



Dipartimento di Impresa e Management

**Cattedra di Organizzazione Aziendale**

**MANUTENZIONE PREDITTIVA E TECNOLOGIE  
ABILITANTI**

**RELATORE**

Prof. Paolo Spagnoletti

**CANDIDATO**

Vladimir Roscioli

MATRICOLA 202911

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

*Alla mia famiglia  
che sta facendo sacrifici  
per la mia felicità e per la  
mia formazione scolastica,*

*Alle persone care  
che, credendo nelle mie  
potenzialità, mi danno il  
coraggio di lottare per i  
miei sogni.*

# Indice

– <b>Prefazione</b> .....	<b>2</b>
– <b>Introduzione</b> .....	<b>5</b>
a) Motivazione del lavoro .....	5
b) Domanda di ricerca e metodologia .....	6
c) Risultati finali.....	6
– <b>Capitolo 1: La connessione dei dati</b> .....	<b>8</b>
1.1 <i>Big Data</i> : cosa sono e quali sono i pericoli per la privacy .....	8
1.2 Come veniamo influenzati senza esserne consapevoli.....	11
1.3 Algoritmi abilitati da <i>Machine Learning</i> .....	16
– <b>Capitolo 2: Gli effetti della quarta rivoluzione industriale</b> .	<b>21</b>
2.1 Le rivoluzioni della storia .....	21
2.2 L’Italia in movimento per un’occasione da non perdere.....	24
2.3 Automazione dei lavori: disoccupazione temporanea.....	30
2.4 Investire sulle competenze per cavalcare l’onda tecnologica .....	36
– <b>Capitolo 3: Manutenzione predittiva e DMMS</b> .....	<b>44</b>
3.1 IoT: l’importanza della <i>Predictive Maintenance</i> .....	44
3.2 Modello dinamico e predittivo: Trenitalia e SAP HANA.....	50
– <b>Conclusioni</b> .....	<b>59</b>
– <b>Bibliografia</b> .....	<b>63</b>
i. Libri.....	63
ii. Siti .....	64
iii. Fonti dirette consultate.....	65
iv. <i>Working Papers</i> .....	65

## Prefazione

Il libero flusso di informazioni di Internet ha creato mercati, in cui chi vince prende tutto. Amazon è stata in grado di cambiare radicalmente il modo in cui siamo stati abituati a pensare al concetto di *store* e ha spazzato via i vecchi sistemi tradizionali (non a caso la compagnia è stata chiamata “Amazon”, il nome del più grande fiume del mondo, che spazza via qualunque cosa sia nel suo cammino).

Oggi va molto di moda utilizzare il termine “*disruption*”. In uno scenario in continua evoluzione essere strategici non è più sufficiente, bisogna essere *disruptive* e prendere le decisioni in modo veloce, in tempo reale. La *Customer Experience* sta configurando un nuovo orizzonte verso cui tutti i settori delle imprese devono orientarsi. L’azienda diventa così una piattaforma di esperienza, non solo per i clienti, ma anche per i talenti dell’organizzazione.

Se si analizzano le organizzazioni su salti temporali lunghi, gli elementi della *digital disruption* (l’evoluzione, la selezione e il cambiamento) sembrano distruggere l’organizzazione, ma in realtà cercano di costruirne un’altra.

Parliamo di *disruption* perché l’Intelligenza Artificiale può essere considerata come l’evoluzione logica e tecnologica di quello che stiamo vivendo dal 1993 (da quando la rete è divenuta sempre più accessibile). Oggi siamo soliti fare cose che, solamente quattro-cinque anni fa, non avremmo neanche lontanamente immaginato. La tecnologia ci ha portato a vivere diversamente il comportamento a livello sociale, tecnologico ed economico.

Proveniamo da un secolo “fordista”, costruito intorno all’azienda industriale tradizionale gerarchica, molto manageriale ed esecutiva dal punto di vista delle *operations* e ci spingiamo verso un mondo in cui l’innovazione è centrale. La caratteristica fondamentale è quella di poter avere dati analitici, per quanto concerne il comportamento del consumatore (innovazione *user driven*).

È una innovazione che non riguarda solo la Silicon Valley o solo il settore del *cloud*, ma tutti e in tutti i settori. La cosa più incredibile è che il tema del digitale non è un tema di separazione di canali, ma è un tema di perfetta integrazione (*omnichannel*): il valore aggiunto ricercato è l’esperienza di acquisto, in cui anche la fisicità dello *store* diventa rilevante per certi aspetti, così da spingere Amazon a creare il primo negozio fisico.

Il marketing viene sviluppato dal cliente e questo è qualcosa che mette in evidenza come questo tipo di tecnologia vada a compromettere la struttura logica delle organizzazioni, per come siamo

stati abituati a concepirle fino ad adesso. Vi è inoltre anche un cambiamento culturale fondamentale da mettere in campo. Molti dei lavori attuali non saranno più presenti e di conseguenza verranno sostituiti. Le aziende hanno ereditato la concezione fordista dell'industria, per cui devono gestire, vivere di routine sistematica, ma dovranno essere sempre più focalizzate sull'innovazione.

Secondo quanto emerso nel corso del World Economic Forum, nelle aziende stanno diventando sempre più rilevanti tre nuove *skills*, che determinano la capacità delle persone di imparare: la creatività, l'intelligenza emotiva e l'agilità mentale. Le imprese stanno evolvendo e devono saper integrare nuove competenze nelle loro organizzazioni per sostenere nuovi modelli di business. Risulta necessario passare da una logica in cui i manager sono semplici esecutori di *task* ad una logica in cui il manager è un *innovator*, uno sviluppatore di quella attività di *business development* che storicamente è stata segmentata all'interno della ricerca e sviluppo e che oggi diventa un aspetto sempre più trasversale. Sviluppare la capacità critica tramite l'esperienza professionale, dove competenze come il *coding* sono imprescindibili.

Il futuro sarà quindi delle imprese guidate da una *leadership* nuova, aperta agli errori, irriverente, resiliente, che ispira gli altri, diffusa e costantemente orientata all'innovazione e al cambiamento. Studi empirici confermano che logica e matematica sono utili a risolvere più problemi di quanto ci accorgiamo.

La teoria predominante consiste nel ritenere che l'automazione e altre forme di progresso tecnologico, creino più posti di lavoro di quanti ne distruggano. Pensare che il lavoro verrà completamente rimpiazzato dalle macchine è un'ipotesi molto forte, dopotutto la storia è stata sempre caratterizzata da una crescita lineare. Anche in questa occasione, si prevede che l'impatto su produttività e lavoro sarà coerente con l'evoluzione della storia umana.

“Storicamente e, crediamo, nel futuro prossimo, è prevedibile che la riduzione dell'esigenza di braccia per unità di output risultante dalle nuove tecnologie di processo sarà e continuerà ad essere più che compensata dagli effetti benefici sull'occupazione garantiti dall'espansione dell'output totale che di solito riscontriamo”<sup>1</sup>.

La lotta *brain and machine* dovrà essere caratterizzata da un *brain* che governerà sempre più la macchina, piegandola a svolgere funzioni, che servono e serviranno sempre più in modo

---

<sup>1</sup> Richard M.Cyert e David C.Mowery, *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S Economy*, National Academies Press, 1987.

customizzato all'umanità, con servizi che saranno sempre più di valore aggiunto per coloro che li acquisteranno.

# Introduzione

## a) Motivazione del lavoro

Fornire un quadro d'insieme, quanto più chiaro ed esaustivo possibile, intorno ad una realtà dinamica e complessa come può essere quella che viene definita quarta rivoluzione industriale, è stato l'obiettivo di questo lavoro, che conclude la prima parte del mio percorso di studi universitari; una rivoluzione tecnologica, che non è un nemico da allontanare, piuttosto un'onda positiva da cavalcare per trarne vantaggi.

Nel primo capitolo si definiscono e chiariscono termini quali *Big Data*, algoritmi, *Machine Learning* e Intelligenza Artificiale, attraverso un filo conduttore che, a partire dalla complessità, vista anche la confusione che vige su tali temi, cerca di fornire risposte chiare ed esaustive evidenziando la direzione verso la quale ci si sta orientando e il conseguente rischio per la privacy.

Il cliente è sempre più al centro del sistema perché, grazie ai dati che le imprese raccolgono in tempo reale, è possibile estrapolare informazioni essenziali per migliorare l'offerta, fornendo un servizio fortemente personalizzato ed orientato alle esigenze.

Nel secondo capitolo, ripercorrendo le principali rivoluzioni industriali, si tenta di dimostrare che, nonostante l'attuale ondata tecnologica sia per certi versi devastante, la creatività dell'uomo e la sua capacità di gestire aspetti emotivi e relazionali rimangono capacità naturali non replicabili, che contraddistinguono il valore della persona rispetto alla macchina.

Le mansioni automatizzate saranno molte e le competenze emergenti altrettante, ma la vera sfida è l'approccio al cambiamento: la chiave è essere strategici e flessibili allo stesso tempo.

Nel terzo capitolo, dopo aver introdotto e analizzato la "manutenzione predittiva"<sup>2</sup> in un contesto generico, spiegandone le caratteristiche salienti, l'importanza, l'unicità e al tempo stesso la completezza, si individua un caso specifico (**Trenitalia**) e, attraverso l'analisi dei dati, si cerca di mostrare correlazioni tra i vantaggi originatisi negli anni e la tecnologia impiegata (DMMS), seguendo due linee guida principali: riduzione costi manutentivi e miglioramento standard di servizio offerto ai clienti.

---

<sup>2</sup> Sistema di analisi, che va ad incrociare dati di natura e origine differente, per costruire un modello di informazioni che permetta di intervenire quando è realmente necessario.

## **b) Domanda di ricerca e metodologia**

La domanda a cui si è cercato di dare una risposta è come le tecnologie emergenti, in particolare “l’*Internet of Things*”<sup>3</sup> e la manutenzione predittiva, sua principale applicazione, possano arrecare benefici e i vantaggi nel breve, ma soprattutto nel medio e lungo periodo. La seconda domanda, altresì, riguarda l’entità degli effetti, che questa ondata tecnologica sta avendo sul mercato del lavoro, sulle competenze e il modo in cui, inconsapevolmente, ne veniamo influenzati.

I dati utilizzati sono stati estrapolati principalmente da interviste dirette (con il dott. Vincenzo Carpenzano: *SAP Project Manager*), report, analisi di mercato redatte da aziende e istituti sensibili al tema, libri pubblicati dai principali esperti del settore.

Sono stati inoltre utilizzati bilanci, relazioni finanziarie annuali e relazioni sulla qualità dei servizi del principale operatore ferroviario in Italia, Trenitalia, per svolgere una analisi quantitativa e dettagliata sui principali benefici generati inevitabilmente dalla manutenzione predittiva ed in particolare dal *Dynamic Maintenance Management System* (DMMS).

## **c) Risultati finali**

Il risultato finale evidenzia una dipendenza tra la tecnologia adottata da Trenitalia e gli importanti risultati raggiunti negli ultimi anni dalla stessa. I *Big Data*, nel caso analizzato, risultano essere un canale funzionale, perché da un lato migliorano la qualità del servizio offerto (l’esperienza del viaggio e della mobilità risulta più piacevole e rispondente ai bisogni del cliente) e dall’altro impattano positivamente sui principali indicatori economici, con la riduzione dei costi operativi annuali e conseguenti vantaggi sulla globalità del bilancio di esercizio.

La dipendenza riscontrata, vuole mettere in luce come la trasformazione vigente, se pianificata con visione strategica, può arrecare vantaggi duraturi in diversi ambiti, avendo cura di rimanere al passo con i tempi, investendo continuamente in competenze ed attività innovative e sviluppando network collaborativi.

Per ciò che concerne il mercato del lavoro, questo sarà inevitabilmente automatizzato in funzione dell’evoluzione che stiamo vivendo e riguarderà settori quali agricoltura, gastronomia,

---

<sup>3</sup> Estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti.



manifattura, edilizia, medicina e formazione, ma il modo in cui ci coinvolgerà o stravolgerà, a seconda dei casi, dipenderà dalle competenze acquisite, dalle *skills* maturate, ma soprattutto dalla visione sulla prospettiva futura.

# Capitolo 1

## La connessione dei dati

### 1.1 *Big Data*: cosa sono e quali sono i pericoli per la privacy

La definizione di *Big Data* (grande mole di dati) passa attraverso l'analisi delle 3 V:

- ✓ **Volume:** dipende dal numero di fonti di generazione (510.000 commenti, 293.000 cambi di stato personale e 136.000 foto caricate in un solo minuto su Facebook).
- ✓ **Velocità:** dipende dall'intensità di uso delle fonti dei dati.
- ✓ **Varietà:** dipende dal numero di tipologie di fonti (flussi di click, video, sensori).

Una vera e propria definizione rigorosa non esiste, il volume delle informazioni è talmente grande da non risultare compatibile con la memoria utilizzata dai computer per la processazione, quindi il termine “*Big*” sta ad identificare non solo grande mole di dati, ma anche tempi di processazione molto rapidi, oltre che la tolleranza di un certo margine di errore. L'idea base, dietro l'espressione, è che tutto ciò che noi facciamo lascia sempre più una traccia digitale (o dato), che può essere utilizzata e analizzata. Si tratta di un mercato molto profittevole e in rapida crescita, tale per cui oggi tramite *Big Data*, “Amazon” riesce a consigliare un libro, “Google” seleziona il sito web più pertinente e “Linkedin” indovina chi conosciamo. L'enorme mole di dati disponibili riduce il rischio di errori e permette di trovare dati predittivi rilevanti per qualsiasi business, semplicemente analizzando atteggiamenti sociali, fenomeni emergenti e scovando possibili correlazioni.

Le recenti evoluzioni nella *computer science* hanno consentito di spostare decisamente in avanti la frontiera delle capacità cognitive dei sistemi informativi, tanto da poter parlare di *cognitive computing*. Rientra in questa dinamica la *Big Data Analysis*, tra le cui principali applicazioni si annovera la *customer intelligence*. Le grandi sfide che la piattaforma di *Big Data Analysis* affronta:

- Estrapolare e integrare le informazioni contenute in una grande eterogeneità di sorgenti.
- Scoprire come i dati possono scovare aspetti rivelanti su clienti, concorrenti e mercati.

Lo sfruttamento dei *Big Data* non ha per obiettivo quello di insegnare ad un computer a pensare come gli essere umani, quanto, piuttosto, quello di applicare la matematica ad enormi quantità di dati, per desumerne delle probabilità (i *Big Data* hanno a che fare con le previsioni, anche se vengono concettualmente inquadrati nella branca dell'Intelligenza Artificiale).

Si tratta di sistemi costruiti per automigliorarsi nel tempo, tenendo una registrazione automatica di quelli che sono i segnali e gli andamenti più attendibili, da monitorare man mano che vengono inseriti nuovi dati.

Secondo gli esperti, la società non dovrà chiedersi perché una cosa succede, ma semplicemente cosa sta accadendo, dato che si è sempre più interessati ai trend generali e sempre meno ai dettagli.

Le correlazioni ci aiutano a capire il presente e a prevedere il futuro: se A avviene spesso in concomitanza di B, per prevedere A è importante avere sotto controllo anche B. L'utilizzo di B come indicatore rappresentativo ci aiuta a prevedere quello che sta accadendo presumibilmente ad A, anche se non siamo in grado di misurarlo o di osservarlo direttamente e di prevedere cosa potrebbe accadere in futuro ad A.

Le correlazioni non dicono esattamente perché qualcosa accade, ma ci avvisano quantomeno che sta accadendo e molto spesso ci permettono di predire eventi rilevanti con un ottimo grado di attendibilità.

Bisogna essere disposti ad accettare un aumento del margine di errore in cambio di una mole di dati enormemente maggiore: esperti nel settore (azienda "Forrester") ci assicurano che in questo ambito "a volte 2+2 può fare 3,9 e si tratta di un risultato abbastanza buono"<sup>4</sup>.

Ogni volta che visitiamo un sito web, clicchiamo su un link, la pagina che carichiamo notifica a una o più parti, oltre al sito che stiamo visitando, il nostro arrivo. Ogni pagina web contiene dei link che rimandano non solo ad altre pagine, ma anche a file che mostrano le immagini che vediamo all'interno della pagina, o *frame*. Ogni immagine ha una dimensione specifica, misurata in pixel.

I pixel quando provengono da server estranei, acquisiscono immediatamente il diritto di mettere delle annotazioni (minuscoli file chiamati *cookies*). I *cookies* sono dei marcatori digitali (*markers*) piazzati automaticamente dai siti web sui computer che vi si connettono, per mezzo dei quali tutti i movimenti online vengono registrati dal server del sito web che lo ha piazzato.

---

<sup>4</sup> B.Hopkins e B.Evelson, *Expand Your Digital Horizon with Big Data*, Forrester, 2011.

Fatti semplici, possono diventare molto preziosi quando combinati logicamente. I server di chi deposita i *cookies* riescono a costruire uno straordinario profilo delle nostre abitudini: cosa ci piace e cosa no, dove viviamo, cosa compriamo e da chi, di quali disturbi soffriamo, cosa leggiamo, guardiamo e mangiamo. Possono costruire un'immagine molto dettagliata di un singolo individuo senza conoscere né il nome o altri dettagli identificativi.

Il sito web che visitiamo vuole essere in grado di pubblicizzarci qualcosa in futuro (aziende come Google, Yahoo possono farne un uso vantaggioso).

L'entrata monetaria principale per le imprese di *e-commerce* deriva da pubblicità e marketing, ricevendo da un lato i proventi dai *banner* pubblicitari destinati alla consultazione degli utenti e dall'altro i dati degli utenti che permettono al marketing di definire in maniera accurata il profilo dei clienti. Ogni click sul sito web genera informazioni preziose.

Sistemi di *Machine Learning* con accesso a un enorme potere di calcolo e ad un archivio di dati sono in grado svolgere analisi di elevata complessità e permettere di mostrarci pubblicità *ad hoc* sempre più personalizzate (il vero valore è nei dati).

Immaginiamo di poter conoscere i gusti personali di ogni singolo cliente e di intuire i suoi desideri, anche semplicemente leggendo la sua espressione quando guarda un prodotto. Non è fantasia, piuttosto è capacità di utilizzare milioni di dati, che derivano dall'interazione di quel cliente con un algoritmo intelligente, in grado di suggerire le azioni da intraprendere per comprendere oppure orientare i diversi comportamenti degli utenti.

Il pericolo, per la privacy, grazie alla crescita dei dati digitali è inevitabile: la maggior parte dei dati che vengono generati oggi includono informazioni di carattere personale e le aziende hanno diversi interessi ad acquisirne di più.

I *Big Data* consentono una maggiore sorveglianza sulla nostra vita e rendono obsoleti alcuni degli strumenti giuridici finalizzati alla tutela della privacy. Le previsioni, che emergono dall'analisi dei dati, potrebbero, addirittura, essere impiegate per giudicare e punire persone ancor prima che agiscano. Una visione del mondo, che si fondava sulla ricerca delle cause, viene messa in dubbio dalla possibilità di desumere correlazioni predittive. Il sapere, che un tempo si identificava con la conoscenza del passato, viene a identificarsi con la capacità di prevedere il futuro, obbligandoci a riesaminare la natura del processo decisionale e della giustizia.

Si corre il rischio di giudicare le persone in base alla elaborazione dei dati e non in base alle loro azioni effettive. Se gli individui si considerassero responsabili per dei probabili crimini futuri, cioè, per delle azioni che potrebbero non compiere mai, si negherebbe la libertà di scelta degli esseri umani, rendendo i *Big Data* uno strumento per cancellare il libero arbitrio. Proprio

perché si basano su correlazioni, i dati non possono aiutarci a giudicare la causalità e quindi attribuire colpe individuali. Un uso scorretto delle tecniche di analisi e previsione, rischierebbe di indirizzare le scelte, su sistemi che basano la colpevolezza, sulla probabilità di appartenenza ad un determinato gruppo sociodemografico con il quale veniamo indentificati e valutati (“colpevolezza per associazione”<sup>5</sup>).

La *governance* dei *Big Data* deve partire dalla garanzia che le persone continueranno ad essere giudicate in base al loro comportamento effettivo, e non in base all’elaborazione dei dati e alle probabilità desunte dall’analisi. Gli individui, dotati di libero arbitrio, hanno il diritto di essere giudicati e valutati solo e soltanto per le azioni effettivamente compiute.

Il CEO di Google (Hal Varian) afferma che “i dati sono così largamente disponibili e così strategicamente importanti che, il bene scarso, sono le conoscenze necessarie per estrarne utili indicazioni” (intervista rilasciata a Cukier, Dicembre 2009).

La società è sempre stata condizionata dai limiti degli strumenti che usiamo per misurare e conoscere la realtà. I *Big Data* sono sia una risorsa che uno strumento, ma dietro tutto ciò ci deve essere una gestione consapevole dell’uomo.

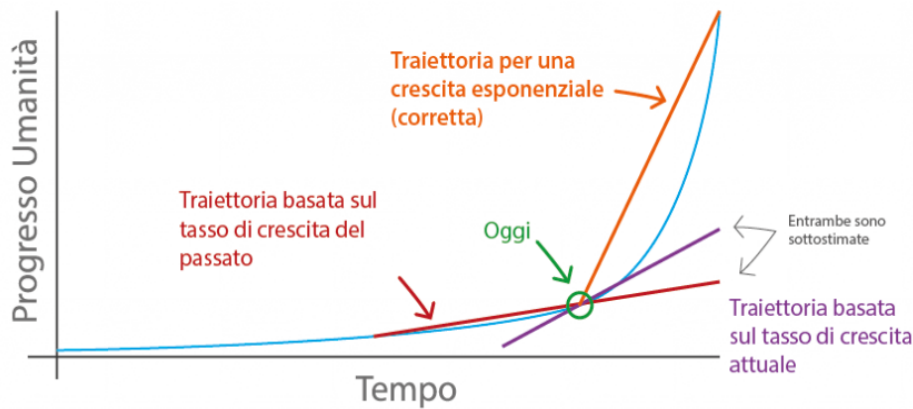
## **1.2 Come veniamo influenzati senza esserne consapevoli**

Alla base della creazione di Internet vi è una cultura tecno-meritocratica dell’eccellenza scientifica e tecnologica emersa dalla *Big Science*, costituita da una fiducia nel progresso del genere umano, tramite la tecnologia.

Il cambiamento è logaritmico, cioè evolve in maniera esponenziale (il mondo è cambiato molto più negli ultimi 10 anni, che nei precedenti 50 e ancor più negli ultimi 3 piuttosto che nei precedenti 10).

---

<sup>5</sup> B.E.Harcourt, *Against Prediction: Profiling, Policing and Punishing in an Actuarial Age*, University of Chicago Press, Chicago 2006.



(Progresso tecnologico.)<sup>6</sup>

Le rivoluzioni epocali, incredibili e giganteschi passaggi da un'umanità all'altra del tutto diversa, hanno sempre solo e soltanto una cosa in comune: quelli che le vivono non se ne rendono conto.

L'individualismo che ha caratterizzato l'era moderna si confronterà con un modello nuovo, in cui ciascuno avrà i propri spazi, ma dovrà interagire in modo costruttivo con tutti gli altri, se non vorrà essere emarginato. Ci si aspetta, nel prossimo futuro, un mondo in grado di sfruttare la rete e le tecnologie, che da essa dipenderanno per raggiungere traguardi sin qui inimmaginabili.

Quello che accadrà domani è necessariamente frutto di quello che si sta sviluppando nel nostro presente, grazie ad imprese in grado di cambiare radicalmente il modo di vivere, nonché le persone stesse. Mi riferisco a realtà come "Microsoft", che è riuscita nell'intento di arrivare nelle case di tutti, "Apple", che è stata in grado di creare dispositivi che hanno cambiato il mercato per sempre, "Amazon", leader dell'*e-commerce* e più grande negozio del pianeta, "Google", che gestisce satelliti geostazionari sopra le nostre teste e "Facebook", che grazie al suo miliardo e duecento milione di utenti, se fosse una nazione, sarebbe la terza più popolosa al mondo, dopo Cina ed India.

Quando un prodotto online è gratis, significa che il prodotto sei tu. Google grazie ai dati si arricchisce, ma noi forniamo ciò che ci è richiesto senza troppi indulgi, perché abbiamo in cambio servizi senza i quali ci sentiremmo fuori dal mondo. L'UE ha adottato una legge sulla

<sup>6</sup> Graficata.com

privacy, in base alla quale le aziende non possono utilizzare i dati dei loro clienti senza esplicito consenso.

Non essendo molto spesso consentito navigare senza accettare condizioni, che solitamente scorriamo molto velocemente o con poca attenzione o addirittura neanche leggiamo, possiamo dire che la questione riguarda lo scambio di dati, in cambio dell'accesso ai siti.

Una parte consistente della vita quotidiana, compresi il lavoro, il piacere e l'interazione personale, ha luogo sulla rete. La diffusione di Internet sta portando all'isolamento sociale, alla rottura della comunicazione sociale e della vita familiare, con individui che stanno abbandonando l'interazione *face to face* nei contesti della vita reale. La flessibilità e la potenza di comunicazione di Internet, contribuiscono a rendere l'interazione sociale sulla rete, un aspetto cruciale e crescente nell'organizzazione sociale nel suo complesso. I network online possono costruire comunità virtuali, differenti dalle comunità fisiche, ma non necessariamente meno intense e meno efficaci, creando un contesto in cui insieme al luogo fisico emerge il *cyber*-luogo (terminologia utilizzata da Barry Wellman) come supporto materiale dell'individualismo in rete.

“La realtà sembra essere che molti, probabilmente la maggioranza degli utenti delle reti, creano degli io online coerenti con le loro identità offline”<sup>7</sup>.

I social sono stati concepiti come un servizio di intrattenimento, di svago, ma grazie ad un algoritmo relazionale (*EdgeRank*), Facebook è in grado di scoprire le nostre parti più intime, segrete, nascoste, con il fine principale di trarne profitto aziendale.

La crescita di nuove piattaforme sembra aver dimostrato che l'emergere di nuovi social, sempre più specializzati, non comporta un abbandono dei social generici. L'intero ecosistema social, di cui tanto si celebra l'innovatività, è in verità la più completa realizzazione del principio di Antoine Lavoisier, in base al quale “nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma”<sup>8</sup>.

Il mondo dei social network possiede il più grande patrimonio umano esistente, il patrimonio relazionale. Facebook sa cosa diciamo, quando, con chi, chi ci risponde e come, e lo sa per un miliardo e duecento milioni di persone, generando così dei *Big Data* di enorme complessità.

---

<sup>7</sup> Nancy K. Baym, *The emergence of online community*, in Steve Jones (a cura di), *Cybersociety 2.0: Revisiting Computer Mediated Communication and Community*, Sage, Thousand Oaks, 1988.

<sup>8</sup> Emanuela Zaccone: intervista rilasciata nel libro pubblicato da Ruby Bandiera, *WEB 3.0*, Dario Flaccovio Editore, 2014.

Come Internet ha cambiato radicalmente il mondo, aggiungendo la capacità di comunicazione ai computer, i *Big Data* modificheranno aspetti importanti della vita dandole una dimensione quantitativa che non ha mai avuto prima.

Le statistiche ci suggeriscono che ci facciamo distrarre da notifiche almeno quattro volte l'ora e, nel circa 40% dei casi, non riusciamo a riprendere quello che stavamo facendo. Controlliamo la messaggistica del telefono circa una volta ogni 15 minuti e siamo connessi alla rete circa 10 ore e 45 minuti al giorno, con un grande senso di irritazione in caso di mancata connettività (dati rilevati dalla giornalista inglese Frances Booth).

Spesso i nuovi media offrono contenuti gratis, in cambio ricevono l'attenzione e guadagnano con pubblicità più o meno evidenti nei contenuti. Chi si abbona ad un servizio gratuito non ha la percezione di pagare ma, di fatto, concede qualcosa di enormemente prezioso: tempo e attenzione, due fattori con un notevole valore economico per via della loro scarsità. Il mondo in cui ci stiamo addentrando non considererà più solo il denaro come unico indicatore di potere economico, ma darà sempre più spazio ad attenzione e influenza.

La mole di informazioni che sono state raccolte e che si stanno raccogliendo, grazie alle piattaforme social, alle tecnologie indossabili, a tutti i sensori di ambiente e ai vari oggetti connessi ad Internet, costituirà quella enorme massa di *Big Data*, che darà la possibilità di migliorare i processi decisionali ed estendere nuove forme di esigenze. Prodotti e servizi saranno costruiti basandosi sull'analisi del comportamento delle persone, sulle modalità in cui le abitudini e i consumi cambiano e soprattutto grazie alla partecipazione degli utenti ai processi di sviluppo e miglioramento, si potranno fornire prestazioni sempre più personalizzate alle esigenze specifiche.

La personalizzazione risulta la chiave del nuovo modo di fare impresa. Il cambiamento culturale e la diversità della domanda globale rendono sempre più difficile il ricorso a una produzione di massa standardizzata per soddisfare il mercato. Il giusto mix tra volume e produzione personalizzata, può essere raggiunto tramite un network di produzione su larga scala, personalizzando il prodotto finale per il singolo consumatore. Questo è possibile mediante un'interazione online, che con il *profiling* automatizzato, incorporato nel modello delle transazioni online, permette all'impresa di individuare specifiche preferenze dei consumatori. Se la personalizzazione è la chiave per la competitività, Internet è lo strumento essenziale per garantire la personalizzazione in un contesto di produzione e distribuzione ad alto volume.

L'enorme quantità di dati, che ogni giorno tutti noi sviluppiamo tramite le nostre attività quotidiane, sta creando una delle più grandi rivoluzioni della modernità, grazie ad Internet.



La grande mole di dati ci permetterà di predire il futuro, di capire gli umori di un popolo, in base alla mutazione delle sue abitudini, di conoscere in anticipo chi vincerà le prossime elezioni, di poter annoverare cure e sintomi fino ad ora impensabili.

I dati vengono generati da tutto ciò che è digitale e online: utilizzo GPS, ricerche Google, transazioni con carte di credito, operazioni su conti correnti, utilizzo degli smartphone e tablet, utilizzo dei social network.

Il web ha subito, come ogni altra cosa, un processo di cambiamento repentino: si è passati da un insieme di siti per lo più statici, ad un insieme di tecnologie in grado di facilitare interazione ed integrazione tra vari aspetti e persone.

Il web semantico è un web che non solo legge i dati, ma li interpreta. Un'evoluzione del web in cui le parole non sono valutate solo in base al loro significato, ma anche al loro contesto, in un ambiente in cui i contenuti possono comunicare tra loro tramite varie macchine e *devices*.

La realtà aumentata, tramite l'impiego di visori, permette di arricchire il mondo che ci circonda con informazioni, che non possono essere percepite dai nostri sensi, ma che aumentano la consapevolezza della realtà che ci circonda. La realtà aumentata non ha motivo di esistere se non esiste un *device* che produca informazioni utili a comprendere meglio la realtà.

La regolamentazione dei contenuti e dei dati, in mano alle aziende che hanno denaro e tecnologia per memorizzare questi dati e contenuti, diventa molto pericolosa nel momento in cui la nostra immagine, le nostre professionalità, il nostro business e la nostra personalità sono nelle loro mani. I dati sono nostri e sarebbe opportuno che anche noi avessimo voce in capitolo sulla loro gestione, indipendentemente da quali essi siano e a cosa siano finalizzati. I nostri dati rappresentano la nostra identità, chi siamo, chi siamo stati e chi saremo e sono molto più preziosi di quello che possiamo immaginare.

La questione non è la paura del Grande Fratello perché gran parte di questa sorveglianza non avrà per noi nessuna conseguenza diretta o indiretta. L'aspetto più preoccupante è la mancanza di regole esplicite, che comportano il rischio che il nostro comportamento possa essere giudicato o interpretato da parte di una varietà di soggetti non precisamente identificati. Non è il Grande Fratello, ma una moltitudine di agenzie di sorveglianza che registrano, per sempre, il nostro comportamento e formano un *database* che accompagna la nostra vita, a partire dal nostro DNA e dalle caratteristiche personali. Il controllo dei network di comunicazione diventa la leva con cui interessi e valori vengono trasformati per guidare il comportamento umano.

Non possiamo usare Facebook senza accettarne la policy, non possiamo impedire a Google di leggere la Gmail; “non godiamo certamente di una privacy privilegiata, ma possiamo cambiare il modo di pensare attraverso l’autoconsapevolezza di quello che ci accade intorno”<sup>9</sup>.

La consapevolezza di quello che si usa e di come lo si usa è il primo passo per un mondo più equo.

Prendendo in riferimento il famigerato film “Matrix” mi verrebbe da dire: “pillola blu o rossa?”, una ti permetterà di svolgere la vita come se niente fosse accaduto, l’altra ti farà prendere coscienza del mondo in cambiamento, con il rischio di rimanerne deluso.

Qualunque pillola si sceglierà, che sia blu o rossa, il mondo continuerà a cambiare perché, che lo si accetti o no, tutto scorre in maniera inesorabile. La differenza consta nel modo in cui ci si avvicina a tale cambiamento, si può prediligere una scelta attiva e consapevole, oppure una scelta più passiva e dormiente.

### **1.3 Algoritmi abilitati da *Machine Learning***

Gli algoritmi sono al centro della nostra vita anche se spesso non ce ne accorgiamo. Nel caso di una telefonata, di un videogioco, dell’acquisto di un libro dalla libreria online non stiamo usando altro che un programma informatico che esegue algoritmi. La ricerca di informazioni su Google, l’interpretazione della voce che ci permette la dettatura dei messaggi e persino la risposta che otteniamo da Siri, quando poniamo una domanda, sono il risultato di una serie di algoritmi.

In ambito informatico, con il termine algoritmo si intende un insieme di istruzioni che devono essere eseguite per raggiungere un determinato risultato o risolvere un problema. Nella sua forma essenziale si parla di una procedura passo per passo, scandita da *steps* molto precisi, seguendo un metodo iterativo.

I sistemi informatici basano le proprie decisioni su regole fissate esplicitamente nel codice di programmazione, che è possibile ispezionare per comprendere le logiche delle decisioni prese. Con l’uso massiccio dei *Big Data*, questa tracciabilità diventa decisamente più complessa, poiché questi dati operano su una scala che trascende i parametri abituali dell’uomo.

Le decisioni dei sistemi vengono prese su scelte basate su enormi quantità di dati e complessi

---

<sup>9</sup> Ruby Bandiera, *WEB 3.0*, Dario Flaccovio Editore, 2014.

calcoli statistici, che sfuggono alla comprensione di logiche razionali. In questi scenari possiamo riscontrare il rischio che le previsioni fondate sui *Big Data*, e gli algoritmi che vi sono dietro, diano vita a “scatole nere”<sup>10</sup> che non si prestano alla tracciabilità e alla responsabilizzazione. Esiste una profonda differenza tra un comune computer che è normalmente in grado di svolgere un compito assegnato, rispetto ai sistemi di Intelligenza Artificiale. Nel primo caso il computer, inteso come strumento, è capace di fornire precisi output in relazione agli input immessi, ma soltanto perché a priori uno sviluppatore lo ha programmato per rispondere ad una esigenza mirata. Un sistema dotato di apprendimento automatico, invece, riesce a raggiungere l’obiettivo prefissato in maniera autonoma, risolvendo problemi senza la programmazione di un essere umano. Un’Intelligenza Artificiale, tramite il *Machine Learning*, riesce a migliorarsi di volta in volta e ad apprendere addirittura dai propri errori, proprio come farebbe una mente umana nel tentativo di risoluzione di un problema. Gli algoritmi intelligenti, infatti, sanno riconoscere l’errore e farne tesoro, imparando dallo stesso, quando il risultato non corrisponde a quello desiderato. In questo modo, l’intero sistema riesce ad apprendere e a migliorarsi con l’esperienza acquisita e con quella successivamente generata. Tramite queste tecnologie è così possibile arrivare a produrre sistemi con capacità predittive. Tra i campi di applicazione troviamo: le auto a guida autonoma; innovazioni nel campo medico, capaci di diagnosticare, con maggiore precisione, incrociando le informazioni mediche con i sintomi dei pazienti, e formulando una diagnosi e una terapia; sistemi di riconoscimento vocale (Siri).

Le tecnologie della Intelligenza Artificiale serviranno per arricchire l’esperienza clinica e la capacità di giudizio dei medici, non certo per sostituirli.

Questa nuova fase della digitalizzazione passa attraverso una logistica più efficiente, che ottimizza i tempi e i modi di percorrenza dei mezzi, riduce gli sprechi e, attraverso nuove modalità di condivisione di beni strumentali (*sharing economy*), permette di utilizzare in modo più intenso e quindi efficiente tali beni, riducendo l’impatto ambientale complessivo. Le auto a guida autonoma sono una ipotetica visione di come, con una singola auto, si potrebbero soddisfare esigenze per le quali oggi occorrono due o più auto diverse, che trascorrono gran parte della giornata posteggiate e inutilizzate.

---

<sup>10</sup> Viktor Mayer-Schonberger e Kenneth Cukier, *Una rivoluzione che trasformerà il nostro modo di vivere e già minaccia la nostra libertà*, Garzanti, 2013.

La convergenza tra *Big Data* e Intelligenza Artificiale risulta essere lo sviluppo più importante in assoluto che plasmerà il modo in cui le aziende creeranno valore attraverso l'uso dei propri dati.

L'Intelligenza Artificiale e il *Machine Learning* sono due parole molto in voga e spesso vengono usate in modo intercambiabile. Di questi due termini si sente parlare frequentemente nelle ondate di trasformazioni tecnologiche, che stanno attraversando questo periodo, essendo, per entrambi, il reale valore rappresentato dai dati.

Tuttavia, l'Intelligenza Artificiale e il *Machine Learning* non sono esattamente la stessa cosa poiché la prima è l'intelligenza mostrata dalle macchine, mentre la seconda è una classe di algoritmi che permette di costruire modelli analitici in maniera automatica, offrendo ai computer l'abilità di apprendere, anche senza essere stati esplicitamente programmati per fare ciò.

Le soluzioni di *Machine Learning*, in grado di suggerire alle macchine come comportarsi, in connessione con le applicazioni gestionali, consentono alle aziende di disporre una serie di raccomandazioni, suggerimenti ed indicazioni che permettono di unire all'esperienza degli operatori OT (*Operation Technology*), la conoscenza prodotta dalle macchine stesse.

Gli strumenti di *Machine Learning* hanno applicazioni su più livelli: possono analizzare i contratti, identificare in anticipo quali sono i dipendenti che potenzialmente potrebbero lasciare l'azienda e proporre azioni a loro supporto, possono automatizzare le interazioni con i candidati in fase di colloquio, leggere i curricula e standardizzare il testo nelle offerte di lavoro.

La scienza dei dati non è un argomento nuovo, il termine "*data mining*" è apparso più di 25 anni fa e la ricerca operativa ha una storia di almeno 50 anni. L'enorme aumento di dati deriva dalla creazione e dalla produzione degli stessi.

Gli algoritmi sono una parte importante della scienza dei dati, ma, cosa più importante, fanno parte di un processo di analisi. L'attività principale nel processo di scienza dei dati è dedicata all'identificazione, all'accesso e alla preparazione dei dati per l'analisi.

L'accuratezza dell'algoritmo è importante, ma lo è anche la comprensione e la chiarezza del modello. L'obiettivo è quello di migliorare i processi aziendali; tuttavia, se i decisori non capiscono perché l'analisi suggerisce un cambiamento, è improbabile che agiscano su di esso.

Intelligenza Artificiale e *Machine Learning* aiutano le aziende secondo due principali direttive:

1. Analisi approfondita dei dati (suggerimenti che il *Machine Learning* permette di fornire all'utente analizzando i dati con algoritmi molto più evoluti rispetto a quelli usati fino ad oggi).

2. Automazione di una serie di processi attraverso robot intelligenti, siano essi fisici (robot hardware) o software (azione sull'automazione di processo).

L'Intelligenza Artificiale mette il cliente al centro dell'attenzione, personalizzando e rendendo adatti alle esigenze del cliente i prodotti e servizi, che hanno al loro interno tecnologie di Intelligenza Artificiale. Questo comporta una serie di conseguenze, riguardo la necessità di possedere algoritmi accurati e istruire il motore di Intelligenza Artificiale in modo tale da fornire al cliente una risposta corretta ed affidabile.

Analisi di serie storiche di dati (*advanced analytics*) permettono di effettuare previsioni su situazioni, che possono essere applicate alla *predictive maintenance*, all'analisi proattiva dell'offerta verso i clienti ed anche a serie finanziarie future. Inserendo appositi sensori su macchine, motori o infrastrutture si possono monitorare i dati che producono, relativi al calore, alle vibrazioni, al carico o al rumore, e rilevare i cambiamenti che potrebbero indicare situazioni di pericolo. Quando qualcosa si danneggia o si rompe, ciò non accade quasi mai improvvisamente, poiché il danno è un aspetto progressivo che si matura dopo un numero consistente di segnali che siamo soliti non misurare.

Grazie ai dati raccolti dai sensori, l'analisi può identificare i segnali rivelatori che si manifestano tipicamente prima che qualcosa vada fuori uso (ronzio motore elettrico, calore eccessivo prodotto). L'individuazione precoce dell'anomalia consente al sistema di emettere un allarme, in modo che si possa installare un nuovo componente o risolvere il problema prima che si verifichi il guasto. L'obiettivo consiste nell'identificare e monitorare un indicatore rappresentativo per prevedere eventi futuri. L'analisi previsionale non spiega necessariamente la causa del problema, si limita a segnalare l'esistenza dello stesso.

Le tecniche di *Machine Learning*, oltre agli ambiti della produzione e di tutto ciò che chiamiamo Industria 4.0, possono essere applicate ovunque, con il fine di riuscire a risolvere i punti di debolezza delle applicazioni stesse. Gli algoritmi forniranno la capacità di prevedere la probabilità di poter subire un attacco di cuore, di non riuscire a rimborsare un mutuo ipotecario, o di commettere un crimine. Adottare tecnologie di Intelligenza Artificiale significa trasformare le aziende in imprese *smart*, dotate di piattaforme tecnologiche e applicative, in grado di supportare il percorso di crescita e miglioramento degli indicatori di business della impresa stessa. Con queste piattaforme, le imprese saranno in grado di lavorare in modo sempre più dinamico, aperto e intelligente, integrando sistemi di produzione (robot collaborativi) e logistica (*digital supply chain*). Evitare la compilazione di fogli elettronici, evitare l'uso di carta e, soprattutto, elaborare una gran quantità di dati in tempo reale consente l'eliminazione di

molteplici attività che non producono valore aggiunto rispetto al *core business* aziendale. Dati ben strutturati e organizzati possono essere impiegati per analisi più approfondite e per indagini su possibile miglioramenti del processo, cosa difficilmente fattibile quando le informazioni sono disperse nei tanti fogli Excel che non comunicano fra loro.

Le aziende oggi hanno il compito di riconfigurare i loro processi a partire dalle esigenze del cliente, ricavando conoscenza dall'enorme mole di dati che gestiscono. È proprio in questo preciso ambito che entrano in gioco macchine e sistemi interconnessi, che cambieranno radicalmente il modo in cui i beni industriali verranno prodotti e distribuiti, portandoci nell'era della "*Humachine Enterprise*"<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> SAP Executive Summit, Cernobbio, 2018.

## Capitolo 2

### Gli effetti della quarta rivoluzione industriale

#### 2.1 Le rivoluzioni della storia

Le rivoluzioni industriali sono fasi storiche, caratterizzate da un forte aumento della produttività e da un radicale cambiamento delle tecnologie adottate nella produzione.

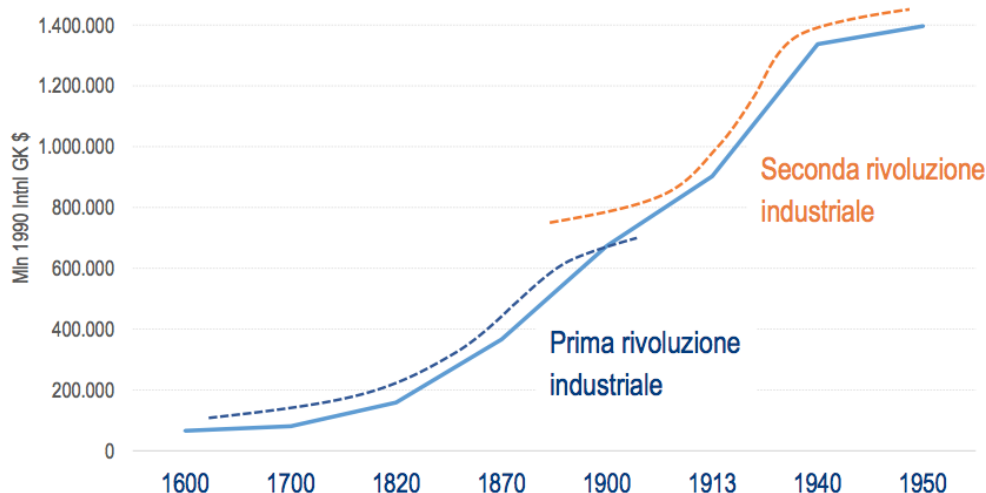
A differenza delle prime tre rivoluzioni industriali, quest'ultima viene descritta nel momento in cui si sta manifestando e non dopo essersi già verificata. Le tre precedenti rivoluzioni, sono prima accadute e solo dopo alcuni decenni sono state studiate, valutate e descritte. L'attuale rivoluzione, invece, viene annunciata, descritta e commentata mentre si compie, se non addirittura prima che si compia. Questa inversione di tendenza, da un lato rende possibile il rischio di fare previsioni errate sul futuro, dall'altro permette di avere una visione chiara su cosa fare e su come procedere per cavalcare l'onda positiva.

Le scelte che si stanno compiendo in queste prime fasi della quarta rivoluzione industriale avranno un impatto importante e persistente nel tempo.

La prima rivoluzione industriale compare verso la fine del Settecento in Inghilterra, con l'introduzione del telaio meccanico e poi delle macchine a vapore. Permette di ridurre i grandi sforzi fisici, precedentemente richiesti ai lavoratori, tramite l'introduzione di macchine in grado di lavorare in maniera continuativa. Prima del 1750, cioè prima della rivoluzione industriale, non si è mai registrata una vera e propria crescita economica. Una volta verificatasi, ne abbiamo beneficiato per ben due secoli. Tutto ciò è stato possibile grazie ad una seconda rivoluzione, detta "scientifica", anche essa basata sulle innovazioni tecnologiche, che ha permesso ad esempio l'illuminazione di case, uffici, magazzini, nonché la creazione di impianti, ora considerati indispensabili (aria condizionata) per il microclima di ambienti interni. La macchina a vapore non ha soltanto aumentato in maniera massiccia la quantità di energia disponibile per le fabbriche, ma ha anche rivoluzionato i viaggi su mare e su terra, permettendo la nascita di ferrovie e il trasporto via mare (piroscafi), mentre l'elettricità ha dato un ulteriore impulso alle fabbriche, permettendo ai macchinari di essere alimentati individualmente.

La seconda rivoluzione industriale, detta anche "rivoluzione scientifica", inizia negli anni Settanta del diciannovesimo secolo e si caratterizza per l'avvento dell'elettricità e per

l'introduzione di una forma di prima produzione in serie. Queste due rivoluzioni determinano un aumento dei redditi medi e un miglioramento delle condizioni di vita (lavori meno usuranti, migliori condizioni igieniche) e un conseguente aumento delle aspettative di vita.



(Andamento del Prodotto Interno lordo dell'Europa occidentale e approssimazione con curve logistiche in corrispondenza con la prima e la seconda rivoluzione industriale, 1600-1950.)<sup>12</sup>

Queste trasformazioni seguono normalmente la dinamica della “curva logistica”.

L'andamento della curva assume una forma sigmoideale, in cui si succedono gradualmente una prima fase di accelerazione e una seconda fase di decelerazione. La curva logistica descrive bene quei processi che iniziano lentamente, accelerano fino a una velocità massima e poi esauriscono il loro effetto. Se consideriamo l'andamento del PIL nell'Europa occidentale tra il 1600 e il 1950, si può identificare, in modo abbastanza chiaro, l'andamento sigmoideale delle prime due rivoluzioni industriali, con la seconda che si innesta sul finire della prima.

La terza rivoluzione industriale si fa risalire alla seconda metà del Novecento con l'avvento dell'elettronica e con la prima digitalizzazione; si registra un ulteriore incremento dei redditi medi e la riduzione dell'incidenza di lavori usuranti. Le protagoniste di questa terza fase sono la rete e le nuove tecnologie hardware per la costruzione dei *personal computer*. La rivoluzione informatica è paragonabile a quella industriale del primo Ottocento, con una differenza: le ferrovie hanno ridotto le distanze tra i mercati, Internet è stato in grado di annullarle.

La cifra 4.0 allude ad una quarta rivoluzione industriale, caratterizzata dalla possibilità di scambiare dati, di interagire con essi e di estrarre da essi informazioni utili attraverso sistemi di Intelligenza Artificiale. Questa nuova rivoluzione in atto ha permesso di creare due eventi

<sup>12</sup> Rielaborazione The European House - Ambrosetti su dati Groningen Growth and Development Centre, 2010.



straordinari: la nascita dell'Intelligenza Artificiale e la connessione tramite una rete digitale comune. Questi due eventi combinati sono più rilevanti di qualsiasi altra cosa sia arrivata dopo la rivoluzione industriale, che ha trasformato per sempre il modo in cui gli uomini erano soliti svolgere il lavoro fisico.

Nell'industria 4.0, macchine e prodotti sono connessi e si scambiano costantemente dati, permettendo una migliore collaborazione uomo-macchina. I confini fra i vari processi della *supply chain* sfumano e, con loro, la rigidità di un modello di competenze, dove l'esclusiva conoscenza del proprio ambito di competenza tecnica era garanzia di successo.

La macchina non si sostituisce all'uomo, ma lo supporta, fornendogli un'enorme quantità di informazioni, che deve saper rielaborare in un'ottica di miglioramento continuo.

Il capitale umano è al centro di questa quarta rivoluzione industriale, molto di più di quanto lo sia stato nelle precedenti. Stiamo parlando di una rivoluzione culturale, prima che tecnologica: investire sulla persona risulta essere la priorità strategica del sistema nel suo complesso.

Gli aspetti con maggiori benefici riguardano l'ottimizzazione della catena produttiva (risparmio di tempo e migliore gestione delle risorse) e manutenzione predittiva (conoscenza e prevenzione dei guasti, per impiegare il risparmio su ulteriori investimenti maggiormente redditizi).

È certamente utile incentivare l'acquisto di macchinari facendo in modo che siano connessi a qualcosa di intelligente.

Mondo virtuale e reale sempre più connessi con un confine sempre meno netto: si parla di "sistemi *cyberfisici*"<sup>13</sup> (sistemi informatici in grado di interagire in modo continuo con i sistemi fisici in cui operano). Una nuova realtà che, se colta per tempo, può essere un'evoluzione, altrimenti si rischia di subirla come una rivoluzione vera e propria.

La paura del cambiamento è una costante storica dell'esperienza umana, ma molte ragioni di insoddisfazione di fronte al mondo connesso in rete, possono essere collegate ad una serie di aspetti non opportunamente valutati:

- ✓ Rischio per la libertà: Internet da un lato fornisce una comunicazione libera e globale e dall'altro le sue infrastrutture di rete possono essere controllate a fini commerciali, ideologici e politici.

---

<sup>13</sup> Luca Beltrametti, Nicola Guarnacci, Nicola Intini, Corrado La Forgia, *La fabbrica connessa*, Guarnini, 2017.

- ✓ Esclusione dalle reti: la differenza tra coloro che hanno la possibilità di accedere ad Internet e coloro che non godono di tale possibilità, costituisce un'altra fonte di disuguaglianza ed esclusione sociale, accrescendo il *digital divide* ed il gap tra ciò che l'età dell'informazione prometteva e ciò che si è verificato nella realtà, che per molte persone ha significato restare comunque "sconnessi" e quindi in una situazione di marginalità.
- ✓ Capacità di trattamento delle informazioni: la chiave consiste nello sviluppo della capacità intellettuale di apprendere nel corso di tutta la vita, di raccogliere informazioni, ricombinarle e utilizzarle per produrre conoscenza a qualsiasi scopo. Il processo deve investire la Scuola e gli insegnanti, per lo sviluppo di simili competenze e della capacità di pensiero autonomo.

Questa nuova fase digitale secondo molti studiosi ci permetterà di recuperare competitività rispetto ai Paesi a basso costo del lavoro, permettendo un rimpatrio di produzioni oggi delocalizzate in paesi in via di sviluppo.

## **2.2 L'Italia in movimento per un'occasione da non perdere**

I periodi di grande crescita economica sono stati sempre accompagnati da profonde trasformazioni produttive. Nelle rivoluzioni industriali, le innovazioni tecnologiche hanno determinato sensibili miglioramenti. Lo straordinario balzo tecnologico vigente, riguarda catene di montaggio progressivamente autonome, dotate di sensori interconnessi e dispositivi IoT, robot sempre più efficienti, un'Intelligenza Artificiale e *cognitive service* sempre più sviluppati. Non è sufficiente produrre di più a costi inferiori, quanto piuttosto arrivare ad una produzione intelligente, flessibile, nella direzione della personalizzazione di massa fino a ieri impensabile. La rivoluzione 4.0 può essere l'occasione decisiva per il nostro Paese, bisognoso di tornare a crescere e di colmare il gap di competitività e di produttività verso le altre principali economie esistenti.

Il nostro Paese sconta un ritardo in circa 25 miliardi di euro l'anno di mancati investimenti in innovazione tecnologica rispetto alla media europea, il cui costo stimato è di una perdita di 2 punti sul PIL e di una mancata occupazione per circa 700mila persone. Questi dati evidenziano,

quanto poco negli anni scorsi si è investito in innovazione e trasformato gli *asset* produttivi e amministrativi del paese.

L'Italia è costituita per il 99 per cento da piccole imprese, le quali contribuiscono a più del 50 cento del PIL, quindi l'avvento delle tecnologie di rete, di *Internet of Things*, di Industria 4.0, rappresenta l'occasione per rilanciare oltre quattro milioni di PMI, abbracciando la trasformazione digitale.

L'esito di tale sfida è strettamente correlato con il ruolo che l'Italia avrà nello scenario internazionale e con la possibilità di crescita del reddito nazionale.

Con il piano industria 4.0 vengono incentivati, oltre agli investimenti in hardware, anche quelli in software poiché si tratta di valorizzare l'enorme quantità di dati derivanti dalla connessione fra sistemi fisici e digitali, cambiando la catena di valore ed evolvendo i modelli di business.

La scommessa primaria è soprattutto culturale: il vero valore consiste nel comprendere che l'innovazione può essere la chiave per amplificare le grandi capacità di impresa ed ingegno, che appartengono al nostro Paese, sviluppare una capacità di gestire il cambiamento, che non è solo tecnologico, ma organizzativo e strategico.

La combinazione tra *Internet of Things* e tecnologie fisiche, costituisce una importante frontiera nel campo della manutenzione. Sistemi di realtà aumentata, possono essere utilizzati per semplificare e consentire l'assistenza remota ad attività di manutenzione di base e avanzata sugli impianti, anche da parte degli addetti privi di una formazione specifica. Il piano nazionale impresa 4.0 è l'occasione per tutte le aziende, che sono interessate a sfruttare e cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale.

L'azione di governo consiste principalmente nella proroga dei superammortamenti e nell'introduzione dell'iperammortamento su alcuni beni associati a Industria 4.0. L'iperammortamento si sostanzia nella possibilità di ammortizzare fiscalmente un valore pari al 250 per cento del costo di acquisizione dei beni ad alto contenuto tecnologico, cioè di macchinari in grado di dialogare tra loro in base alle tecnologie abilitanti. Il superammortamento, invece, “nella supervalutazione del 140 per cento degli investimenti in nuovi beni strumentali acquisiti o in leasing”.<sup>14</sup>

I dati evidenziano che le imprese più avanzate risultano avere intenzioni di investimento maggiori, potendo beneficiare dell'iperammortamento a causa della maggiore capienza fiscale di cui godono e rischiando così che, il divario tra *adopters* e non *adopters*, aumenti se non si introducono contromisure valide. Le imprese non *adopters* risultano avere ancora una scarsa

---

<sup>14</sup> preparatialfuturo.confindustria.it

conoscenze del tema 4.0, ritenendolo una prospettiva lontana, difficile da applicare e che necessita di grandi investimenti. La velocità e l'accelerazione del cambiamento rendono la sfida innanzitutto culturale: per avere una organizzazione 4.0 occorre che le persone siano dotate di una "testa 4.0"<sup>15</sup>. Il lavoro si sposterà dalle mansioni ripetitive, affidate all'Intelligenza Artificiale, a quelle a valore aggiunto, per cui l'uomo è indispensabile.

Tale trasformazione è abilitata da alcune tecnologie abilitanti di digitalizzazione, automazione e connettività:

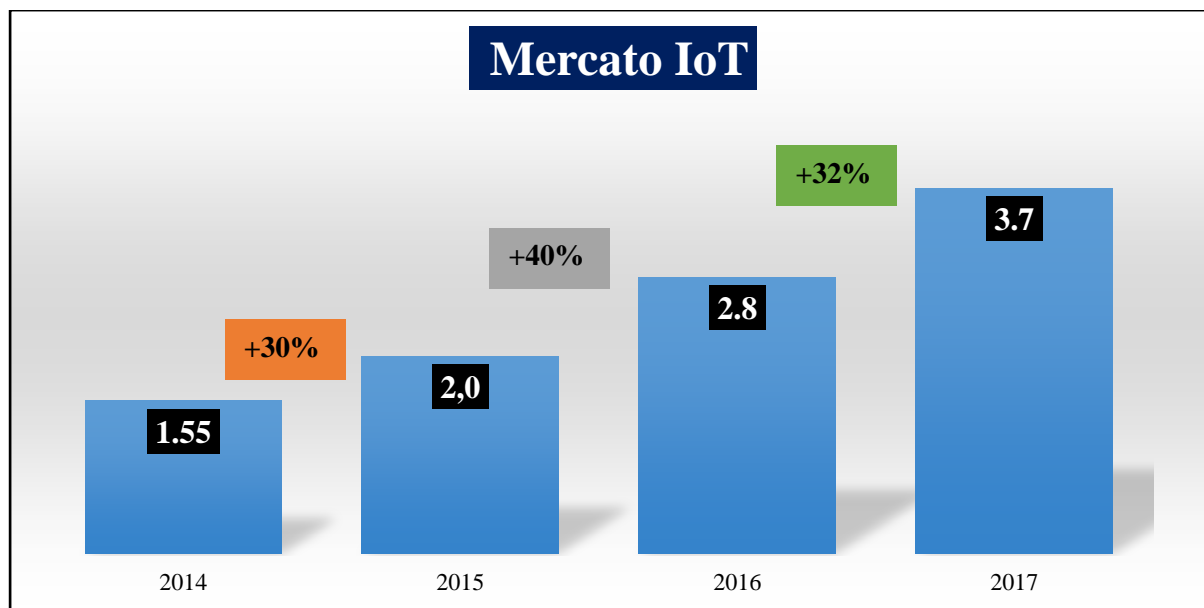
<i>1. Advanced Manufacturing Solutions</i>	Robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili.
<i>2. Additive Manufacturing</i>	Stampanti in 3D connesse a software di sviluppo digitali.
<i>3. Augmented Reality</i>	Realtà aumentata a supporto dei processi produttivi.
<i>4. Simulation</i>	Simulazione tra macchine interconnesse.
<i>5. Horizontal/Vertical Integration</i>	Integrazione informazioni lungo la catena del valore.
<i>6. Industrial Internet</i>	Comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti.
<i>7. Cloud Computing</i>	Gestione di elevate quantità di dati su sistemi aperti.
<i>8. Cyber-security</i>	Sicurezza durante le operazioni in rete su sistemi aperti.
<i>9. Big Data and Analytics</i>	Analisi di un'ampia base di dati per ottimizzare processi.

Oggi siamo di fronte un cambiamento di portata epocale e sistemica, perché la rivoluzione che stiamo vivendo subirà una accelerazione esponenziale (si stima che gli oggetti connessi nel 2025 saranno 60 miliardi) e avrà un impatto profondo e trasversale su industria, servizi, mercati, modelli di business e perfino sul nostro modo di lavorare e vivere.

Le potenzialità dell'*Internet of Things* nei vari ambiti applicativi sono sempre più evidenti e concrete e soprattutto sono sempre più vicine alla nostra quotidianità. Il mercato dell'Internet delle cose ha raggiunto nel 2017 i 3,7 miliardi di euro, confermando il forte trend di crescita, con un incremento del 32 per cento sul 2016.

---

<sup>15</sup> Rapporto realizzato da The European House-Ambrosetti in collaborazione con SAP Italia, 2017.



(La crescita del mercato IoT nel periodo 2014-2017, con valori espressi in miliardi.)<sup>16</sup>

Il termine *Internet of Things* si riferisce a connessioni rese possibili da una vasta offerta di componenti software e hardware messe in commercio da diverse imprese del settore tecnologico. L'Internet delle cose è un'evoluzione di Internet in cui le cose, gli oggetti anche di uso comune, sono in grado di interagire tra loro e accedere alla rete e a tutti i dati in essa contenuti. Un esempio è quello del frigorifero che, nel momento in cui un prodotto è finito o in scadenza, può fare sia l'ordine al supermercato che aggiungerlo alla lista della spesa, sia avvisare il proprietario dell'attuale mancanza riscontrata. Le *smart city* sono città in cui ogni oggetto è in grado di comunicare e reagire agli stimoli che gli altri oggetti daranno o subiranno, cioè un ambiente cittadino in cui la qualità della vita è molto alta grazie all'interconnessione degli oggetti stessi.

Il vero valore non è nella quantità, ma nella qualità delle informazioni che si è in grado di comprendere nell'analisi aggregata dei dati, ed è per questo che si parla di algoritmi di analisi dei dati, che rendono possibile l'estrazione del valore da essi.

**I Robot Collaborativi** o CoBot (*Collaborative Robot*) sono macchine interconnesse e rapidamente programmabili, progettate e realizzate per operare a stretto contatto con gli esseri umani, negli stessi spazi di lavoro e con il fine di realizzare un obiettivo congiunto. I CoBot si stanno evolvendo in modo molto veloce grazie alla crescente disponibilità di sensori e di capacità computazionale nell'elaborazione dei dati. La robotica italiana spicca per qualità e quantità della ricerca, sia in campo accademico sia in campo industriale. Secondo le stime

<sup>16</sup> School of Management del Politecnico di Milano, 2018.

elaborate dall'Agenda Digitale, la produzione è cresciuta, con un incremento rilevante rispetto agli anni precedenti.

**La Stampa 3D**, chiamata talvolta *Additive Manufacturing*, sfrutta il funzionamento delle classiche stampanti dei computer, che depositano un sottilissimo strato di materiale su una base secondo schemi determinati dal computer. Realizza oggetti partendo da un loro progetto digitale attraverso l'aggiunta progressiva di strati di materiale, ottenendo così un oggetto tridimensionale e determinando un totale superamento di vincoli geometrici posti dalle tecnologie tradizionali. Nulla impedisce alle stampanti di depositare uno strato sopra l'altro e di poter dare forma ad oggetti tridimensionali (alcuni progetti sperimentali hanno perfino confermato che questa tecnica potrebbe essere usata per costruire case di cemento). Permette di ridurre i costi di manifattura, realizzando in un unico pezzo oggetti che precedentemente richiedevano la saldatura di diversi componenti e di realizzare nuovi materiali precedentemente inesistenti (nuove leghe metalliche).

**La Realtà Aumentata** fa riferimento a sistemi che, inquadrando con uno smartphone o con opportuni occhiali modificati un oggetto reale, aggiungono immagini artificiali al fine di arricchire di informazioni la scena inquadrata (visori virtuali). I lavoratori vengono muniti di occhiali a realtà aumentata, i quali permettono all'addetto di visualizzare le istruzioni direttamente sugli occhiali (posizione, scansione, imballaggio). Questa tecnologia ha lo scopo di aggiungere ulteriori dimensioni ed informazioni alla realtà circostante. Tramite la **Simulazione tra Macchine**, invece, è possibile simulare, con un ottimo grado di approssimazione, il comportamento di un oggetto/ macchinario prima ancora che ne sia stato costruito un esemplare reale, grazie all'aumento delle prestazioni di calcolo, alla quantità di memoria disponibile, alla velocità di scambio dei dati e all'onnipresenza della connessione.

Quando si parla di integrazione in ambito 4.0 ci si riferisce all'adozione di specifici sistemi informativi in grado di interagire con fornitori e clienti, per scambiarsi informazioni (**Integrazione Verticale**) oppure in grado di interagire con aziende operanti nella stessa filiera anche se apparentemente concorrenti (**Integrazione Orizzontale**). Le nuove tecnologie dinamiche e innovative permettono di far convergere la produzione fisica e quella digitale realizzando, in concreto, una produzione più intelligente.

Il **Cloud** si riferisce all'insieme di tecnologie rivolte all'archiviazione, elaborazione e trasmissione dei dati. Lo scopo principale è quello di rendere fruibile le funzionalità di un software a cui siamo interessati, senza acquistare definitivamente il software stesso che lo contiene, ma consentendoci di fruirne in una modalità a servizio secondo necessità. L'obiettivo

è quello di cercare di minimizzare gli aspetti tecnologici a carico degli utilizzatori della stessa tecnologia.

Il punto di partenza è la grande mole di dati che vengono generati dalle varie attività e legate ad oggetti e macchinari. Questi dati caratterizzati per complessità, variabilità, volume, vanno organizzati, strutturati e raggruppati per dare origine alla categoria dei **Big Data**. Il termine **Big Data Analytics**, cioè la trasformazione dei dati in informazioni, si riferisce a tecniche avanzate che prendono il nome di *Machine Learning* cioè lo studio, il disegno, lo sviluppo di algoritmi che forniscono ai computer la capacità di apprendere senza essere stati specificatamente programmati per uno specifico obiettivo.

Questi sistemi aiutano a predire il valore del prossimo dato rispetto alle informazioni già salvate, con un buon livello di affidabilità in ambiti di manutenzione predittiva e aiutano la ricerca di fenomeni nascosti tramite l'enorme mole di segnali e dati, che tipicamente vengono prodotti, ma non vengono interpretati. La peculiarità di tali sistemi è quella di essere reperibili (posta una situazione, l'algoritmo deciderà sempre allo stesso modo) e trasparenti, essendo comprensibile ogni singolo passaggio effettuato dal software per giungere alla decisione.

Gli attacchi informatici hanno colpito oltre il 90% delle realtà italiane negli ultimi anni. Le aziende sanno che è impossibile garantire una sicurezza totale. **Cybersecurity** significa progettare sistemi predittivi e reattivi che da un lato riescono ad anticipare le minacce e, dall'altro, sono in grado di attuare piani di intervento quanto più tempestivi ed efficaci. La **Cybersecurity** (sicurezza durante le operazioni in rete e sui sistemi aperti) è una tecnologia concepita non solo in termini di sicurezza e protezione, ma di un sistema in grado di migliorare i prodotti e servizi offerti anche in termini di usabilità, generando un evidente vantaggio competitivo.

I principali benefici della quarta rivoluzione industriale hanno un impatto sul sistema aziendale in termini di:

- Efficacia strategica (migliore pianificazione delle attività, maggiore velocità del business, offerta di soluzioni integrate, investimenti 4.0 di minore dimensione e con ritorni in tempi più rapidi).
- Efficacia, efficienza e qualità dei processi operativi (produzione, *supply chain*, R&S).
- Efficacia commerciale (maggior capacità di essere vicini al cliente e di analizzarne i *feedback*, offerta di prodotti/servizi a maggior valore aggiunto, guadagni sulla *reputation*).

Le principali barriere sino ad oggi individuate sono:

- Mancanza di competenze digitali.
- Limiti delle infrastrutture tecnologiche esistenti.
- Percezione circa tempi e costi del cambiamento.
- Difficoltà di implementazione pratica dei nuovi modelli 4.0.
- Problemi di riconversione e assorbimento della forza lavoro.
- Timore per la sicurezza dei dati.

### **2.3 Automazione dei lavori: disoccupazione temporanea**

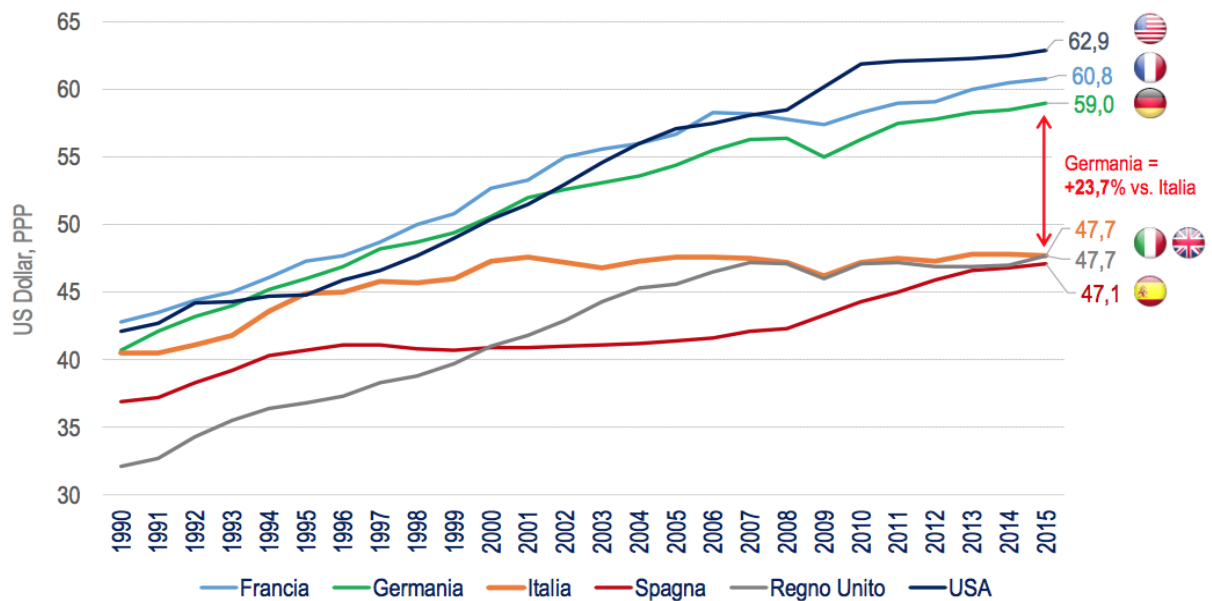
Siamo di fronte ad un cambiamento di grande portata simile a quello che le società agricole hanno affrontato con l'avvento dell'industrializzazione. In Italia, alla fine della seconda guerra mondiale il 60 per cento della popolazione era dedito all'agricoltura. Nei vent'anni del miracolo economico, gli occupati nell'agricoltura sono passati dal 60 per cento al 10 per cento. I posti perduti venivano sostituiti da altri creati dall'industria. Si perdeva il lavoro contadino, ma si sapeva che era possibile andare in città per trovare fortuna. Oggi non è altrettanto semplice! In Italia ci sono pochi occupati sul totale della popolazione, e tra questi pochi giovani, donne, laureati e pochi tecnici. L'Italia resta tra i Paesi meno avanzati in digitalizzazione, innovazione, infrastrutture, con una mentalità fortemente conservatrice. L'economia italiana è cresciuta meno di altri Paesi europei avanzati, anche a causa della scarsa produttività del lavoro, già a partire dagli anni Novanta del secolo scorso. Nel 2015, la produttività per ora lavorata, risultava più elevata del 23,7 per cento in Germania, del 27,5 per cento in Francia e del 31,9 per cento negli USA rispetto all'Italia (vedi grafico sotto riportato).

La perdita dei posti di lavoro è stata causata soprattutto dalla mancanza di innovazione tecnologica. Paradossalmente, l'attuale occasione, in presenza di una reale volontà e consapevolezza, potrebbe addirittura avvantaggiare l'Italia attraverso un percorso di valorizzazione del fattore umano, dato che, da sempre, il nostro Paese è un territorio fertile per la creatività e l'imprenditorialità.

La forza lavoro italiana è composta da professionisti formati non solo dal punto di vista scientifico e tecnico, ma anche sull'intelligenza emozionale e sulla capacità di essere innovativi ed autonomi nella gestione dei rischi e delle opportunità. La velocità dell'innovazione rende difficile immaginare l'impatto della tecnologia nel medio e lungo periodo, ma nonostante non



sappiamo ancora oggi quale sarà il lieto fine, resto certo il punto di partenza: valorizzare la cultura italiana che ci contraddistingue.



(Produttività del lavoro per ora lavorata in alcune economie industrializzate, 1990-2015.)<sup>17</sup>

Prima del 1973 i lavoratori godevano di una rapida crescita del salario, indipendentemente dal titolo di studio. La crisi petrolifera e la recessione degli anni settanta hanno spinto verso il basso il salario medio dei lavoratori. Nei primi anni ottanta chi possedeva una laurea ha visto crescere il proprio stipendio, i restanti hanno dovuto affrontare un mercato del lavoro molto più esigente. Oggi le competenze richieste sono ancora più dettagliate e specifiche. Tecnologie come *Big Data* e *Analytics* hanno accresciuto il valore delle persone con giuste competenze ingegneristiche, creative e di progettazione. L'effetto è stato quello di abbassare la domanda dei lavoratori meno specializzati e aumentare la domanda di lavoratori specializzati.

Non c'è mai stato un momento migliore per essere un lavoratore specializzato o istruito perché questo è il tipo di persona che può usare la tecnologia per creare e catturarne il valore.

Quando la tecnologia elimina un tipo di lavoro o, addirittura, il bisogno di un'intera categoria di competenza, è necessario mettere in campo nuove capacità per trovare una nuova collocazione nel mercato del lavoro. Anche se, secondo alcuni studiosi ottimisti, la disoccupazione è una questione puramente temporanea, poiché si ridefiniranno, in modo naturale, nuovi punti di equilibrio. Gli uomini potranno seguire un percorso, guardando ai

<sup>17</sup> Rielaborazione The European House - Ambrosetti su dati OCSE, 2017.

vantaggi della tecnologia (eliminazione di mansioni ripetitive, miglioramento della qualità di vita, ecc.).

Altresì, uno scenario allarmante, prefigura che, in gran parte, il lavoro delle persone sarà sostituito dalle macchine, con una tecnologia che metterà in difficoltà gli uomini in modo irreversibile.

In passato le rivoluzioni hanno reso obsoleti certi mestieri, ma creando, nel complesso, un numero superiore di posti di lavoro. L'attuale rivoluzione tecnologica avrà, pertanto, un effetto analogo.

Per buona parte dei secoli successivi alla rivolta luddista, dove un gruppo di operai tessili inglesi decise di attaccare filande e macchinari per non essere schiacciato dalla automazione, la tecnologia ha dato un impulso consistente alla produttività. I dati studiati ci dimostrano che in questo lungo periodo l'occupazione è cresciuta in parallelo alla produttività sino alla fine del ventesimo secolo, a testimonianza del fatto che la maggiore produttività non porta sempre alla distruzione di posti di lavoro. La produttività misura l'efficienza con la quale un sistema economico organizza gli input per produrre output. Se si introducono tecnologie che automatizzano processi produttivi nei quali oggi è presente il lavoro umano, è inevitabile che la produttività del lavoro cresca. Probabilmente ciò comporterà un aumento del rimpatrio di imprese che oggi si trovano in aree geografiche a basso costo del lavoro, grazie ad una incidenza minore che il fattore lavoro avrà sui costi totali. La possibilità di assorbire disoccupazione passa anche attraverso un aumento delle produttività del Paese.

Se osserviamo il fenomeno con ottimismo, la quarta rivoluzione industriale potrebbe apparirci come un evento storico in grado di portare il paese Italia al di fuori della prolungata situazione recessiva.

Sicuramente questa rivoluzione vedrà la nascita di nuove figure molto specializzate e con elevate competenze tecniche, ma dall'altro si assisterà alla scomparsa di alcuni mestieri e all'impovertimento di altri. Ciò che è prevedibile è che i lavori più stabili saranno quelli legati a più elevate capacità progettuali e che a uscire dal mercato più velocemente saranno i professionisti che non faranno proprie queste tecnologie. L'OCSE prevede che solamente il 14 per cento dei posti di lavoro sparirà, mentre il 30-40 per cento cambierà la sua natura originaria. Il modo in cui Amazon riadatta gli schemi di stoccaggio dei suoi magazzini è un esempio chiaro di come l'Intelligenza Artificiale non sia soggetta alle limitazioni dell'intelletto umano. Lo stoccaggio caotico tipico di questa compagnia potrebbe apparire un caos all'occhio umano, ma una macchina è in grado di tenere traccia di qualunque cosa e dirigere il lavoratore al posto giusto, eseguendo un ordine in modo molto più efficiente di qualunque organizzatore umano.

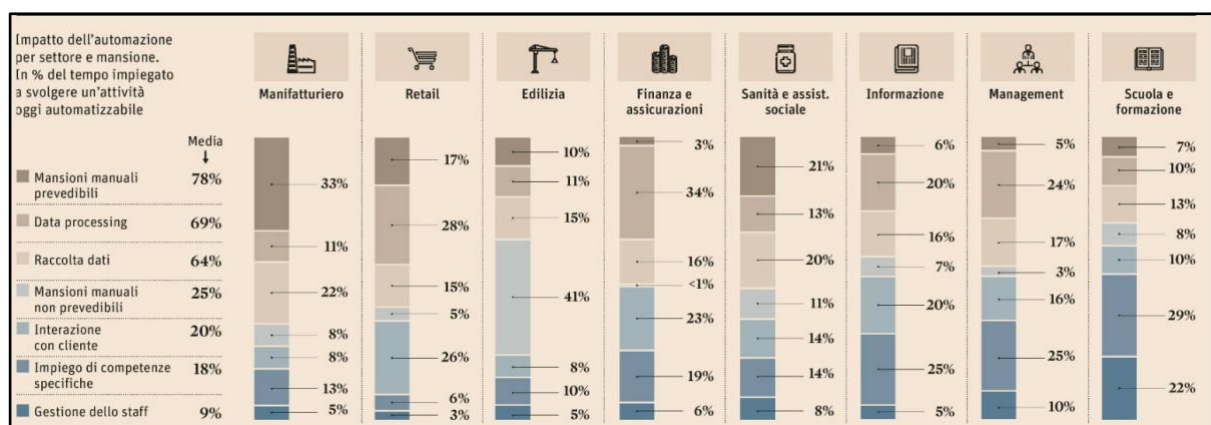
Il valore che ne deriva non è generato dai robot in sé, ma dagli algoritmi di ottimizzazione presenti nel sistema centrale, in grado di auto-apprendere e quindi di automatizzare le configurazioni. Vi sono sistemi in grado di scoprire schemi e comprendere informazioni inaccessibili alla mente umana e incredibilmente abili in compiti molto specifici.

Un antico proverbio, opportunamente aggiornato, potrebbe recitare così: “dai qualche dato ad un computer e lo nutrirai per un secondo, insegnagli a cercare e lo nutrirai per un millennio”<sup>18</sup>.

I lavoratori artificiali investiranno ogni campo: lavoratori agricoli (programma CROPS), magazzinieri, lavoratori del sesso (sviluppo di bambole interattive a grandezza naturale), avvocati (sviluppo di software per la scrittura di contratti e gestione dei documenti legali e *legal*-tecnologici per le più comuni transazioni), medici (macchine intelligenti in grado di coordinare i dati medici per le diagnosi più complesse) e insegnanti (sempre più allenatori di apprendimento).

I medici, che sapranno sfruttare le capacità di analisi dell’informazione offerta dall’IA, saranno medici migliori, poiché avranno rapido accesso a tutta la letteratura scientifica più avanzata, che non avrebbero il tempo di studiare in prima persona.

L’automazione potrebbe colpire qualsiasi lavoro, ma alcuni di questi sono più sensibili di altri. I luoghi di lavoro a più alto tasso di automazione attuale e potenziale sono le aziende manifatturiere e di costruzioni, le aziende agricole, gli hotel, la ristorazione, il commercio al dettaglio e all’ingrosso, il comparto bancario e assicurativo, le società di consulenza finanziaria, l’educazione, la salute, l’informazione e il management di società e imprese.



(Gli effetti dell’automazione sul posto di lavoro, McKinsey Global Institute *analysis*.)

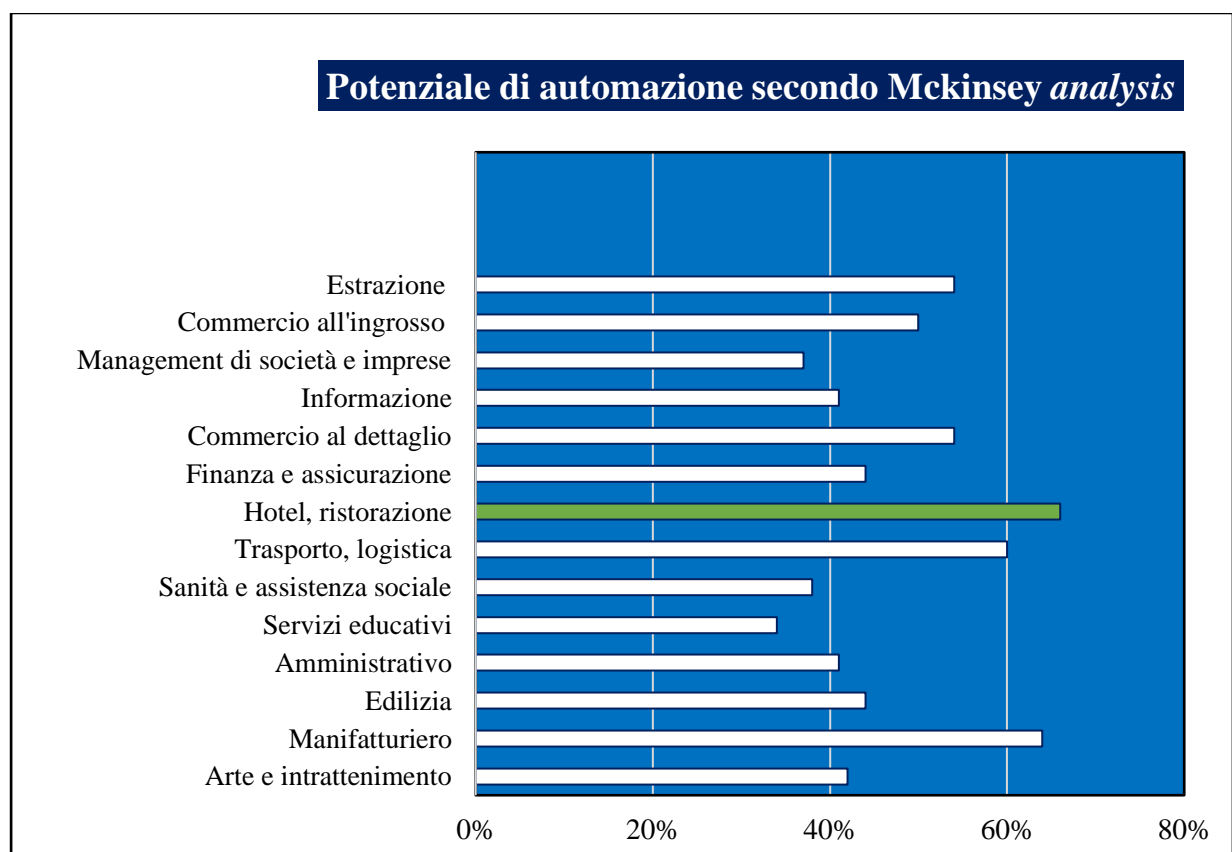
<sup>18</sup> Jerry Kaplan, *Le persone non servono*, Luiss University Press, 2017.

Nei supermercati delle principali città italiane, già da tempo, le casse automatiche hanno affiancato le file di cassieri in carne e ossa. Nei fast food si può ordinare cosa mangiare su uno schermo touch screen, senza mai interagire con un operatore umano. Per fare un bonifico bancario, basta digitare username e password e accedere al conto online sullo smartphone. Per prenotare le vacanze si utilizzano servizi offerti da numerose piattaforme (Booking, Trivago, Airbnb), per scegliere l'assicurazione dell'auto nuova possiamo confrontare i prezzi online e trovare il più conveniente e in linea con le nostre esigenze, attraverso un semplice clic.

Il comparto bancario e assicurativo, nei prossimi anni, sarà caratterizzato da una forte riduzione del numero di filiali tramite lo sviluppo dell'*Internet banking*.

Vi sono settori e professioni più passibili di automazione rispetto ad altri, dove è richiesta attività di pianificazione, creazione e formazione.

Questo studio svolto da Mckinsey su 800 mila attività lavorative, mostra, attraverso la tabella, i risultati sul potenziale di automazione dei principali macro-settori. Il comparto manifatturiero è il secondo settore con maggiore potenziale di automazione, poiché al primo posto troviamo l'insieme dei servizi di accoglienza ed alimentazione (*accommodation and food services*). Nei settori in cui è ancora fondamentale l'interazione tra le persone, i dati si attestano su valori percentuali più bassi (salute, educazione, istruzione).



Karl Marx aveva ragione: l'inevitabile sfida tra capitale e forza lavoro è una partita persa per i lavoratori. Marx aveva intuito che l'automazione industriale avrebbe sostituito il capitale umano della forza lavoro, ma non potendo sicuramente immaginare i lavoratori artificiali, non poteva presagire che i sistemi artificiali sarebbero stati in grado di sostituire anche il capitale mentale.

Le vicende passate spingono gli studiosi ad essere ottimisti, ma queste ipotesi non hanno alcun valore scientifico predittivo. Sicuramente saranno necessarie competenze, in parte o del tutto nuove o complementari, dato che il valore da esse creato potrà alimentare la domanda per servizi e prodotti anche radicalmente nuovi. La difficoltà di occupazione sarà probabilmente legata alla capacità dell'uomo di adattarsi velocemente alle richieste del mercato.

È inevitabile che l'adesione al cambiamento non permetterà di risolvere tutti i problemi strutturali, essendo questo una condizione necessaria, ma non sufficiente allo sviluppo economico, ma non prendere al volo tale opportunità comporterebbe la perdita di competitività. Prendendo in considerazione tre variabili: accelerazione del cambiamento tecnologico, velocità dell'evoluzione dei sistemi formativi e mobilità dei talenti, è possibile prefigurare tre possibili scenari:

1. Se tutte e tre le variabili saranno al minimo, si assisterà ad un peggioramento della competitività e un conseguente declino.
2. In caso di forte accelerazione tecnologica, ma bassa crescita dei sistemi educativi e della mobilità dei talenti, assisteremo alla sostituzione dei lavoratori con macchine e ad un effetto di polarizzazione sociale.
3. Se tutte le tre le variabili seguiranno un andamento conforme e al massimo della velocità, vi sarà una consapevole crescita economica in una società in grado di adattarsi rapidamente ai cambiamenti.

Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, del MIT, hanno preso in considerazione il grande disallineamento tra occupazione e crescita osservato nei primi quindici anni del terzo millennio e lo hanno collegato alla tecnologia, suggerendo di concentrare l'attenzione non tanto sulla quantità di lavoro quanto sulla sua trasformazione, che ha una portata simile a quella sperimentata nel corso delle rivoluzioni del vapore e dell'elettricità.

L'innovazione può eliminare alcune (e forse molte) vecchie mansioni, ma di sicuro la mancanza di innovazione distrugge occupazione. Rendendo le macchine complementari agli esseri umani vi è maggiore probabilità che il valore di questi cresca invece che diminuire.

Rimane un dato indiscutibile: la sfera d'azione dell'uomo è intrinsecamente più ampia di quelle delle tecnologie digitali, pertanto l'uomo avrà un ruolo ancora essenziale da svolgere. La tecnologia sarà sempre più capace di rilevare dati, eseguire azioni ripetitive, ma non sarà in grado di replicare la creatività dell'uomo, la sua capacità intrinseca di studiare, prendere decisioni in contesti non prevedibili e gestire aspetti emotivi e relazionali della vita lavorativa. Per quanto ci si possa sforzare nel programmare le macchine, non riusciremo mai a simulare l'inconscio e le emozioni.

L'imprenditoria risulta una delle chiavi migliori per creare nuove occasioni. Gli strumenti digitali stanno anche regalando alle persone nuove opportunità di contribuire all'economia con il proprio lavoro. La tecnologia crea possibilità, ma il futuro è comunque nelle mani delle persone e delle loro azioni (grandi visionari come Bill Gates, Henry Ford, Thomas Edison e molti altri hanno creato tramite le loro idee nuove industrie e aperto nuove frontiere). A volte probabilmente si dimenticano difficoltà e cambiamenti verificatisi nel corso della nostra storia, perché evidentemente i benefici che ne abbiamo tratto sono stati maggiori.

La storia ci insegna che il percorso dell'evoluzione tende verso la giustizia: nel tempo abbiamo assistito a maggiori libertà, maggiore giustizia sociale, minore violenza e maggiori opportunità per sempre più persone.

L'ipotesi di rimanere senza impiego è poco credibile. Siamo troppo interessati a trovare un lavoro che ci gratifichi personalmente e socialmente. Il lavoro, anche se razionalmente non ce ne rendiamo conto, rappresenta il nostro desiderio primario, il desiderio che viene prima di qualunque altra cosa, perché prima di essere figli, padri, uomini, credenti, siamo essere umani e, in quanto tali, soggetti pensanti, che cercano autostima nella società e scopo nella vita.

## **2.4 Investire sulle competenze per cavalcare l'onda tecnologica**

La quarta rivoluzione industriale porterà probabilmente a riqualificare alcuni profili professionali, con impatti positivi per lavoratori ed imprese, ma i rischi, che tale processo porti anche effetti indesiderati, non sono certo trascurabili. La paura che macchine e tecnologie vadano fuori controllo è realistica, ma non è dovuta alle macchine in sé, piuttosto agli uomini

stessi, che già in passato hanno dimostrato di non saper gestire le conseguenze di ciò che fanno. Anche quando le hanno comprese, come nel caso del cambiamento climatico causato dalle esternalità del modello di produzione e consumo tipico del Novecento, non sono stati in grado di correggerle. La soluzione sta nel progetto, piuttosto che nel controllo stesso. Le aziende innovative tendono sempre meno a comprare il tempo delle persone e sempre più a comprare la loro capacità di realizzare progetti (l'organizzazione non funziona per gerarchie, ma per figure cross-funzionali che si riuniscono attorno ad un progetto).

Le tecnologie digitali colpiscono l'occupazione in tempi brevi, ma fanno lentamente emergere nuove opportunità di lavoro. Serve del tempo per riuscire a creare nuovi mercati, trasferire risorse da un settore all'altro, sviluppare *know-how*. Per accelerare il processo occorre investire in tecnologie e formazione (*conditio sine qua non*).

Frequentare l'università garantisce maggiori chance di trovare lavoro, ma in Italia, oltre alla presenza di una percentuale di laureati, sul totale della popolazione, più bassa rispetto a quella registrata negli altri Paesi europei, le facoltà che garantiscono i migliori risultati in termini occupazionali, cioè quelle statistiche e scientifiche, vengono scelte in modo minoritario dai giovani stessi. Va aggiunto che circa la metà degli adulti è in possesso di competenze digitali ridotte o inesistenti. Le imprese, che cercano sempre più profili tecnici e specializzati, di conseguenza, lamentano di non trovarne sul mercato. Nonostante la mancanza di personale tecnicamente adatto a cogliere le opportunità offerte dalle tecnologie disponibili sul mercato del lavoro, le imprese rispondono in modo incoerente, pagando stipendi ben al di sotto della media europea nei medesimi settori, sottoutilizzando il personale ad alta preparazione professionale ed impiegandolo in mansioni non coerenti con le competenze acquisite nel percorso scolastico. Questo testimonia la mancanza di una visione, di un progetto, di una strategia. L'assenza di una visione prospettica riduce la disponibilità ad investire e rischiare, genera una paralizzante indecisione, spinge a conservare ciò che si conosce anziché esplorare ciò che non si conosce tramite l'innovazione. Senza innovazione il sistema economico perde competitività e opportunità e di conseguenza l'occupazione diminuisce. Il futuro non si prefigura come un destino, piuttosto come un progetto ben strutturato. Le opportunità offerte dalle tecnologie vanno colte tramite un'interpretazione strategica che sia in grado di trasformare le occasioni in nuova occupazione.

La sfida più importante si gioca sul piano dell'istruzione e dell'atteggiamento che le persone coltivano per prepararsi a un mondo del lavoro in cui certi mestieri diventano obsoleti piuttosto velocemente e in cui la domanda di nuove professionalità cresce più in fretta dell'offerta, con una trasformazione delle mansioni e delle *skills* richieste per svolgerle al meglio.

La quantità di dati prodotti e disponibili per l'analisi è peraltro in continuo e costante aumento. Hal Varian, CEO di Google, consiglia ai giovani, per fare una carriera di successo di “essere un complemento indispensabile a qualcosa che sta diventando poco costoso e abbondante”.<sup>19</sup>

La figura richiesta deve avere un bagaglio di esperienze e competenze che includono capacità statistiche oltre che analitiche, capacità informatiche orientate alla gestione di grandi moli di dati, oltre che irrinunciabili *soft skills* di comunicazione, al fine di acquisire in azienda la necessaria autorevolezza per rappresentare scelte e analisi strategiche.

La cultura adatta al lavoro del futuro scaturisce dall'incontro di fenomeni, che cambiano in modo accelerato, e valori, che durano nel tempo. Quando i neolaureati arrivano sul mercato del lavoro, spesso, sono molto teorici e con strumenti antichi in mente. Sono quindi chiamati ad applicare la teoria in pratica orientata ai risultati e con strumenti che evolvono continuamente. Sono necessarie sia *skills* specialistiche, che hanno un ciclo di crescita e declino breve, sia competenze trasversali come empatia, autonomia e attitudine ad imparare da ogni esperienza, che invece si sviluppano nel lungo termine. La formazione permanente è fondamentale non solo per migliorare conoscenze specifiche, ma anche per sviluppare la capacità di affrontare il cambiamento.

L'investimento in capitale umano (l'insieme di qualità e abilità che rendono le persone produttive) si riferisce tanto all'istruzione quanto all'educazione. La dimensione educativa non è soltanto limitata al periodo scolastico e ai metodi tradizionali dell'insegnamento, ma si estende nel concetto di *life long learning*, cioè un apprendimento che dura per tutta la vita, che viene rafforzato sul campo dove le persone realizzano progetti, partecipano a contest o semplicemente socializzano. La cultura informatica ne è un esempio, poiché si sviluppa continuamente, tramite percorsi anche non strettamente professionali o di studio. Questa metodologia forma una mentalità che, se da un lato resta molto specialistica dal punto di vista tecnico, dall'altra aiuta la creazione di una capacità analitico-prospettica dei fatti. Ciascun professionista costruirà la propria carriera solo minimamente in base alle proprie competenze accademiche e preesistenti, poiché le *skills* verranno acquisite prevalentemente giorno dopo giorno, imparando sul campo. Bisogna prepararsi al cambiamento cercando lavoro dove c'è evoluzione e crescita, imparando a cogliere le opportunità, leggendo e affrontando i problemi con uno spirito critico.

---

<sup>19</sup> Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee, *La nuova rivoluzione delle macchine*, Feltrinelli, 2017.



Ogni lavoratore in passato aveva un lotto da produrre e lo faceva con quella macchina specifica. Oggi tutte le macchine, pur venendo da fornitori diversi, sono pensate come un insieme e gestite da un solo computer, che individua quale lotto va processato e su quale macchina, controlla e registra le operazioni e raccoglie le statistiche.

Il punto di partenza oggi è la domanda del cliente, che viene aggiornata quotidianamente. Le fabbriche si comportano sempre più come insiemi tecnologici unitari in grado di rispondere in modo flessibile, personalizzato e veloce alle esigenze della domanda. La loro organizzazione è costantemente monitorata per raccogliere *feedback*, ridurre i fermi e aumentare l'efficienza.

Oltre all'automazione, si assiste alla digitalizzazione (connessione degli impianti automatizzati e introduzione di sistemi e algoritmi per la gestione dei processi). L'automazione riduce quantitativamente il fabbisogno di manodopera per certe mansioni e, a livello di competenze, richiede un incremento di conoscenza tecnica qualificata da parte dei conduttori e dei manutentori.

Gli operatori di fabbrica dovranno imparare ad usare strumenti come gli occhiali per la realtà virtuale e aumentata, le applicazioni per aumentare le capacità sensoriali, fisiche e cognitive, interagire con i robot e monitorare le attività. Gli operatori della logistica si troveranno a usare visori virtuali per la realtà aumentata, applicazioni per la gestione del magazzino online, strumenti per visionare robot adattivi e veicoli a guida autonoma. Nel comparto industriale, i ruoli maggiormente a rischio sono logistica, qualità, analisi del lavoro, mentre le funzioni maggiormente coinvolte dalla digitalizzazione quelle che interagiscono direttamente con i nuovi sistemi (la manutenzione, per esempio, si modifica radicalmente laddove si introducono algoritmi predittivi).

La manodopera deve essere in grado di pensare secondo obiettivi in cambiamento, in un ambiente di impresa in evoluzione. Gli elementi più importanti di questo processo di apprendimento sono imparare ad imparare, in una economia che cambia alla velocità di Internet, e la capacità di trasformare l'informazione ottenuta dal processo di apprendimento in conoscenza specifica.

### **Conseguenze sul lavoro:**

- ❖ L'uomo sarà sempre meno impegnato in operazioni manuali ed a basso valore aggiunto.
- ❖ Spostamento del lavoro fisico verso nuovi sistemi con il conseguente aumento della vita lavorativa.
- ❖ Più gestori che operatori nel futuro.

❖ Flessibilità in tutti i sensi, anche nei contratti.

Tra le competenze possiamo annoverare la collaborazione, la capacità di fornire risposte e prendere decisioni in modo rapido, la capacità di essere aperti al cambiamento e all'innovazione, la predisposizione all'accettazione del rischio e ad una certa autonomia decisionale. Il lavoro del futuro sembra fatto per persone che abbiano allo stesso tempo capacità umanistiche e tecniche, dove la creatività è un aspetto essenziale.

Oltre alle preoccupazioni indotte dall'avvento dell'Intelligenza Artificiale, vi sono altri due pilastri del cambiamento vigente: la logica delle piattaforme che organizzano la produzione e la relazione tra domanda e offerta. L'avanzata della prima appare inarrestabile, l'altra si spinge verso una idea di innovazione svolta in collaborazione con tutti gli *stakeholders*.

La distinzione tra il lavoro e il resto della vita sta venendo meno. Le attività dei consumatori diventano a loro volta lavoro se producono ricchezza e denaro (esempio: *Big Data* generati da grandi centrali di gestione dell'informazione).

Si è registrata una crescente diffusione di un genere di lavoro caratterizzato da un elevato grado di autonomia, che viene pagato per ogni risultato e per il quale la relazione tra cliente e fornitore è di breve durata (la vendita su piattaforme come eBay, l'affitto di beni patrimoniali su Airbnb). Secondo l'Institute for the Future, entro il 2050 i due terzi dei lavoratori saranno lavoratori autonomi. "Inventarsi il proprio lavoro, risulta la strategia migliore per cercare soddisfazione professionale"<sup>20</sup>.

In una economia basata su conoscenza, informazione e beni intangibili (connessioni), l'innovazione è la funzione primaria. L'innovazione dipende dalla generazione di conoscenza ed è facilitata dal libero accesso all'informazione che è prevalentemente online. Le imprese non possono funzionare senza lavoratori in grado di saper navigare in questo profondo mare di informazioni, che sappiano organizzare e trasformare in conoscenze specifiche e appropriate all'obiettivo prefissato.

Le aziende necessitano di nuove figure professionali difficili da trovare, perché la velocità con cui la tecnologia evolve è difficilmente compatibile con il ricambio generazionale e con le attuali risorse che l'istruzione possiede.

---

<sup>20</sup> Luca De Biase, *Il lavoro del futuro*, Codice edizioni, 2018.

Si prefigurano tre punti di forza sui quali occorre prestare particolare attenzione, in relazione allo sviluppo di mestieri emergenti:

1. Conoscenza: un valore che necessita di persone che investano in una educazione sempre più specialistica e funzionale.
2. Empatia: nasce dalla sensibilità umana, ma si sviluppa nell'innovazione sociale, in uno scenario attento alla ricerca del benessere sia economico che relazionale.
3. Adattabilità: capacità strettamente collegata con il concetto di *human capital gain*; il lavoro, oltre ai soldi, produce valore culturale.

LAVORI DEL FUTURO
<i>Community manager</i>
<i>Web analyst</i>
<i>Web designer</i>
<i>Cloud architect</i>
<i>App developer</i>
<i>Social care expert</i>
<i>Cyber security expert</i>
<i>Social media analyst</i>
<i>Data scientist</i>
<i>IoT engineer</i>
<i>Technology innovation manager</i>

COMPETENZE RICHIESTE
<i>Prendere decisioni in modo rapido</i>
<i>Intelligenza emotiva</i>
<i>Ragionamento analitico</i>
<i>Pensiero critico</i>
<i>Capacità relazionale</i>
<i>Capacità di risoluzione problemi complessi</i>
<i>Apertura mentale</i>
<i>Creatività</i>
<i>Capacità di collaborazione</i>
<i>Gestione delle risorse</i>
<i>Capacità persuasive e di ascolto</i>

Capacità decisionali ed *e-skills* saranno imprescindibili. Serve soprattutto a livello formativo una apertura mentale verso le novità e la consapevolezza che il nuovo sapere non ha il tempo necessario per sedimentarsi, ma ha bisogno di essere compreso tramite una partecipazione attiva.

Oggi hanno una importanza secondaria competenze che da qui al 2020 saranno considerate cruciali: *social skills* (capacità di persuasione, intelligenza emotiva), *cognitive skills* (creatività, ragionamento analitico) e le *process skills* (capacità di ascolto, pensiero critico).

Sarà sempre più richiesta la figura di professionisti capaci di analizzare grandi quantità di dati, di progettare utilizzando sistemi digitali di modellazione, di applicare i vantaggi derivanti dalla stampa 3D, di programmare e saper operare con robot sempre più capaci di apprendere autonomamente, di unire competenze matematiche e tecnologiche con competenze di tipo

creativo e relazionale (*soft skills*) e acquisire *skills* trasversali quali autonomia, pensiero critico e *problem-solving*.<sup>21</sup>

La richiesta di queste nuove professioni potrebbe oscillare tra cinquecentomila e settecentomila posizioni entro il 2020 (già oggi, spesso la domanda non trova l'offerta). "Il 65 per cento degli studenti di oggi farà lavori che ancora non esistono"<sup>22</sup>. Non basta saper programmare e avere nozioni di *computer science*, ma è importante avere buone conoscenze di logica, matematica, statistica e scienze sociali.

Non c'è dubbio che l'accelerazione del progresso tecnologico sia destinata a distruggere molti posti di lavoro, obbligando le persone a riqualificarsi per altre mansioni nel corso della loro vita, ma indipendentemente dal risultato finale di questa trasformazione, sappiamo con certezza che milioni di persone faticeranno ad adattarsi al nuovo mercato del lavoro, con conseguenti rischi di emarginazione e povertà. Il dato allarmante è che secondo l'OCSE meno del 40 per cento di coloro che usano quotidianamente software sul lavoro possiedono le *skills* necessarie. La società sarà caratterizzata da chi possiede *know-how* tecnologici e da tanti altri, esposti al precariato o condannati a lavori poco remunerativi.

La quantità di informazioni disponibili richiede doti di pianificazione, rapidità nelle risposte, cooperazione tra le squadre di lavoro e grande *leadership*.

Le imprese hanno imparato a selezionare i candidati guardando il curriculum e considerando accanto all'indispensabile percorso accademico di qualità, anche le esperienze sociali, sportive, teatrali e di volontariato, anche se, si registra un disallineamento tra le *skills* offerte oggi dalle scuole e quelle che saranno richieste in futuro. I giovani hanno bisogno di prospettive per trovare risposte alle loro grandi e urgenti domande e possibilità per le loro passioni. La prospettiva è ciò che permette a ognuno di noi di trasformare la vita in un viaggio unico e memorabile.

Il valore della persona, rispetto alla macchina, è nella sua capacità di empatia, di critica, di indipendenza. L'economia non è disumana perché investe su macchine che sostituiscono gli uomini, ma non è abbastanza attenta alla formazione di persone, che sappiano creare, distribuire, utilizzare le macchine per esprimere appieno la loro umanità.

L'automatizzazione delle funzioni ripetitive e la valorizzazione delle conoscenze creative, oltre che il sostegno alle capacità empatiche, sembrano rappresentare una valida prospettiva per il lavoro in un contesto di convivenza tra uomini e macchine che dimostra come convenga

---

<sup>21</sup> Commissione Europea, *On a Renewed EU Agenda for Higher Education*, Bruxelles, 2017.

<sup>22</sup> Microsoft, *Future Proof Yourself. Tomorrow's Jobs*, The Future Laboratory, 2016.

investire sui primi almeno quanto sulle seconde. L'atto di lavorare può essere inteso come un elemento chiave di una grande esperienza di vita, che oltre i soldi produce valore culturale, quindi viene remunerato sia con denaro sia con *human capital gain*. Intorno a questa intuizione si può costruire un insieme di rapporti di lavoro più intensi e pieni di funzioni socialmente e culturalmente importanti, le quali saranno strategiche per tutto il periodo in cui il numero di mestieri, resi obsoleti dalle nuove soluzioni organizzative, sarà inferiore a quello di nuovi posti di lavoro, creati dalle opportunità offerte dall'innovazione.

“Una mappa implica una conoscenza dettagliata del territorio e l'esistenza di una rotta ottimale; la bussola è uno strumento molto più flessibile e richiede all'utente di usare la propria creatività e autonomia per scoprire il percorso da seguire. Quando si trovano davanti uno sbarramento stradale, gli innovatori dotati di bussole di qualità possono aggirare l'ostacolo, invece, di dover tornare all'indietro del viaggio per ridisegnare la mappa”<sup>23</sup>. In sintesi: strategia e flessibilità per un mondo in continuo cambiamento.

---

<sup>23</sup> Joi Ito e Jeff Howe, *Al passo con futuro. Come sopravvivere all'imprevedibile accelerazione del mondo*, Egea, Milano, 2017.

## Capitolo 3

### Manutenzione predittiva e *Dynamic Maintenance Management System (DMMS)*

#### 3.1 IoT: l'importanza della *Predictive Maintenance*

L'*Internet of Things* si riferisce al collegamento in rete di ogni genere di "cose": non solo dispositivi elettronici, ma tutto ciò che influenza le nostre vite e da cui è possibile raccogliere informazioni utilizzando sensori. Basti pensare alla *Predictive Maintenance*, dove la connessione di diversi macchinari, grazie a dei sensori posti sugli stessi, permette di raccogliere e salvare dati all'interno di un database, di effettuare previsioni affidabili su come le condizioni di una macchina o un impianto si svilupperanno nel tempo e stabilire quando sarà necessaria la manutenzione.

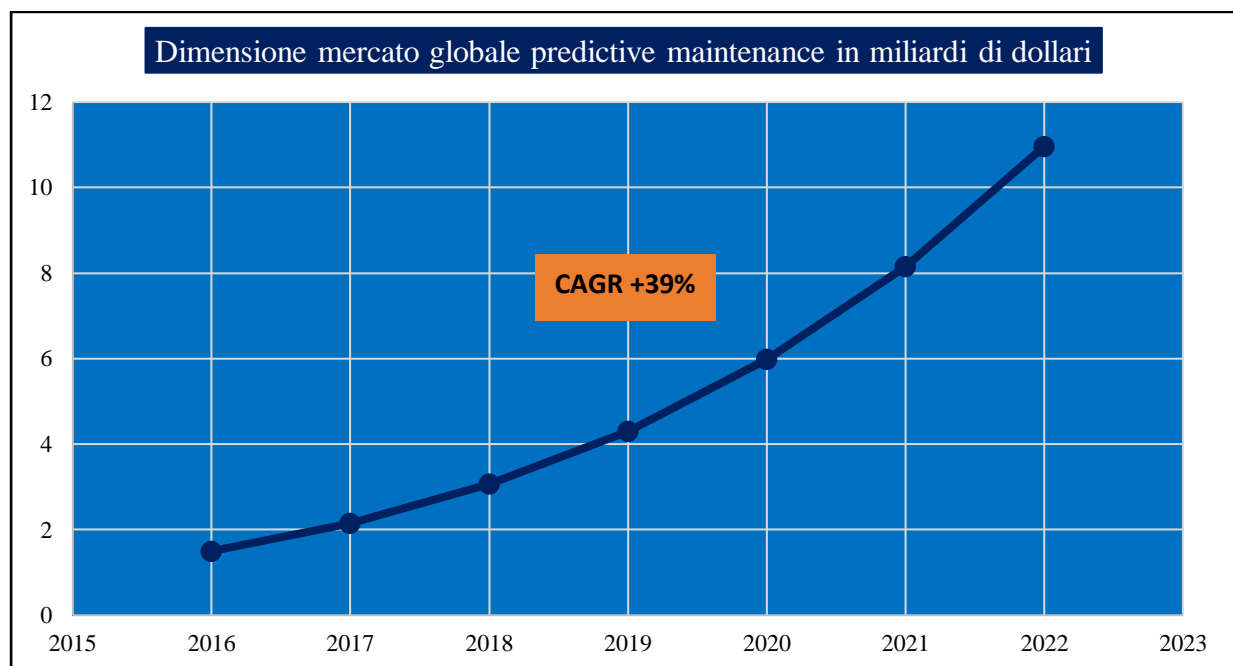
La manutenzione predittiva è ritenuta da molti la più concreta ed efficace applicazione dell'IoT ed è resa possibile dai cambiamenti, portati dalla quarta rivoluzione industriale, tra i quali emerge la possibilità di raccogliere informazioni puntuali ed istantanee sui processi produttivi. Questa applicazione sta riscuotendo sempre maggior interesse, grazie alla sua capacità di impattare più che positivamente e con una spesa relativamente modesta su tutti gli obiettivi strategici. Ha la straordinaria peculiarità di ridurre i costi operativi, ottimizzare le performance, prevedere e prevenire un guasto e le relative cause, ma soprattutto migliorare il servizio/prodotto offerto alla clientela, che oggi riveste un ruolo sempre più centrale all'interno del processo. La corretta conoscenza del funzionamento di un sistema, quindi, garantisce non solo ottimizzazione e affidabilità, ma anche positivi segnali dei principali indicatori economici. La manutenzione diventa quindi un fattore strategico per la gestione del ciclo di vita di macchinari, impianti e installazioni, in un contesto dove le esigenze manutentive si sono modificate e moltiplicate. La manutenzione più efficace risulta proprio quella che viene fatta nel momento giusto, effettuando l'intervento che garantisca non solo il miglior risultato, ma anche il minor impatto possibile.

La disponibilità di nuove tecnologie e di ingenti quantitativi di dati sono alcuni tra i fattori in grado di rivoluzionare le strategie manutentive del ventunesimo secolo. Il trasporto ferroviario, per esempio, grazie allo sviluppo di sensori intelligenti e connessi, sta diventando sempre più

puntuale, efficiente ed in grado di garantire standard manutentivi sempre più elevati. La corretta implementazione di una strategia di manutenzione predittiva, secondo alcuni studi, è in grado di garantire un risparmio tra l'8 per cento e il 12 per cento, rispetto ad una manutenzione programmata a scadenze.

La presenza di personale competente risulta una condizione imprescindibile, perché sono necessarie competenze trasversali su diversi settori: Architettura IT, IoT, *Cloud Computing* e *Security*; saper analizzare i dati a disposizione permette di avere le basi necessarie per sviluppare modelli predittivi realistici ed affidabili.

È inevitabile che stiamo parlando di una applicazione con grandi prospettive di sviluppo, infatti, come ci mostra il grafico, questo tipo di politica manutentiva è in grado in soli cinque anni di crescere significativamente: da un mercato di 1,498 miliardi di dollari nel 2016, ad un mercato di 10,692 miliardi di dollari nel 2022.

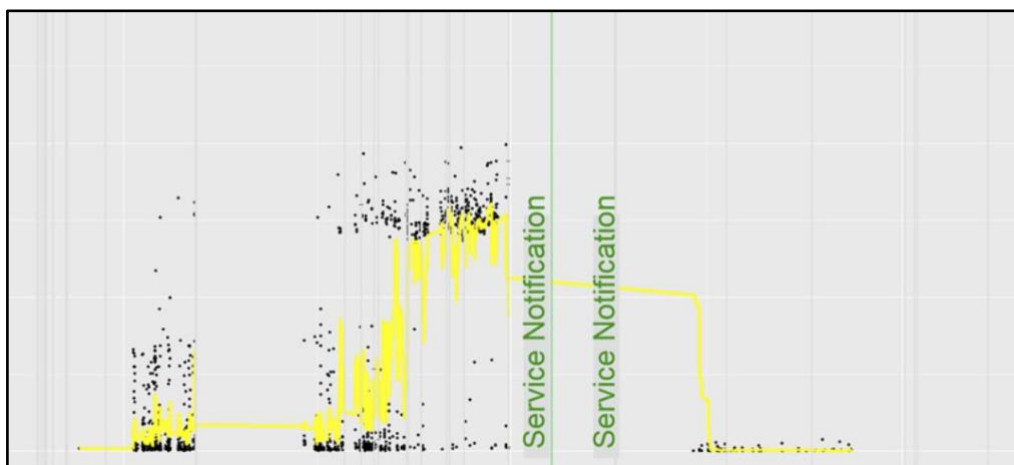


“La crescita annua stimata fra il 2016 e il 2022, nell’implementazione della manutenzione predittiva, è del + 39 per cento (valore del CAGR)”<sup>24</sup>. I dati mostrati, sicuramente, ci obbligano ad una riflessione sul potenziale di tale applicazione dell’IoT, che molto spesso viene sottovalutata e non considerata per il suo reale valore effettivo.

<sup>24</sup> IoT Analytics, *Predictive Maintenance*, 2017.

Il processo della manutenzione predittiva beneficia della presenza di uno o più algoritmi di Intelligenza Artificiale, che via via vengono raccolti e successivamente, tramite interfacce utente, permettono ai manutentori di identificare anomalie e programmare l'intervento direttamente sul probabile punto di attenzione, prima che si trasformi in un guasto bloccante. Si tratta di un contesto dove i *datasets* delle informazioni sono conosciuti e devono essere utilizzati per indagare un fenomeno sconosciuto, ovvero sapere quando è il caso di intervenire con un'eventuale manutenzione sul macchinario (ambito *known-Unknown*).

Come possiamo vedere dal grafico, dove, la linea gialla rappresenta l'analisi dei principali componenti e quella verde, le correlazioni rilevanti che sono state registrate nel sistema di manutenzione, gli algoritmi aiutano ad identificare anomalie, ma questo è solamente l'inizio dell'analisi; il compito principale consiste nell'esaminare se le anomalie riscontrate siano realmente qualcosa che richieda un'indagine supplementare e maggiormente accurata.



*(Predictive Analysis in Action)*<sup>25</sup>

Tramite il *Machine Learning* ad ogni errore viene assegnato un codice univoco e man mano che i problemi sono risolti, ad ogni codice vengono associate le relative soluzioni, facilitando enormemente le azioni svolte dall'operatore.

La manutenzione predittiva viene effettuata con l'individuazione di uno o più parametri che vengono misurati ed estrapolati, utilizzando appropriati modelli matematici, allo scopo di individuare il tempo residuo prima del guasto. L'analisi dello stato di salute del macchinario consente non solo di anticipare il verificarsi di un guasto, ma anche di indirizzare efficacemente le risorse di manutenzione laddove il macchinario lo richieda. La manutenzione si concentra

<sup>25</sup> Danilo Gismondi, *Dynamic Maintenance with SAP HANA*, Berlino 2015.



sulla prevenzione, con un sguardo puntato non più su ciò che è accaduto, ma su ciò che potrebbe accadere in assenza di interventi specifici e mirati.

Il presupposto necessario per applicare questa metodologia di analisi è la possibilità di rilevare e immagazzinare dati tramite i sensori della macchina e creare un *database*, che permetta di effettuare sofisticate analisi e implementare programmi di manutenzione specifici.

Una metodologia di tale tipo è destinata a rivestire nel prossimo futuro un ruolo sempre più importante nei confronti di coloro che utilizzano macchine ed impianti, con l'obiettivo di ottimizzare le risorse economiche, umane, temporali e migliorare l'indice di efficienza complessiva.

La raccolta dei dati si basa normalmente sull'utilizzo di tecnologie avanzate per ottenere informazioni diagnostiche dagli impianti.

Le tecniche di analisi predittiva comportano la possibilità di:

- ✓ identificare tempestivamente anomalie nei macchinari ed evitare pertanto ripercussioni di carattere economico ed ambientale;
- ✓ permettere il controllo e la riduzione di costi a parità di qualità erogata;
- ✓ assicurare la possibilità di estendere e massimizzare la vita di beni ed impianti;
- ✓ permettere di misurare le performance dell'impianto e consentire di fare attività manutentiva quando è effettivamente necessaria.

Un sistema di manutenzione predittiva consente così non solo di anticipare il verificarsi di un guasto, ma anche di indirizzare efficacemente le risorse, eliminando le attività di manutenzione non necessarie e migliorando l'efficienza produttiva complessiva.

Tramite sistemi che rilevano l'entità delle vibrazioni, la termografia e particolari condizioni quali pressione, umidità dell'aria, temperatura è possibile:

- ✓ Prevedere le condizioni del guasto, calcolando sia il tempo che intercorre fra un guasto e l'altro, sia le azioni da intraprendere a livello di manutenzione ordinaria.
- ✓ Valutare le prestazioni del macchinario nel tempo, aggregando grandi quantità di dati che provengono da diverse fonti, con l'obiettivo di stimolare il processo di *Machine Learning* e permettere al sistema di affinare gli algoritmi in modo da ridurre gli scostamenti dalla previsione.
- ✓ Stimare la vita residua del macchinario, in modo da poter valutare, il bisogno di sostituzione o manutenzione, i costi degli interventi e le fasi dei processi, ma soprattutto

evitare che eventi straordinari possano incidere sull'efficienza aziendale (fermi di produzione).

L'approccio IoT per la manutenzione predittiva permette alle aziende una notevole riduzione dei costi di gestione rispetto alla manutenzione tradizionale. Le attività di manutenzione vengono svolte solo quando e dove risulta necessario. La modalità tradizionale prevede l'esecuzione di manutenzioni *ex post* o di manutenzioni programmate, in cui il manutentore viene remunerato sulla base del numero di manutenzioni effettuate o del tipo di intervento effettuato. Le nuove tecnologie, invece, permettono un controllo da remoto del funzionamento dell'impianto, divenendo possibile effettuare manutenzioni di tipo predittivo, dove il pagamento della manutenzione diventa funzione di parametri di efficienza e non del numero di interventi eseguiti. La possibilità di raccogliere dati da remoto e di dialogare in tempo reale con un operatore sul luogo può persino permettere ad un tecnico di attuare un intervento per il quale non ha competenze specifica. Questo è possibile grazie a macchine connesse che hanno memoria di quello che accade e sono in grado di consigliare su possibili soluzioni in caso di errori o guasti. Ogni oggetto reale avrà un gemello digitale (copia digitale dinamica di qualcosa di reale, tramite la quale risulta più facile interagire<sup>26</sup>), la cui presenza permette di effettuare interventi di manutenzione di macchinari complessi anche ad opera di personale non specificatamente formato.

Tutte le informazioni raccolte, se messe in un unico *Big Data*, potrebbero essere analizzate con facilità da algoritmi di Intelligenza Artificiale in grado di investigare le cause e poter realizzare modelli predittivi di auto-apprendimento.

La sfida è quella di utilizzare gli impianti al massimo della loro capacità, più a lungo possibile e con i massimi rendimenti; l'obiettivo, invece, è quello di pianificare i tempi di inattività imprevisti, evitando situazioni che possano incidere negativamente sul livello di affidabilità e reputazione percepito dai clienti o, in generale, da tutti gli *stakeholders*.

Questa applicazione, in sintesi, include molti aspetti menzionati nei precedenti capitoli: analisi previsionale, grande mole di dati, algoritmi, *Machine Learning*, Intelligenza Artificiale, sensori connessi e competenza, ma la cosa più rilevante sono proprio le prospettive di crescita consistenti.

---

<sup>26</sup> Roberto Siagri, CEO di Eutotech.

I principali ambiti applicativi industriali dell'IoT sono la manutenzione/monitoraggio degli *asset* e l'efficienza energetica.

Il monitoraggio è un aspetto cruciale della manutenzione preventiva: assicura che l'attrezzatura sia sempre in funzione o sia mantenuta in anticipo rispetto all'occorrere degli eventi, indicando la varianza nei parametri che vengono monitorati e consentendo inoltre di sapere quando l'apparecchiatura sta per avvicinarsi alla fine della sua vita utile. La manutenzione secondo condizione (*condition monitoring*) è un processo che monitora costantemente lo stato di una macchina, osservando parametri predefiniti dell'apparecchiatura e prevedendone la rottura.

I parametri che vengono generalmente monitorati sono:

❖ Vibrazione	❖ Livello dell'olio
❖ Velocità	❖ Tensione e corrente del motore
❖ Cavitazione	❖ Acustica
❖ Stato dei cuscinetti	❖ Numero di giri
❖ Temperatura	❖ Pressione





La misurazione dei parametri è accompagnata dal cosiddetto "gemello digitale" del processo o della macchina, cioè di una copia perfetta di un prodotto o di un processo manifatturiero, che viene usato come modello di previsione in grado di riconoscere uno stato normale da uno stato anomalo di funzionamento e, grazie agli indicatori definiti e tecniche avanzate di analisi, desumere il significato fisico di ciò che si è riscontrato.

Nell'ambito dei consumi energetici, un misuratore intelligente (*smart meter*), invece, è un dispositivo in grado di misurare il consumo di energia, acqua o gas di un edificio o di una casa e incrociare questi dati con altri parametri di interesse. Lo *smart metering* è un processo che permette al consumatore di ottenere maggiori informazioni sul consumo, aumentando notevolmente la capacità di controllo sull'utilizzo energetico, per risparmiare e ridurre le emissioni. Questa tecnologia permette la regolazione individuale dei consumi, la loro ottimizzazione e la razionalizzazione degli sprechi. Rispetto al sistema tradizionale beneficia di una precisione di rilevamento molto più accurata, essendo i consumi memorizzati in base al tempo di utilizzo. Il mercato di queste soluzioni applicative nel nostro Paese cresce lentamente, ma ridefinendo le strategie, in modo da poter lavorare sul valore prodotto nel lungo periodo, sarà probabilmente possibile incrementare la loro diffusione in breve termine.

## 3.2 Modello dinamico e predittivo: Trenitalia e SAP HANA

Il gruppo Ferrovie dello Stato è una delle realtà italiane che punta maggiormente sull'innovazione e sulla trasformazione digitale, per coniugare due obiettivi fino a qualche anno fa difficilmente compatibili: migliorare l'efficienza e i livelli di servizio ai clienti.

Un esempio è il progetto partito nel 2014-2015 con cui Trenitalia (partecipata al 100% da FS Italiane) vuole sviluppare un modello di manutenzione dinamico e predittivo, basato su tecnologie di *Internet of Things* e *Big Data Analytics* di SAP. Si tratta di intervenire sui componenti di locomotori e carrozze solo nel momento in cui i dati raccolti dai sensori (da 500 a 1000 per ogni treno), e opportunamente analizzati, anticipano che sta per verificarsi un problema.

Principali indicatori economici Trenitalia (espressi in milioni di euro)	2017	Rispetto al 2016
 Ricavi operativi	5.318,40	+4,72%
 EBITDA	1.585,70	+13,71%
 EBIT	399,1	+20,03%
 Risultato netto d'esercizio	276,2	+136,47%

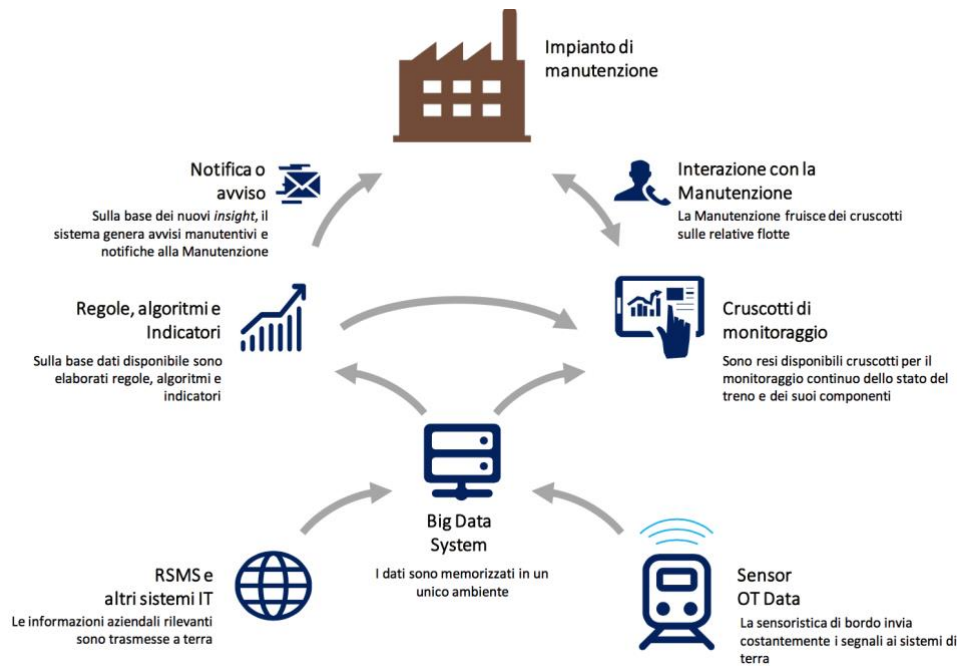
La tabella evidenzia come Trenitalia, il principale operatore ferroviario in Italia, registri una crescita dei principali indicatori economici: ricavi operativi +4,72%, EBITDA +13,71%, EBIT +20,03%, risultato netto più che raddoppiato rispetto al 2016.

L'azienda trasporta circa 2 milioni di passeggeri ogni giorno e possiede treni che percorrono oltre 250 milioni di km all'anno. L'ultimo treno, l'ETR 1000, può trasportare 600 passeggeri, viaggiare ad una velocità massima di 360 km/h e possedere più di 1000 sensori a bordo.

La società è composta da diverse unità di business tra cui trasporto passeggeri a lunga distanza, traffico pendolare e servizio di trasporto dei clienti a livello nazionale e internazionale.

Trenitalia utilizza *SAP HANA* per analizzare in tempo reale i dati provenienti da migliaia di servizi a bordo dei treni, al fine di migliorare i processi di manutenzione e offrire un servizio migliore ai clienti. Il sistema alla base, chiamato DMMS (*Dynamic Maintenance Management System*), ha lo scopo di trasformare profondamente le operazioni di manutenzione per ottenere un notevole miglioramento in termini di efficienza. Rilevando il superamento di determinati valori soglia, che indicano un guasto imminente, DMMS può innescare interventi prima che il guasto stesso provochi fermi e disservizi. Milioni di sensori vengono installati per raccogliere

temperatura, pressione, vibrazioni, segnali elettrici e molte altre caratteristiche in tempo reale. I dati raccolti vengono inviati, attraverso i concentratori di bordo, direttamente al sistema SAP HANA e analizzati continuamente ed istantaneamente.



### (DMMS: Modello di funzionamento generale)

Le principali aree funzionali del sistema DMMS possono essere racchiuse nei punti sotto elencati:

1. **Monitoraggio in tempo reale del materiale rotabile**: I segnali e gli eventi, raccolti dai sensori e precedentemente elaborati dai sistemi di bordo, vengono raccolti e trasmessi ai sistemi di terra e da lì importati in un database HANA. Il monitoraggio dello stato delle risorse viene eseguito, integrandosi con i sistemi di produzione.
2. **Diagnostica a breve termine**: la traduzione delle informazioni, derivanti dalla misura dei parametri e dalla raccolta di dati, permette la diagnosi di difetti e malfunzionamenti, nonché l'identificazione della tipologia di malfunzionamento in atto o di guasto in procinto di verificarsi. Le notifiche di manutenzione vengono attivate nel sistema di esecuzione della manutenzione.
3. **Previsioni algoritmiche**: L'analisi matematica dei modelli comportamentali nei dati dei sensori viene sfruttata per identificare il potenziale rischio di fallimento dei componenti, con un tempo di attesa previsto fino a poche settimane. Gli avvertimenti sono sottoposti

a operazioni di manutenzione per il controllo e il fissaggio.

4. **Pianificazione dinamica su indicatori**: La pianificazione a medio termine è gestita in base ai reali fattori fisici di consumo dei componenti. Le operazioni di manutenzione possono essere gestite a un livello più granulare, riducendo la necessità di portare il materiale rotabile off-line per un lungo periodo di tempo.

In sintesi tramite il sistema DMMS:

- Si passa da una manutenzione operata come un mix di operazioni programmate, basate su piani standard e misure approssimative come tempo e chilometri, ad una pianificazione ed esecuzione della manutenzione, guidata da analisi dettagliate e proiezioni sulla vita e sulla salute di ogni componente specifico, al fine di eseguire solo e tutte le attività richieste prima che si verifichino anomalie (nel caso della flotta E464, la distanza complessiva percorsa dai rotabili tra due interventi manutentivi è passata da 146 milioni di km a 185 milioni di km, con un incremento del 27%).
- Si passa da regole ingegneristiche guidate dall'esperienza, per identificare potenziali anomalie nei componenti monitorati da sensori, a regole integrate da metodi matematici più sofisticati in grado di rilevare modelli e fenomeni non conosciuti a priori.

### Obiettivi




Ridurre costi operativi	Ridurre i tempi di attività non pianificate
– Evitare attività non necessarie, anche se pianificate nella programmazione corrente.	– Prevenire i guasti prima che i treni siano in funzione.
– Pianificare in anticipo ogni intervento, garantendo la disponibilità di pezzi di ricambio, strumenti e risorse.	– Prevenire prolungati tempi di fermo della manutenzione a causa di attività impreviste.

Il DMMS, considerato una vera e propria evoluzione della telediagnostica, ha impatti positivi su: affidabilità, disponibilità, costi di scarto, costi di gestione, uso del materiale rotabile, ottimizzazione della *supply chain*, flessibilità della produzione e tempi di fermo dei macchinari. I recenti progressi hanno condotto alla costante raccolta di dati da molteplici sistemi e sottosistemi nei treni, rendendo così possibile il monitoraggio delle condizioni meccaniche ed

elettriche, dell'efficienza operativa e di molti altri indicatori di performance. Queste nuove capacità consentono non solo la pianificazione delle attività di manutenzione con il massimo intervallo tra le riparazioni, ma anche la riduzione del numero delle interruzioni del servizio causate da guasti ai rotabili. In questo modo risulteranno ridotti non solo i costi manutentivi, ma anche la perdita di ricavi dovuta all'impossibilità di effettuare i servizi passeggeri. Ad esempio, lo sviluppo di indicatori di vita e salute per il sistema di frenatura, i quali richiedono sofisticati metodi matematici per predire modelli comportamentali, ha permesso di monitorare lo stato del freno, sostituendo il componente solo al raggiungimento dell'effettivo punto di saturazione e stabilendo la soglia di energia dissipata massima, dopo la quale è necessario sostituire il componente. Tale aspetto, in linea con la politica ambientale della società e con l'obiettivo ferroviario europeo di ridurre i consumi energetici del 20 per cento, permetterebbe di monitorare l'uso effettivo di ogni singolo componente dell'impianto frenante rispetto alle soglie di rischio identificate. Le politiche manutentive possono essere intese, quindi, come un'opportunità di trasformare strutturalmente il sistema e raggiungere un nuovo livello di equilibrio tra costi e rischi.

L'approccio che Trenitalia sta portando avanti, dovrebbe garantire alla stessa un risparmio dell'8-10 per cento sui costi di manutenzione, una voce che nel bilancio pesa circa 1,3 miliardi di euro. Il risparmio diretto sui costi di manutenzione non è il solo beneficio garantito dalla manutenzione predittiva; limitare gli interventi vuol dire anche ridurre al massimo i fermi macchina ed effettuare un numero maggiore di servizi a parità di treni, ottimizzando così al massimo gli investimenti nel materiale rotabile. Aspetti che, nel complesso, dovrebbero avere ricadute positive sul servizio offerto ai clienti.

Se Trenitalia può arrivare a spendere in media 1,3 miliardi di Euro all'anno solamente per le operazioni di manutenzione, i risparmi sui costi potrebbero essere consistenti tramite l'introduzione delle tecnologie in questione.

Scenario	% di risparmio annuo	Valore risparmiato annualmente
 <b>Migliore</b> ( <i>Best</i> )	10%	<b>130 milioni (€)</b>
 <b>Più probabile</b> ( <i>Most likely</i> )	7%	<b>91 milioni (€)</b>
 <b>Peggior</b> ( <i>Worst</i> )	4%	<b>52 milioni (€)</b>

Consideriamo tre differenti scenari: Scenario migliore (risparmio potenziale del 10% sull'intera spesa), Scenario più probabile (risparmio potenziale del 7% sull'intera spesa) e Scenario

peggiore (risparmio potenziale del 4% sull'intera spesa). Possiamo rilevare come si passa da un risparmio minimo di 52 milioni di euro ad un risparmio massimo di 130 milioni di euro l'anno.

È evidente che in tutti gli scenari, con un investimento di circa 40/50 milioni di euro (costo di implementazione sostenuto da Trenitalia: **dato emerso dall'intervista con Vincenzo Carpenzano, capo progetto di SAP per il caso Trenitalia**), il costo verrebbe ammortizzato in pochissimo tempo, generando così un flusso di cassa positivo in termini di risparmi di costo, ottimizzazioni e ulteriore fatturato derivante da nuova clientela, ma è comunque necessario continuare ad investire parte del risparmio ottenuto in attività innovative, che riflettano gli obiettivi di medio e lungo termine.

Analizzando la relazione finanziaria annuale del gruppo Trenitalia, nell'anno 2013, prima che venisse introdotto il progetto e nel 2017, quando lo stesso è in piena attuazione, emerge una notevole riduzione dei costi operativi. Si tratta di costi relativi ad attività di gestione quali risorse umane, materiali, tecnologiche impiegate per l'erogazione di servizi, salari, consumi e manutenzioni. Tra i principali costi operativi emergono, infatti, la manutenzione e la prestazione di servizi: obiettivi centrali del progetto Trenitalia-SAP.

	2013	2017	Variazione percentuale
<b>Costi operativi (importi espressi in milioni)</b>	4.112,50	3.732,70	<b>-9,24%</b>

Il risparmio riscontrato è notevole, pari a 379,8 milioni di euro, con una variazione percentuale di -9,24 per cento. Sicuramente solo una parte di questi può essere attribuita alle innovative tecnologie adottate, ma i dati lasciano ben sperare e presagire un impatto consistente sui costi del prossimo futuro.

Questo progetto, iniziato nel 2014-2015, ha permesso che nel 2017 molti treni fossero controllati nelle parti più critiche, ma per il suo completamento effettivo bisognerà attendere quantomeno il 2018-2019. Questo lo testimonia il numero di flotte ancora da inserire nel DMMS, che risulta maggiore rispetto a quelle attualmente in ambito.

- **Flotte da inserire o in fase di inserimento:** Minuetto, TAF, Vivalto, ETR485, ETR 470, ETR460, E403, E402B, E401, Z1SP, ETR1000.
- ✓ **Flotte attualmente in ambito:** JAZZ, ATR220 Tr, E464, ETR500, ETR600, ETR610.



I campioni caricati tenderanno a crescere sensibilmente, con l'inserimento di ulteriori flotte, permettendo ulteriori analisi su algoritmi ed indicatori per un base sempre più ampia.

I vantaggi più evidenti saranno riscontrabili probabilmente nel periodo 2021-2022. Ad oggi, non è possibile fare uno studio accurato sul piano dei costi, se non previsioni degli scenari futuri attendibili. È indubbio che il monitoraggio del funzionamento consenta un uso più accurato dei materiali e dell'organizzazione del magazzino, con un impatto positivo sul bilancio: le rimanenze, per ciò che concerne materie prime, sussidiarie e di consumo, nel periodo 2013-2017, hanno registrato un calo del 21,62 per cento, grazie ad un piano di efficientamento degli acquisti e un progressivo piano di dismissione dei ricambi.

Come già evidenziato precedentemente, il duplice obiettivo è ridurre i costi di manutenzione e migliorare i livelli del servizio al cliente, quindi, al di là dei risparmi sulle attività operative, una grande opportunità potrebbe nascere dall'integrazione dei dati del DMMS con gli altri grandi sistemi aziendali (Finance o CRM). Il fatto di conoscere in tempo reale lo stato di salute del materiale rotabile permette vantaggi che vanno oltre quelli già menzionati sulla manutenzione. Se il sistema registra, per esempio, un problema all'impianto di condizionamento, prevenire questo problema è dare un servizio diretto al cliente, come lo è garantire la massima puntualità. L'interazione con tutti i grandi sistemi informativi permette inoltre a Trenitalia di intraprendere un'azione di ricompensazione (*rewarding*) personalizzata per capire a cosa è riferito l'eventuale giudizio negativo del cliente, per intraprendere eventuali azioni correttive, dato l'ampio bacino di clienti fidelizzati (6 milioni).

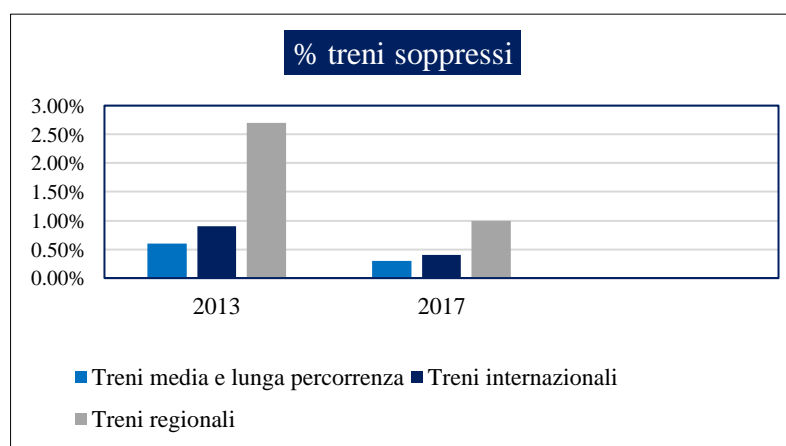
	% Treni soppressi (2013)	% Treni soppressi (2017)
Treni media e lunga percorrenza	0,60%	0,30%
Treni internazionali	0,90%	0,40%
Treni regionali	2,70%	1,00%

Il fattore critico di successo nel comparto del settore ferroviario, ed in particolare dell'alta velocità, continua ad essere il mantenimento e il miglioramento della qualità del servizio offerto.

I risultati raggiunti sono stati possibili grazie agli importanti investimenti destinati alla manutenzione (pari a 1,7 miliardi nel 2017) e ad un'attenta pianificazione delle attività manutentive. È stato registrato un consistente abbattimento delle cancellazioni di corse regionali, dove la percentuale dei treni soppressi si attesta attorno all'1 per cento, rispetto al 2,70 per cento registrato nel 2013, di cui solo lo 0,4 presenta cause attribuibili a Trenitalia

stessa. Se consideriamo cancellazioni e ritardi imputabili direttamente a Trenitalia, i valori registrano performance importanti: regolarità (99,6%) e puntualità (97,2%).

Nel 2017 sono arrivati a destinazione puntuali o con non più di 5 minuti di ritardo 9 treni regionali su 10 di Trenitalia. Il numero di cancellazioni registrate dalle corse regionali Trenitalia è risultata negli ultimi 12 mesi inferiore a quello delle principali compagnie ferroviarie europee (la provincia autonoma di Bolzano registra le migliori performance in termini di puntualità).



**Treni regionali più virtuosi (puntualità)**

Regioni	2017
Bolzano	95,10%
Friuli Venezia Giulia	95%
Trento	94%
Abruzzo	93,70%
Veneto	93,20%
Marche	92,80%
Lazio	92%

Questi miglioramenti sembrano essere percepiti dagli stessi clienti, infatti, analizzando la relazione sulla qualità dei servizi Trenitalia, ed in particolare l'indagine sul grado di soddisfazione della clientela, è emersa una crescita complessiva dei fattori di permanenza a bordo, tra cui possiamo annoverare, in particolare, puntualità, sicurezza e comfort, che sono quelli maggiormente collegati agli investimenti tecnologici.

Fattori permanenza a bordo	2013	2016	2017
Pulizia	68,90%	77,25%	80,50%
Informazioni a bordo	77,85%	83,95%	86,60%
Comfort	79,95%	85,40%	88,15%
Puntualità	71,85%	75,45%	77,70%
Permanenza a bordo	80,95%	85,95%	88,85%
Security a bordo	77,35%	82,35%	85,35%
Personale	89,40%	93,60%	95,60%
Giudizio del viaggio nel complesso	81,85%	85,70%	87,80%
<b>Media complessiva dei fattori</b>	<b>78,51%</b>	<b>83,71%</b>	<b>86,32%</b>

I fattori sono stati calcolati come media tra i valori dei treni a media e lunga percorrenza e i valori dei treni regionali, ed infine è stata calcolato, per ognuno degli anni considerati, la media complessiva dei fattori: un indice che ha permesso una comparazione tra anni molto più incisiva e significativa. Se consideriamo sempre gli stessi anni, cioè 2013 e 2017, possiamo notare che la crescita della *customer satisfaction* sia stata significativa (+7,81%) e che la stessa sia migliorata di anno in anno (2,61% in più rispetto al 2016).

Il percorso di trasformazione digitale che ha intrapreso l'azienda sta registrando ottimi risultati; per Trenitalia, IoT e SAP si stanno dimostrando la giusta risposta alla domanda centrale e motivante del progetto:

**Come garantire standard qualitativi sempre più elevati e al tempo stesso ridurre anche i costi operativi?**

“L'obiettivo è quello di garantire sempre maggior comfort ai passeggeri, costantemente al centro della nostra attenzione, incrementando la qualità dei servizi, la puntualità, la sicurezza e la sostenibilità economica, sociale ed ambientale dei mezzi Trenitalia”<sup>27</sup>.

Sintetizzando i risultati trovati, aggiungendone nuovi e attingendo alle stime previste, possiamo dire che per Trenitalia questa trasformazione digitale significa:

- Riduzione costi manutentivi nell'ordine di 8-10 per cento (risparmio di circa 100-120 milioni l'anno).
- Maggiore distanza percorsa dai rotabili tra due interventi manutentivi.
- Diminuzione sostanziale dei guasti in esercizio.
- Ottimizzazione della *supply chain* (per esempio tramite una pianificazione del fabbisogno dei materiali).
- Aumento medio del 6,5 per cento nella disponibilità degli *asset* rotabili.
- Efficienza nell'utilizzo del materiale rotabile.
- Massima affidabilità e puntualità estrema.
- Miglioramento dello standard qualitativo e del grado di soddisfazione della clientela.
- 10-20 milioni l'anno di minori costi di disservizio (rimborso passeggeri).
- 700 TB di dati prodotti.
- 1037 treni connessi.

---

<sup>27</sup> Tiziano Onesti, presidente CDA Trenitalia S.p.A, *Relazione finanziaria annuale*, 2017

- 900 mila *Master File Table* (MTF) inviati al giorno.
- 500-800 miliardi di campioni caricati al giorno.
- Possibilità di incrementare la quota di mercato, grazie ad un'affidabilità del servizio prossima alla perfezione (98%).

Tutto questo avrà impatti fortemente positivi sull'azienda in termini di reputazione, innovazione, competitività e solidità economica, ma “mantenere il livello raggiunto significa continuare ad investire, progettare e programmare in maniera continuativa e strategica”<sup>28</sup>.

Trenitalia nei prossimi anni continuerà a cercare modelli matematici e algoritmi sempre più sofisticati, perché intervenire meno è certamente fondamentale, ma lo è di più, farlo in maniera più accurata e dettagliata, perché è nella ricerca costante del miglioramento che un'azienda crea il proprio valore aggiunto.

---

<sup>28</sup> Considerazione emersa nell'intervista a Vincenzo Carpenzano (SAP *Project Manager* per il caso Trenitalia), 2018.

## Conclusioni

La digitalizzazione sta mettendo a disposizione una grande mole di dati, attinenti a quasi tutte le situazioni, facendo in modo che queste informazioni possano essere riprodotte e utilizzate all'infinito (poiché caratterizzate da non rivalità e da un costo di produzione prossimo allo zero) per rendere le attività aziendali molto più efficaci ed efficienti.

La mole di informazioni che sono state raccolte e che si stanno raccogliendo, grazie alle piattaforme social, alle tecnologie indossabili, a tutti i sensori di ambiente e ai vari oggetti connessi ad Internet, costituirà quella enorme massa di *Big Data*, che darà la possibilità di migliorare i processi decisionali ed estendere nuove forme di esigenze. Prodotti e servizi saranno costruiti basandosi sull'analisi del comportamento delle persone, sulle modalità in cui le abitudini e i consumi cambiano e soprattutto, grazie alla partecipazione degli utenti ai processi di sviluppo e miglioramento, si potranno fornire prestazioni sempre più personalizzate alle esigenze specifiche (customizzazione di prodotti e servizi).

La personalizzazione risulta essere la chiave per la competitività, Internet lo strumento essenziale per garantirla, i *Big Data*, invece, le tecnologie in grado di modificare i principali aspetti della vita, dandole una dimensione quantitativa mai avuta prima.

Bisogna intendere questa ondata tecnologica, come una rivoluzione culturale, prima che tecnologica: l'innovazione può essere la chiave per amplificare le grandi capacità di impresa ed ingegno, che appartengono al nostro Paese, valorizzando la cultura italiana che ci contraddistingue e permettendo il rimpatrio di imprese, che oggi si trovano delocalizzate, grazie ad un'incidenza minore che il fattore lavoro avrà sui costi totali.

È inevitabile che l'adesione al cambiamento non permetterà di risolvere tutti i problemi strutturali, essendo questa una condizione necessaria, ma non sufficiente allo sviluppo economico, del resto non prendere al volo tale opportunità comporterebbe la perdita di competitività.

Il comparto manifatturiero risulta essere il secondo settore con maggiore potenziale di automazione, poiché al primo posto troviamo l'insieme dei servizi di accoglienza ed alimentazione. Nei settori come salute, educazione e istruzione in cui, è ancora fondamentale l'interazione tra le persone, i valori registrano percentuali piuttosto moderate.

L'automazione può eliminare alcune o forse molte vecchie mansioni, ma non rappresenterà un reale problema. Siamo troppo interessati a trovare un lavoro, che ci gratifichi personalmente e socialmente, per cui l'ipotesi di rimanere senza impiego risulta poco credibile; inoltre, nel passato, le rivoluzioni hanno reso obsoleti certi mestieri, ma hanno creato, nel complesso, un numero superiore di posti di lavoro (il miracolo economico, che è stato un periodo di straordinaria crescita, ha ridotto il numero di occupati nell'agricoltura dal 60% al 10%).

Sicuramente questa rivoluzione vedrà la nascita di nuove figure molto specializzate e con elevate competenze tecniche, ma dall'altro si assisterà alla scomparsa di alcuni mestieri e all'impovertimento di altri. Ciò che è prevedibile è che i lavori più stabili saranno quelli legati a più elevate capacità progettuali e che ad uscire dal mercato più velocemente saranno i professionisti, che non faranno proprie queste tecnologie.

Non innovare il sistema economico significa perdere competitività, opportunità e di conseguenza aumentare la disoccupazione. Il futuro non si prefigura come un destino, piuttosto come un progetto ben strutturato. Le opportunità offerte dalle tecnologie vanno colte tramite un'interpretazione strategica, che sia in grado di trasformare le occasioni in nuova occupazione.

Ogni sviluppo deve essere considerato come mattoncino su cui edificare le innovazioni future, perché il progresso non si esaurisce, ma si accumula nel tempo.

Le fabbriche si comportano sempre più come insiemi tecnologici unitari in grado di rispondere in modo flessibile, personalizzato e veloce alle esigenze della domanda (il cliente risulta la chiave del successo di ogni azienda). La loro organizzazione è costantemente monitorata per raccogliere *feedback*, ridurre i fermi e aumentare l'efficienza.

Oltre all'automazione, si assiste alla digitalizzazione, cioè alla connessione degli impianti automatizzati e all'introduzione di sistemi e algoritmi, per la gestione dei processi. Gli aspetti con maggiori benefici, riguardano l'ottimizzazione della catena produttiva (risparmio di tempo e migliore gestione delle risorse) e manutenzione predittiva (conoscenza e prevenzione dei guasti, per impiegare il risparmio su ulteriori investimenti maggiormente redditizi).

Il punto di partenza è proprio la grande mole di dati che vengono generati dalle varie attività e legate ad oggetti e macchinari. Questi dati caratterizzati per complessità, variabilità, volume, vanno organizzati, strutturati e raggruppati per dare origine alla categoria dei *Big Data*.

Le tecniche di *Machine Learning* aiutano a predire il valore del prossimo dato rispetto alle informazioni già salvate, con un buon livello di affidabilità, soprattutto in ambito di manutenzione predittiva e aiutano la ricerca di fenomeni nascosti tramite l'enorme mole di segnali e dati, che tipicamente vengono prodotti, ma non vengono interpretati (quando qualcosa

si danneggia o si rompe, ciò non accade quasi mai improvvisamente, ma il danno è un aspetto progressivo, che matura dopo un numero consistente di segnali che siamo soliti non misurare). La disponibilità di nuove tecnologie e l'ingente volume di dati disponibili sono i fattori chiave in grado di rivoluzionare la manutenzione nel ventunesimo secolo. Grazie ad una profonda conoscenza ingegneristica delle tecnologie per *Big Data Analytics*, infatti, è possibile analizzare i dati disponibili per predire guasti e riduzioni di performance, identificando, al tempo stesso, le cause scatenanti per perseguire una strategia, che migliori processi e metodi manutentivi.

Il trasporto ferroviario, beneficiando di queste tecnologie, sta diventando più puntuale, più efficiente ed in grado di garantire standard di manutenibilità sempre più elevati. Un esempio è Trenitalia, che con il progetto iniziato nel 2014-2015, vuole coniugare due obiettivi ben precisi: garantire standard qualitativi sempre più elevati e ridurre sensibilmente i costi operativi. Le previsioni sono molto favorevoli, oltre una riduzione annua di circa 100-120 milioni di euro sui costi manutentivi, l'impresa negli ultimi anni registra performance, in termini di regolarità e puntualità, sempre più importanti e in linea con le principali compagnie ferroviarie europee.

In ambito ferroviario, impiegando la manutenzione predittiva, si sono riscontrati benefici significativi relativamente all'ottimizzazione del piano delle manutenzioni, alla comprensione delle cause di guasto e di rottura degli *asset* rotabili (oltre che alla prevenzione e alla predizione del guasto stesso), al raggiungimento di un livello ottimale di efficienza e disponibilità del rotabile, all'ottimizzazione della *supply chain* e soprattutto alla possibilità di realizzare interventi manutentivi solo se necessari.

La manutenzione predittiva, grazie agli straordinari vantaggi resi possibile, rappresenta la più concreta ed efficace applicazione dell'*Internet of Things*. È evidente che possa essere applicata non solo al mondo ferroviario, ma anche ad altri settori (energia, automobilistico, telecomunicazioni) semplicemente adattando la tecnologia al caso specifico. I benefici analizzati sono trasversali e non collegati solamente ai singoli settori aziendali; impattano sull'intero sistema Paese, grazie alla loro strabiliante portata strutturale.

Se da un lato la digitalizzazione di macchinari ed impianti consente di sfruttarne le loro potenzialità al meglio, aumentandone la produttività, dall'altro, la crescente interconnessione tra le macchine e lo scambio continuo di dati, richiede grandi investimenti non solo per continuare ad innovare, ma anche per garantire la sicurezza e la protezione dei dati sensibili.

L'ultimo decennio è stato caratterizzato da una lenta crescita dell'occupazione, da lenti miglioramenti dei salari e standard di vita dei cittadini, ma la percezione di minori opportunità economiche ha messo in dubbio il capitalismo come teoria e pratica predominante. L'era dei

prodotti intelligenti e connessi può cambiare questa traiettoria, a patto che le aziende adottino un approccio aggressivo, che sappia cogliere le opportunità che inevitabilmente si presenteranno. Non sarà sufficiente l'investimento di una singola impresa in innovazione: sarà necessario un substrato fertile in cui tutti gli attori contribuiscano insieme al progresso, verso modelli di business e tecnologie più evolute.

Le imprese dovranno quindi fornire ai lavoratori le competenze necessarie, promuovere iniziative di sensibilizzazione, abilitare l'innovazione, proteggere i dati e superare le difficoltà attuali, ma in particolare creare attorno al proprio business reti inter-organizzative che possano consentire alle stesse di ottenere prestazioni e risultati superiori a quelli conseguibili individualmente, come nel caso del progetto SAP-Trenitalia in cui il concetto di network collaborativo trova chiara espressione ed applicazione.

L'innovazione scaturisce sicuramente da fonti molteplici e differenti, ma il più potente motore del progresso tecnologico sarà rappresentato dai network di imprese innovatrici che, attingendo conoscenze e risorse da diversi attori, potranno beneficiare di uno straordinario vantaggio competitivo, grazie, appunto, a significative relazioni e collegamenti costruiti pazientemente, nel tempo, con i diversi *stakeholders*.

*Prevenire è il miglior modo che abbiamo per non pentirci di ciò che, per leggerezza o distrazione, abbiamo preferito non misurare.*



## Bibliografia

### i. Libri

- Bernard E.Harcourt, *Against Prediction: Profiling, Policing and Punishing in an Actuarial Age*, University of Chicago Press, 2006.
- Bernard Hopkins e Boris Evelson, *Expand Your Digital Horizon with Big Data*, Forrester, 2011.
- Enrico Moretti, *La nuova geografia del lavoro*, Mondatori, 2017.
- Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee, *La nuova rivoluzione delle macchine*, Feltrinelli, 2017.
- Jerry Kaplan, *Le persone non servono*, Luiss University Press, 2017.
- Jerry Kaplan, *Intelligenza Artificiale. Guida al futuro prossimo*, Luiss University Press, 2018.
- Joi Ito e Jeff Howe, *Al passo con futuro. Come sopravvivere all'imprevedibile accelerazione del mondo*, Egea, 2017.
- Luca Beltrametti, Nicola Guarnacci, Nicola Intini, Corrado La Forgia, *La fabbrica connessa*, Guarnini, 2017.
- Luca De Biase, *Il lavoro del futuro*, Codice edizioni, 2018.
- Manuel Castells, *Galassia Internet*, Feltrinelli, 2013.
- Nancy K.Baym, *The emergence of online community*, in Steve Jones (a cura di), *Cybersociety 2.0: Revisiting Computer Mediated Communication and Community*, Sage, Thousand Oaks, 1988.
- Pascal Chabot, *Il robot filosofo*, Castelvecchi, 2017.
- Richard M.Cyert e David C.Mowery, *Technology and Employment: Innovation and Growth in the U.S. Economy*, National Academies Press, 1987.
- Ruby Bandiera, *WEB 3.0*, Dario Flaccovio Editore, 2014.
- Viktor Mayer-Schonberger e Kenneth Cukier, *Una rivoluzione che trasformerà il nostro modo di vivere e già minaccia la nostra libertà*, Garzanti, 2013.

## ii. Siti

- Oracle, *Dalla Connected factory alla smart factory investendo su dati e cloud*, 2018.  
<https://www.internet4things.it/industry-4-0/oracle-dalla-connected-factory-alla-smart-factory-investendo-su-dati-e-cloud/>
- Osservatorio IoT del Politecnico di Milano, 2018.  
<https://www.internet4things.it/smart-energy/continua-a-crescere-liot-in-italia-37-miliardi-di-e-nel-2017-con-un-32-trascinato-da-smart-metering-connected-car-smart-building/>
- [preparatialfuturo.confindustria.it](http://preparatialfuturo.confindustria.it)
- SAP, *IoT Predictive Maintenance, Products and Innovation*, 2017.  
<https://www.sap.com/documents/2016/10/8ec7f23f-917c-0010-82c7-eda71af511fa.html#>
- Trenitalia, *Bilancio*, 2013.  
[https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Bilancio\\_Trenitalia\\_31\\_dicembre%202013.pdf](https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Bilancio_Trenitalia_31_dicembre%202013.pdf)
- Trenitalia, *Relazione sulla qualità dei servizi*, 2013.  
[https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwif7Nfx3bbdAhUN\\_qQKShKBssQFjAAegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.trenitalia.com%2Fcms-file%2Falleghi%2Ftrenitalia%2Farea\\_clienti%2FRelazione\\_sulla\\_qualita\\_del\\_servizio.pdf&usg=AOvVaw0Ab7RBUt6USeekWsFigqh4](https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwif7Nfx3bbdAhUN_qQKShKBssQFjAAegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.trenitalia.com%2Fcms-file%2Falleghi%2Ftrenitalia%2Farea_clienti%2FRelazione_sulla_qualita_del_servizio.pdf&usg=AOvVaw0Ab7RBUt6USeekWsFigqh4)
- Trenitalia, *Relazione finanziaria annuale*, 2016.  
[https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Trenitalia\\_Relazione\\_Finanziaria\\_Annuale\\_2016.pdf](https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Trenitalia_Relazione_Finanziaria_Annuale_2016.pdf)
- Trenitalia, *Relazione sulla qualità dei servizi*, 2017.  
[https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi3p6KO3bbdAhUDC-wKHZpdDGwQFjADegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.trenitalia.com%2Fcms-file%2Falleghi%2Ftrenitalia\\_2014%2Finformazioni%2FRelazione\\_Qualita\\_Servizi\\_%25202017%2520IT.pdf&usg=AOvVaw2965j85tsWswLvihQbqaAg](https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi3p6KO3bbdAhUDC-wKHZpdDGwQFjADegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.trenitalia.com%2Fcms-file%2Falleghi%2Ftrenitalia_2014%2Finformazioni%2FRelazione_Qualita_Servizi_%25202017%2520IT.pdf&usg=AOvVaw2965j85tsWswLvihQbqaAg)
- Trenitalia, *Relazione finanziaria annuale*, 2017.  
[https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Trenitalia\\_Relazione\\_Finanziaria\\_Annuale\\_2017.pdf](https://www.fsitaliane.it/content/dam/fsitaliane/Documents/chi-siamo1/società-del-gruppo/trenitalia/Trenitalia_Relazione_Finanziaria_Annuale_2017.pdf)
- [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)
- [www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)
- [www.istati.it](http://www.istati.it)

### iii. Fonti dirette consultate

- SAP-Centric EAM, *DMMS: Trenitalia's Turning Point*, 2016.  
<https://www.youtube.com/watch?v=RG1WpbfqmR4>
- Sap Executive Summit, *Interventi di Luisa Arienti, Stuart Russel, Gianmario Verona, Telmo Pievani, Ismaele Bassani, Filippo Rizzante, Gianni Pelizzo*, 2018.
- Sap Executive Summit, *Industria 4.0: la (ri)evoluzione delle ri(e)voluzioni*, 2017.  
[https://www.youtube.com/watch?v=2\\_x1sBFb4JA](https://www.youtube.com/watch?v=2_x1sBFb4JA)
- SAP Executive Summit, *SAP Leonardo for the fourth industrial revolution*, 2017.  
[https://www.youtube.com/watch?v=JeOpa96p\\_po](https://www.youtube.com/watch?v=JeOpa96p_po)
- Intervista SAP, Vincenzo Carpenzano (SAP Project Manager) e Marzia Baldassarre (SAP Junior Consultant).
- SAP TV, *All Aboard the IoT Express*, 2016.  
<https://www.youtube.com/watch?v=-522INMapnI>

### iv. Working Papers

- McKinsey Global Institute, *A future that works: automation, employment and productivity*, 2017.
- Michael E. Porter e James E. Happelmann, *How smart, connected products are transforming competition*, Harvard Business Review, 2014.
- Ingegneria Ferroviaria, *The railway predictive maintenance and the enabling role of the Internet of Things*, 2018.
- Rapporto realizzato da The European House-Ambrosetti in collaborazione con Sap Italia, 2017.
- Commissione Europea, *On a Renewed EU Agenda for Higher Education*, 2017.
- Federmeccanica, *Industria 4.0 in Italia. L'indagine di Federmeccanica*, 2016.
- School of Management del Politecnico di Milano, *La crescita del mercato IoT*, 2018.
- Microsoft, *Future Proof Yourself. Tomorrow's Jobs*, The Future Laboratory, 2016.
- SAP, *SAP HANA Platform Paradigm Shift in a Rail Assets*, 2016.
- Simon Kemp, *We are social's compendium of global digital, social, and mobile data, trends, and statistics*, 2016.