il trattamento dei beni acquisiti con contratto di leasing e quelli realizzati in economia. La maggiorazione del 40% riguarda anche i veicoli a motore acquistati a partire dal 1 gennaio 2017. In questo caso però, il super ammortamento opera solo per i veicoli per i quali è prevista una deducibilità integrale dei costi, ossia quelli adibiti ad uso pubblico (ad esempio i taxi) o quelli utilizzati esclusivamente come beni strumentali. La circolare si rivolge alle Direzioni regionali e provinciali e agli uffici dell'Agenzia delle Entrate, coinvolgendo inoltre sia le imprese intenzionate ad avviare programmi di investimento in chiave Industria 4.0 sia i soggetti che interverranno per a fornire le perizie tecniche e gli attestati per gli investimenti di valore superiore ai 500 mila euro; quali periti, ingegneri ed enti di certificazione. Con la definizione di queste linee guida le misure chiave del "Piano nazionale Industria 4.0" sono in funzione e le imprese coinvolte nel progetto potranno usufruirvi con effetto immediato.

La proroga del super ammortamento e la creazione di un iper-ammortamento avranno l'effetto di stimolare gli investimenti privati nelle nuove tecnologie ed inoltre la legge di bilancio prevede una vasta gamma di beni e software per i quali è applicabile, dimostrando quindi l'intenzione delle istituzioni di operare in un'ottica di neutralità tecnologica e lasciando alle singole imprese le decisioni

⁶⁷ Ministero dello sviluppo economico; "Super e iper ammortamento per l'Industria 4.0", circolare n.4/E, 30 marzo 2017

sugli investimenti. In aggiunta a ciò verranno favoriti gli investimenti in ricerca&sviluppo grazie all'aumento del credito d'imposta sulla spesa incrementale sia riguardo al contributo massimo, ampliato a 20 milioni di euro, sia riguardo l'aliquota di spesa interna⁶⁸. Infine sono previsti investimenti per sostenere startup e venture capital legate alle innovazioni di Industria 4.0 . per quanto riguarda le competenze possiamo individuare due diverse componenti: : i Digital Innovation Hub (DIH) e i Competence Center (CC). I DIH hanno come obiettivo la creazione di ponti tra imprese, ricerca e finanza, attraverso campagne ed iniziative il cui scopo è di sensibilizzare le varie imprese del territorio nazionale sulle grandi opportunità che offre Industria 4.0 a cui seguono attività di indirizzamento e di supporto alle stesse al fine di intercettare investimenti pubblici e privati per la pianificazione e la strategia di sviluppo. Questo è favorito dal fatto che l'intero progetto viene realizzato basandosi sulle sedi territoriali delle associazioni datoriali, ovvero Confindustria e R.E.TE. Imprese Italia. I DIH si presentano quindi come hub territoriali che vengono creati dalle imprese locali al fine di ottenere sostegno e supporto nei processi di digitalizzazione.

I CC sono invece previsti in numero minore e la loro realizzazione avverrà in specifiche realtà connesse ad ambiti tecnologici tra loro complementari e costruiti con il coinvolgimento degli attori che possono concorrere a creare valore nell'ambito, come università, centri di ricerca e startup; non vi è quindi necessariamente un legame territoriale come per i DIH. L'obiettivo ultimo diventa quindi quello di trasferire competenze riguardanti le tecnologie innovative ad Industria 4.0 e di supportare il processo di sperimentazione, ideazione ed accompagnamento di specifici progetti. A queste iniziative vanno ad aggiungersi degli interventi paralleli riguardanti l'implementazione del Piano nazionale Scuola digitale, un processo di avvicinamento del sistema universitario a logiche privatistiche e di più immediato raccordo col tessuto produttivo di riferimento, lo sviluppo di progetti di alternanza scuola-lavoro focalizzati su Industria 4.0 insieme a master e corsi universitari da costruirsi congiuntamente con attori privati e l'ampliamento del numero di posti disponibili per percorsi di ITS sugli stessi temi. Verranno inoltre effettuati maggiori investimenti pubblici per incrementare il numero di posti per i dottorati di ricerca su Industria 4.0, attraverso l'introduzione di dottorati innovativi o intersettoriali. Il programma prevede infine una serie di investimenti quali il completamento dell'infrastruttura della banda larga, l'ampliamento del Fondo di Garanzia per i prestiti alle imprese e, per le materie di valenza più propriamente giuslavoristica, la riconferma degli sgravi sul salario di produttività a livello di contrattazione di prossimità, svolti al fine di accompagnare le operazioni chiave.

⁶⁸ G. Rosolen; "Legge di Bilancio 2017: le novità sul credito d'imposta per le attività di ricerca e sviluppo", in Boll. ADAPT n.34, 31 ottobre 2016

La critica che può essere mossa al “piano nazionale Industria 4.0” riguarda il fatto che quest’ultimo si concentra quasi esclusivamente sulla produzione manifatturiera e sulla fabbrica, quando se andiamo ad osservare i principali effetti della “quarta rivoluzione industriale” notiamo che grazie all’ *internet of things* hanno avuto origine nuovi modelli di business, prodotti, mercati e processi nuovi e soprattutto integrati, mostrandoci quindi quanto i servizi e l’industria siano sempre più interconnessi tra loro. Nel piano Calenda sempre quindi venire a mancare tutta quella parte dell’attuale rivoluzione che riguarda l’interazione costante e circolare, grazie a sensori e piattaforme interconnesse sulla rete internet, tra ricerca, progettazione, produzione, servizi e consumi, che incide sui fattori della produzione e sulle logiche della domanda in termini di condivisione e di reciprocità (sharing economy) rispetto ai vecchi processi (automatizzati o meno) di produzione industriale e di utilizzo dei beni. Seppur spostando quindi la visione da un piano nazionale ad un piano globale, questa nuova strada interpresa sembra legata ad una vecchia visione di supply chain (e value chain) improntata principalmente su macchinari, fabbriche e tecnologie abilitanti. La fabbrica del futuro sarà infatti il mondo stesso in cui viviamo, le città ad alta densità tecnologica permetteranno a scuole, università, centri di ricerca di essere interconnessi tra loro moltiplicando così in maniera illimitata la produzione e condivisione di risorse, tecnologie e competenze, «determinando quindi un aumento della competitività anche in presenza di ridotte dimensioni aziendali»⁶⁹. Le recenti politiche per i giovani sull’alternanza scuola-lavoro e sui percorsi per l’alta formazioni non sono casuali ma sono sviluppati in quest’ottica, così come in quest’ottica sono sviluppati percorsi di orientamento e riqualificazione professionale rivolti a persone già inserite nell’ambiente lavorativo che non si limitano alla formazione della persona ed al contrasto della disoccupazione ma soprattutto ad adeguarsi quanto più rapidamente al repentino cambiamento che avviene nei contesti di *ideazione, progettazione, produzione e sviluppo*. Nella quarta rivoluzione industriale il ciclo produttivo è infatti cambiato radicalmente rispetto al passato, l’accessibilità sempre più diffusa alla rete internet permette al consumatore di essere all’interno sia delle dinamiche di supply chain che di value chain; gli operatori all’interno della catena del valore possono svolgere i loro compiti di monitoraggio, organizzazione ed aggiornamento in maniera sempre più efficiente servendosi dell’aiuto dei robot e di nuove interfacce uomo-macchina sempre più realistiche⁷⁰. Nel mondo dell’ *internet of things* oltre a beni e servizi lo stesso essere umano sarà interconnesso. Proprio per tutta questa serie di motivi nel “piano nazionale Industria 4.0” sembra mancare una visione olistica dell’Industria 4.0, che permetta di superare la visione esclusivamente manifatturiera della fabbrica portandola ad una visione più ampia

⁶⁹Autori vari; Industria 4.0, Assolombarda, Position Paper n.02, 2016, pag.10

⁷⁰Autori vari; Industria 4.0, Assolombarda, Position Paper n.02, 2016, pag.7

di “parco scientifico”,⁷¹ dove non esistono due distinti gruppi (ambiente lavorativo e ambiente universitario/scolastico) ma tutto fa parte dello stesso ecosistema al fine di ottenere la piena soddisfazione e tutela degli interessi di tutti gli attori coinvolti. Infine può essere fatto presente che nel “piano nazionale Industria 4.0” manca qualsiasi riferimento sia ai rapporti tra produttori sia alla detassazione del salario variabile ed alla contrattazione di prossimità, nonostante questo “piano” avrà un’enorme impatto sia sull’occupazione sia sulle relazioni di lavoro andando quindi a cambiare i rapporti che regolano i contratti ed il sistema di incentivi che possono regolare e promuovere, le nuove transazioni economiche e sociali atte a supportare e dirigere i nuovi processi economici e le relative ricadute sociali che sollecitano una dimensione del tutto nuova per la rappresentanza (mestieri, territori) e per il welfare (sempre più sussidiario, occupazionale, della persona).

⁷¹ Enciclopedia Treccani; def. “un p. s. e t. si identifica con un insieme unitario di uffici, di laboratori e di edifici assai simili a quelli che connotano le aree industriali delle nostre città. Ciò che tuttavia lo differenzia da queste ultime sono gli attori che operano al suo interno, rappresentati da ricercatori di università e di istituzioni accademiche, da dipendenti di laboratori di ricerca pubblici e privati, da personale tecnico dei comparti manifatturieri, nonché dai gestori del parco stesso.”

Bibliografia

A

Dan Aharon, James Manyika, Michael Chui, Peter Bisson, Jonathan Woetzel, Richard Dobbs, Jacques Bughin.; Unlocking the potential of internet of things, Mckinsey, giugno 2015

Emiliana Armano; precarietà ed innovazione nel postfordismo, 2010

Luigi Atzoria, Antonio Ierab, e Giacomo Morabitoc; The internet of things: A survey. In Computer Networks, 2010, volume 54

Autori vari; Industria 4.0, Assolombarda, Position Paper n.02, 2016

B

Mauro Bellini; Internet of Things: gli ambiti applicativi in Italia, Industry 4.0, novembre 2016

Luca Beltrametti e Angelo Gasparre; “La manifattura additiva, alcune valutazioni economiche con particolare riferimento all’industria italiana”, Centro Studi Confindustria, 2015

Elzbieta Biénkowska, Margrete Vestager, Aiutare le industrie ad alta intensità energetica a trasformarsi, Il Sole 24 Ore, 26 luglio 2016

Angelo Bongio, Alessandro Distefano; Digital Manufacturing:Cogliere l’opportunità del rinascimento digitale, PwC, 2015

Andrea Burlini, Ilenia Curto Pelle; Indicazioni per la gestione degli aspetti di salute e sicurezza legati al Lavoro Agile/SmartWorking, 2015

C

Sabino Cassese; La rivoluzione del fordismo, Il Sole 24 Ore, 7 agosto 2016

Carlo M. Cipolla; Storia economica dell’Europa pre-industriale, 2002

Robert Clark; Agricultural Enclosures: the major phase 1760, University of East Anglia, 1 settembre 2004

D

Jaime D’alessandro; Test di Facebook, la vera storia della AI ribelle, Repubblica, 1 agosto 2017 Ennio

De Simone; Storia Economica: dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica, 2014

E

Keith Ellis, Kevin Mayer, Ken Taylor; Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks, Proceeding of the Communication and Computer Networks Conference, Cambridge, MA, USA, 2004.

F

F. Fazio; “L’idea più coraggiosa? Rimpiazzare le Università”, in Boll. ADAPT n.14, 2012

Carmine Fotina; Piano Italia 4.0, effetto leva da 10 miliardi, Il Sole 24 Ore, 13 settembre 2016

Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne; The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerization?, 2013

G

Vincent Granville; *A Comprehensive List of Big Data Statistics*, Bigdatanews, ottobre 2014

K

Will Knight; “this robot could transform manufacturing”, MIT Technology Review, 18 settembre 2012

L

Michael J. Lewis Senior, Dickie Oliver, Michael Palmer, Geir Ramleth, Christian Reilly, Christopher Rezendes, Chris Satchell, Andreas Wagner, Matthew Zelesko Senior; *The internet of Things: the opportunities and challenges of interconnectedness*, 2014

Lorenzo Longhitano; L’intelligenza artificiale di Facebook parla una lingua incomprensibile ma niente panico, Wired, 1 Agosto 2017

M

Giovanni Miragliotta, Alessandro Perego, Marco Taisch; *Industria 4.0, che cosa succede in Europa e negli Usa*, EconomyUp, 1 dicembre 2016

O

Stellan Ohlsson, Robert H. Sloan; Verbal IQ of a Four-Year Old Achieved by an AI System, New scientist review, gennaio 2013

P

Silvio paolucci, Giuseppina Signorini; La storia in tasca: dalla metà del seicento all'inizio del 900, 2012

Prof. Giulio Peruzzi, Luigicarlo Viero; *DAL FORDISMO AL POSTFORDISMO*, 2011

R

G. Rosolen; “Legge di Bilancio 2017: le novità sul credito d'imposta per le attività di ricerca e sviluppo”, in Boll. ADAPT n.34, 31 ottobre 2016

S

Klaus Schwab; la quarta rivoluzione industriale, 2016

F. Seghezzi, M. Tiraboschi; “Politiche attive: ultima chiamata”, Boll. spec. ADAPT n.8, 2016

Erik Sherman; 5 white-collar jobs robots already have taken, Fortune, 25 febbraio 2015

Bruno Trentin; La libertà viene prima. La libertà come posta in gioco nel conflitto sociale, 2004

T

Leonello Tronti; Economia della conoscenza, innovazione organizzativa e partecipazione cognitiva: un nuovo modo di lavorare, 2015

V

Giuseppe Volpato; concetti e strumenti dell'analisi competitiva internazionale, 2010

W

Barbara Weisz; Gli europei di Industry 4.0: Germania batte Italia?, Agenda digitale, 1 luglio 2016

Barbara Weisz; Industry 4.0 tutto quello che c'è da sapere sul piano di attuazione, Agenda Digitale, 19 gennaio 2017

Circolari e documenti

World Economic Forum, Deep Shift – Technology Tipping Points and Software Impact, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, novembre 2015

Ministero dello sviluppo economico; “Super e iper ammortamento per l’Industria 4.0”, circolare n.[4/E](#), [30 marzo 2017](#)

d.d.l. AC 4127-bis, “Bilancio di previsione dello Stato per l’anno finanziario 2017 e bilancio pluriennale per il triennio 2017-2019”, 21 dicembre 2016

Link

https://it.wikipedia.org/wiki/Rivoluzione_informatica

https://it.wikipedia.org/wiki/Storia_di_Apple

<https://it.wikipedia.org/wiki/Microsoft>

https://it.wikipedia.org/wiki/Tecnica_ceramica

<http://www.automazioneews.it/uomini-e-robot-limpatto-sul-lavoro/>

<http://www.innovationpost.it/2016/12/18/una-lettura-lavoristica-del-piano-nazionale-industria-4-0/>

<https://www.csmt.it/scheda.asp?IDcontenuto=172918>

<http://www.camera.it/leg17/126?idDocumento=4127-bis>

<https://www.confartigianato.it/wp-content/uploads/2017/04/R.E-TE.-Imprese-Italia-Testo-Audizione-18-aprile-2017.pdf>

<http://www.governo.it/approfondimento/il-piano-nazionale-industria-40-2017-2020/6711>

<https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/industry-40-tutto-quello-che-c-e-da-sapere-su-piano-e-attuazione/>