

**Dipartimento di
Impresa e Management
Cattedra di
Economia aziendale**

**L'impatto dell'Intelligenza Artificiale
sulla gestione aziendale e sulle
decisioni manageriali delle imprese.**

RELATORE

Francesca di Donato

CANDIDATO

Alessio Iavazzi

Anno accademico 2023/2024

L'IMPATTO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SULLA GESTIONE AZIENDALE E SULLE DECISIONI *MANAGERIALI* DELLE IMPRESE

INDICE	3
INTRODUZIONE	5
CAPITOLO I: L'INDUSTRIA 4.0 E LA TRASFORMAZIONE DIGITALE	8
1 Dalla prima Rivoluzione industriale all'Industria 4.0	8
2 La <i>Digital Transformation</i>	13
3 Le tecnologie abilitanti: <i>Internet of Things (IoT)</i> ; <i>Big Data e Analytics</i> ; tecnologia <i>blockchain</i> ; intelligenza artificiale	17
3.1 I processi e gli algoritmi dell'intelligenza artificiale	24
CAPITOLO II: AZIENDE NELL'ECONOMIA DIGITALE	27
1. Il mercato digitale: analisi qualitativa	27
2 La trasformazione aziendale: dal <i>business model</i> tradizionale all'"Azienda 4.0"	30
2.1 Il concetto di innovazione	31
3 Il <i>management</i> aziendale: ruolo e responsabilità	33
3.1 L'importanza del capitale intellettuale	36
3.2 La selezione e la formazione del personale	39
CAPITOLO III: IMPATTO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SUI PROCESSI DI INNOVAZIONE DELLE IMPRESE	42
1. L'impatto dell'intelligenza artificiale sul sistema aziendale e sulla <i>performance</i>	42
2. L'integrazione tra l'Intelligenza artificiale e il capitale intellettuale	44
3. Evidenze empiriche: applicabilità dell'intelligenza artificiale al tessuto produttivo italiano	46
3.1 Le imprese di grandi dimensioni	48

3.2	Le imprese di piccole e medie dimensioni (PMI)	50
3.3	<i>Case Studies</i>	52
	<i>Case study 1: Cirfood cooperativa alimentare</i>	52
	<i>Case Study 2: Alperia Smart Services s.r.l.</i>	54
	<i>Case Study 3: Ferrari Roloplast s.r.l.</i>	55
	CONCLUSIONI	57
	BIBLIOGRAFIA	61
	SITOGRAFIA	66

INTRODUZIONE

L'elaborato intende esaminare le relazioni intercorrenti tra la sostenibilità e il processo di digitalizzazione delle imprese in un contesto globale caratterizzato da trasformazioni e cambiamenti sociali, economici ed ambientali, al fine di comprendere i vantaggi e i benefici che possono derivare al settore produttivo, in termini di miglioramento della *performance* sotto i seguenti aspetti: maggiore capacità di utilizzo delle tecnologie, riduzione di tempi, errori, modalità e costi di produzione, precisione nello svolgimento delle mansioni e sicurezza sui luoghi di lavoro (HUBER *et al.*, 2019).

A tal fine, l'elaborato intende, innanzitutto, analizzare i fattori che consentono ad un'azienda di adattarsi rapidamente alle mutevoli esigenze del mercato per soddisfare le richieste dei consumatori; in tale prospettiva si cercherà di illustrare il concetto di innovazione e la sua applicazione al settore produttivo attraverso l'introduzione delle *Smart Technologies* e il potenziamento del capitale intellettuale, due "leve" fondamentali che consentono ad un'azienda di conseguire e mantenere un differenziale competitivo positivo nei confronti dei *competitor* (VEZZOLI, 2020).

Oggi, infatti, il successo di un'azienda è strettamente legato alla sua capacità di innovarsi, cioè di proporre soluzioni nuove o migliorative che le consentano di emergere sui propri *competitor* in un mercato globale dove la tecnologia si evolve cambiando rapidamente le "regole di gioco" e dove la diffusione della digitalizzazione e di *Internet* hanno prodotto profondi cambiamenti nei gusti dei consumatori: il cliente, sempre più informato e interconnesso grazie ad *internet*, è più esigente rispetto al passato, potendo esprimere giudizi e valutazioni sui prodotti e servizi offerti, che possono determinare il successo o il fallimento di un'azienda (QUALIZZA, 2017).

In tale scenario, la *leadership* aziendale è tenuta ad investire in strategie che consentano all'organizzazione di potenziare il proprio valore complessivo e le relazioni che intesse nei confronti dei diversi *stakeholder* che compongono il contesto economico, sociale ed ambientale di riferimento. In altre parole, un'azienda per poter essere competitiva deve necessariamente intervenire sulla sua dimensione interna – il capitale umano e strutturale – e sulla sua dimensione esterna – cosiddetto capitale relazionale (AURELI *et al.*, 2020).

A tale scopo, l'elaborato cercherà di approfondire l'indagine sulle singole strategie che la *leadership* aziendale è tenuta ad adottare per poter migliorare la propria resilienza, potenziare il proprio *business* riducendo, nel contempo, i rischi d'impresa, senza trascurare la necessità di "orientare" efficacemente le scelte e le decisioni dei consumatori per migliorare i livelli percepiti di *customer experience* oltre che di *customer engagement* e *loyalty* (QUALIZZA, 2016).

In particolare, si approfondirà l'esame della *Digital Transformation*, che costituisce un fattore-chiave per l'efficace perseguimento degli obiettivi e della *mission* aziendale; pertanto, si procederà ad una sua analisi per comprendere l'insieme delle risorse e degli strumenti informatici e tecnologici che, oggi, costituiscono una leva strategica di successo nelle attività di creazione di valore da parte di un'azienda (LOMBARDI, 2019).

Parallelamente, si esaminerà la tematica della sostenibilità partendo dalla sua nascita e diffusione, in particolare negli ultimi anni, all'interno del settore economico, sociale, accademico internazionale¹. La sostenibilità è stata infatti oggetto, in particolar modo negli ultimi decenni, di una maggiore sensibilità, da parte del mondo accademico, politico ed economico internazionale per la necessità di adottare ed attuare modelli di produzione e consumo ispirati ai principi di responsabilità sociale d'impresa, ottimizzazione delle risorse, bilanciamento tra crescita economica e valorizzazione di ambiente e "circolarità" (LACY *et al.*, 2016).

Per quanto concerne il comparto produttivo, la capacità di un'azienda di diventare tecnologicamente sostenibile dipende, non soltanto dalla tipologia di *mission* perseguita, ma da ulteriori fattori, sia interni che esterni all'organizzazione: per quanto concerne l'aspetto interno, la *leadership* deve maturare la consapevolezza della necessità di investire nel potenziamento del proprio *business model* in termini di processi, modelli di produzione e fornitura di servizi, prevedendo l'inserimento all'interno della propria struttura dei seguenti *asset* strategici: 1) Intelligenza Artificiale (IA); 2) *Internet Of Things* (IOT); 3) *Big Data & Analytics* (BDA); 4) *Blockchain* e *Cybersecurity* (LOMBARDI, *et al.*, 2020).

Da un punto di vista relazionale-esterno, l'impresa deve essere in grado di valutare l'ambiente esterno per verificare l'esistenza delle condizioni per poter attuare tale

¹ ISTAT, *Sostenibilità nelle imprese: aspetti ambientali e sociali*, 2020, in www.istat.it

cambiamento di *business* e, di conseguenza, essere capace di adattarsi alle mutevoli esigenze di tutti gli *stakeholder* con cui si relaziona (IONI, G. CATURASU, 2020).

Da ultimo, partendo dall'analisi di alcune imprese "virtuose" italiane si cercherà di dimostrare che è possibile, entro determinati limiti e condizioni, attuare processi di integrazione ed efficace bilanciamento della sostenibilità e digitalizzazione, che consentano di conseguire elevati livelli di *performance* competitiva in un orizzonte temporale di lungo periodo.

CAPITOLO I: L'INDUSTRIA 4.0 E LA TRASFORMAZIONE DIGITALE

1. Dalla prima Rivoluzione industriale all'Industria 4.0
2. La *Digital Transformation*
3. Le tecnologie abilitanti: *Internet of Things (IoT)*; *Big Data e Analytics*; tecnologia *blockchain*; *Intelligenza Artificiale*
 - 3.1 I processi e gli algoritmi dell'intelligenza artificiale

1. Dalla prima Rivoluzione industriale all'Industria 4.0

Il termine Rivoluzione industriale indica un *continuum* di processi evolutivi che si sono susseguiti all'interno del panorama politico, industriale, sociale economico e culturale internazionale a decorrere dalla metà del XVIII secolo e che vengono suddivisi in quattro differenti fasi o “momenti storici”, come indicato nel grafico sottostante:



Figura 1: estrapolazione da “Le quattro Rivoluzioni industriali”, 2021, in www.team40.it

La prima Rivoluzione industriale ha origine in Gran Bretagna tra la seconda metà del XVIII secolo e l'inizio del XIX secolo per diffondersi rapidamente all'interno del Vecchio continente. Il fenomeno è caratterizzato dall'introduzione della macchina a

vapore nei processi di produzione, in particolare nell'ambito dell'industria tessile, che in pochi anni si trasforma nel settore più dinamico e produttivo, comportando un radicale cambiamento del contesto socio-economico da agricolo-artigianale-commerciale ad industriale (GUARAGNA, 2013).

L'estrazione del carbone, l'invenzione della macchina a vapore, le macchine tessili a movimento meccanico e le ferrovie hanno a loro volta generato il miglioramento dei trasporti e l'espansione dei commerci e degli scambi.

Inoltre, grazie alla meccanizzazione dei processi produttivi all'interno delle fabbriche, si verifica una migliore integrazione verticale delle fasi produttive ed una organizzazione burocratica per incrementare la *performance* che ciascun lavoratore è in grado di generare (BAGNOLI *et al.*, 2020).

Tali fenomeni contribuiscono a creare solide basi per una trasformazione che coinvolgerà anche le risorse strutturali ed umane, con la nascita della classe operaia caratterizzata da nuove mansioni, competenze e professionalità (SCHNEIDER, 2018).

La seconda Rivoluzione industriale comprende il periodo che va dalla seconda metà XIX Secolo alla prima decade XX Secolo e si caratterizza per l'espansione al di fuori dei confini del Vecchio continente della produzione di massa, favorita dalla diffusione delle macchine azionate dall'energia elettrica e dall'utilizzo diffuso di nuove fonti energetiche provenienti da fonti fossili, come il carbone e il petrolio. Si caratterizza per lo sviluppo tecnologico derivante da ricerche scientifiche svolte in laboratori universitari e non, finanziati sia da governi che da imprenditori privati. Con la seconda Rivoluzione industriale si viene ad instaurare uno stretto rapporto tra scienza, tecnologia e industria che contribuiscono a trasformare radicalmente i settori delle comunicazioni e dei trasporti; allo stesso tempo, crescono le dimensioni delle aziende e cambiano i rapporti tra il comparto produttivo e gli istituti di credito². La produzione di massa costituisce l'ulteriore elemento-chiave dei nuovi modelli di *business* perché provoca impatti profondi sulle risorse tangibili e intangibili, sui processi di produzione e sulle attività di ricerca e sviluppo.

La terza Rivoluzione industriale costituisce la naturale evoluzione delle precedenti e ha inizio intorno alla seconda metà del XIX secolo. È caratterizzata dalla nascita

² La catena di montaggio è stata introdotta per la prima volta nel sistema produttivo industriale da Ford nel 1913 con l'obiettivo di sincronizzare ed efficientare la fase della produzione.

dell'*Information & Communication Technology* (ICT) che racchiude i settori dell'elettronica, informatica e telecomunicazioni e si fonda principalmente sull'impiego degli strumenti informatici per l'automazione dei processi evolutivi e sulla nascita e diffusione della rete *internet* (BAGNOLI *et al.*, 2020).

La quarta Rivoluzione industriale rappresenta il momento più innovativo del processo evolutivo finora descritto, perché contiene tutti gli elementi e le caratteristiche delle precedenti Rivoluzioni, alle quali somma l'impiego delle tecnologie digitali in tutte le fasi dei processi produttivi, dalla progettazione alla commercializzazione dei beni e servizi. Il fenomeno abbraccia i seguenti settori di creazione di beni e servizi: informatica e telecomunicazioni; microelettronica e semiconduttori; energia; chimica; farmaceutica e biotecnologie; trasporti; manifattura; *cyber*-sicurezza.

La quarta Rivoluzione Industriale si sostanzia in un profondo cambiamento "*in senso digitale*" del contesto politico, economico e accademico internazionale e nel sempre più crescente numero di oggetti e luoghi collegati attraverso la rete (BALA, 2018).

Essa viene definita altresì come Industria 4.0, in quanto descrive la tendenza delle imprese ad attuare un radicale cambiamento delle proprie modalità operative e gestionali, utilizzando le tecnologie digitali al fine di migliorare le condizioni di lavoro e aumentare i livelli di produttività e redditività, in risposta ai profondi cambiamenti e trasformazioni che caratterizzano l'ambiente circostante (RUBINO *et al.*, 2020).

In particolare, l'espressione Industria 4.0 individua una trasformazione copernicana del settore industriale che si concretizza attraverso l'attuazione di processi produttivi caratterizzati da trasformazioni tecnologiche e digitali nelle fasi di progettazione, produzione e distribuzione di sistemi e prodotti manifatturieri, finalizzato alla realizzazione di *business model* industriali automatizzati e interconnessi³.

I processi produttivi "innovativi" dell'Industria 4.0 si fondano, infatti, sui seguenti fattori: tecnologie di produzione di prodotti realizzati con nuovi materiali; mecatronica; robotica; utilizzo delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (*Information and Communication Technologies*,) avanzate per la virtualizzazione dei processi di trasformazione; sistemi per la valorizzazione delle persone nelle fabbriche⁴.

³ Così CAMERA DEI DEPUTATI, *Industria 4.0*, in Temi dell'attività parlamentare XVII legislatura, 2018.

⁴ La locuzione Industria 4.0 è stata utilizzata per la prima volta in Germania per descrivere i processi innovativi di *digital transformation* del settore industriale nazionale; sebbene assuma denominazioni diverse in altri Paesi - *Manufacturing* negli USA, *Smart Industry* nei Paesi Bassi e *Industrie du Futur* in

Attraverso l'utilizzo di macchine intelligenti, interconnesse e collegate ad *internet* si viene a realizzare una profonda integrazione tra lavoro umano e robotico in un unico sistema in grado di produrre e fornire servizi nel minor tempo possibile (BELTRAMETTI, *et al.*, 2015).

L'Industria 4.0 si distingue per la possibilità di attuare una “ *fusione tra mondo fisico e virtuale*” ottimizzando l'impiego delle risorse materiali attraverso un miglior sfruttamento di quelle digitali che, in tal modo, sono in grado di rendere “intelligenti” sia i prodotti realizzati che i processi intra- e inter-aziendali attraverso la realizzazione di Sistemi che combinano elementi fisici con componenti virtuali (i cosiddetti *Cyber-Physical Systems*, CPS). (BAGNOLI, *et al.*, 2018).

Le soluzioni innovative che l'Industria 4.0 è in grado di fornire sono finalizzate al puntuale soddisfacimento delle seguenti esigenze: 1) ottimizzazione dei processi produttivi; 2) miglioramento della qualità degli *output* realizzati; 3) supporto ai processi di automazione industriale; 4) incremento della flessibilità nelle fasi di prototipazione, realizzazione e immissione in commercio. In tal modo, è possibile concretizzare *business model* innovativi che siano in grado di implementare la “catena del valore” di un'azienda lungo la sua dimensione verticale (nei rapporti con fornitori, distributori, clienti e tutti gli altri *stakeholder* che compongono la *supply chain*) ed orizzontale (nei rapporti con attori esterni istituzioni, finanziatori, *crowd funding*, etc.) (GENCO *et al.*, 2017).

Allo stesso tempo, l'Industria 4.0 grazie all'impiego delle tecnologie innovative consente di ottenere una maggiore precisione nei processi produttivi ed una progressiva e riduzione degli errori promuovendo, nel contempo, le condizioni per favorire la collaborazione produttiva, l'interazione ed il coordinamento tra imprese attraverso tecniche avanzate di pianificazione distribuita, gestione integrata della logistica in rete e interoperabilità dei sistemi informativi.

Il complesso dei cambiamenti tecnologici, economici e produttivi che caratterizzano l'Industria 4.0 sono, inoltre, riconducibili alle *Key Enabling Technologies* (KET), che comprendono l'insieme dei modelli di produzione avanzata altamente qualificanti, indispensabili per consentire al settore industriale di realizzare condizioni di *Technological Sovereignty* che, oggi, si rendono necessarie per realizzare vantaggi

Francia – il fenomeno presenta caratteristiche analoghe alle esperienze maturate nei principali Paesi dell'area euro-atlantica.

competitivi nei settori caratterizzati da un'evoluzione molto rapida in termini di *output* realizzati e servizi offerti: 1) industria del futuro; 2) efficienza energetica; 3) sovranità alimentare; 4) sanità; 5) difesa nazionale (JACKOB *et al.*, 2021).

Le KET comprendono: l'*advanced manufacturing*; l'*advanced (nano)materials*; le *life-science technologies*; i *micro-nano electronics and photonics*; l'*artificial intelligence*; le *security & connectivity technologies* (RAMAHANDRY, *et al.*, 2021).

Vi rientrano, altresì, le tecnologie SMAC (*Social, Mobile, Analytics, Cloud*), che individuano le componenti tecnologiche che sono in grado di tradurre i principali *trend* del mercato in trasformazione digitale (sia organizzativo-interna che relazionale-esterna) e le *Smart Techonolgies* che comprendono l'Intelligenza Artificiale (*Artificial Intelligence, AI*), l'*Internet delle cose (Internet Of Things, IOT)*, i *Big Data e Analytics*, la *Blockchain*, la *Cybersecurity*, tutti *asset* riconducibili al concetto di Industria 4.0 (LOMBARDI *et al.*, 2020).

All'interno della quarta Rivoluzione industriale si colloca la *Digital Transformation* che, come si approfondirà nel prossimo paragrafo, costituisce la fase più profonda e trasversale del processo evolutivo in quanto i suoi effetti non si sono prodotti solamente nel campo produttivo, ma hanno coinvolto anche quello economico, sociale, politico, culturale, a livello globale (RUBINO *et all*, 2020).

Il grafico sottostante illustra il *continuum* che caratterizza le quattro Rivoluzioni industriali e, per ciascuna di esse, evidenzia l'impatto determinante che è stata in grado di provocare nei confronti dei *building blocks* dei differenti modelli di *business* aziendale in termini di:

- 1) meccanizzazione dei processi produttivi (prima Rivoluzione);
- 2) elettrificazione dei processi produttivi (seconda Rivoluzione);
- 3) automazione dei processi produttivi (terza Rivoluzione);
- 4) digitalizzazione dei processi produttivi (quarta Rivoluzione).

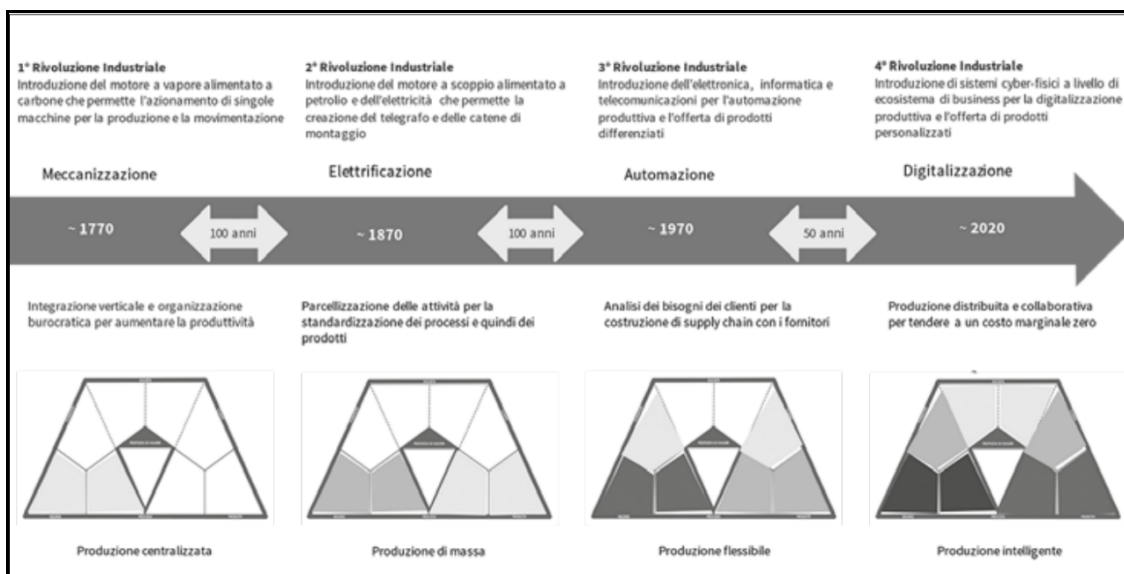


Figura 2: estrapolazione da BAGNOLI *et al.*, *Business Model 4.0: I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta rivoluzione industriale*, Venezia, 2018

2. La Digital Transformation

La letteratura definisce la *Digital Transformation* come un fenomeno *disruptive* in quanto le nuove tecnologie digitali e i modelli innovativi generati sono in grado di provocare cambiamenti non soltanto nella dimensione economico-produttiva, ma estendono i propri effetti anche alla dimensione politica, sociale, culturale globale, grazie alla connessione attraverso la rete che consente ad individui, macchine e dispositivi “intelligenti” interagire tra loro *real time* potenziando le loro capacità di generare valore (SCHWAB, 2016).

La *Digital Transformation* rimanda dunque, al concetto di quarta Rivoluzione industriale proprio per gli effetti generati dall'interazione tra il mondo fisico e quello digitale che consentono al fenomeno trovare applicazione non solo nell'ambito economico-produttivo ma anche in quello della finanza, sanità, intrattenimento, istruzione, sicurezza e difesa nazionale (CATALANO, 2020).

L'ampia disponibilità di tecnologie digitali consente, oggi, alle organizzazioni di trasformare radicalmente le proposte di valore. Al riguardo, la letteratura individua all'interno della *Digital Transformation* tre distinte fasi tra loro collegate (RUBINO *et al.*, 2021):

- 1) *Digitizing*, che indica il processo di trasformazione o di codifica delle informazioni dal formato analogico a quello digitale al fine di renderle gestibili ed utilizzabili da parte dei *computer*. Alcuni studi associano il termine *digitization* al cambiamento del processo di creazione di valore, trattandosi di una trasformazione dei processi aziendali da analogico a digitale, sebbene si tratti di una fase meno pervasiva della *Digitalization* e *Digital Transformation* (SEBASTIAN *et al.*, 2017);
- 2) *Digitalization*, che indica una fase più pervasiva della precedente perché concerne l'impiego delle tecnologie IT o digitali per introdurre delle trasformazioni e dei cambiamenti all'interno dei processi aziendali esistenti al fine di ottenere un miglioramento della *customer experience* ed un più efficiente coordinamento (PAGANI *et al.*, 2017);
- 3) *Digital Transformation* (DT) che costituisce la fase più pervasiva della trasformazione che le imprese devono attuare in relazione ai mutamenti tecnologici in atto; la DT identifica un nuovo modo di ripensare l'azienda, un profondo cambiamento dei processi e delle attività organizzative – nuove logiche di *business* – finalizzate a sfruttare appieno le opportunità che derivano dal complesso delle tecnologie disponibili per co-creare valore con tutti gli attori dell'ecosistema espandendosi in nuovi mercati, offrendo nuovi prodotti, attraendo nuovi clienti e cogliendo nuove opportunità.

La complessità della *Digital Transformation* deriva dal fatto che si tratta di un cambiamento profondo che coinvolge un'ampia pluralità di aspetti della vita umana, da quello culturale, sociale organizzativo e politico fino a quello economico; pertanto, il fenomeno non deve essere visto come un mero impiego delle tecnologie informatiche digitali e cognitive nei processi produttivi, ma come una rivoluzione copernicana nel *mindset* globale, caratterizzata dall'ottimizzazione delle risorse materiali attraverso l'implementazione dell'utilizzo di quelle digitali, che rendono "intelligenti" sia i processi che gli *output* realizzati (RUBINO *et al.* 2019).

Questo significa che grazie alla *Digital Transformation*, la quarta Rivoluzione industriale contiene quel *quid pluris* che la contraddistingue dalle precedenti, che è rappresentato dalla capacità di superare i confini del settore produttivo, sottoponendoli a una trasformazione digitale che produce impatti anche socio-economici, senza tuttavia richiedere la sostituzione di macchinari e impianti di produzione (BAGNOLI *et al.*, 2018).

Dal punto di vista delle imprese, infatti, la *Digital Transformation* costituisce un momento di rigenerazione e rilancio all'interno dell'ambiente di riferimento sebbene, ad oggi, tendenzialmente, le imprese di grandi dimensioni mostrano una maggiore propensione all'innovazione e a proiettarsi nei mercati internazionali rispetto alle PMI, in ragione dell'elevata capacità di compiere investimenti in *Digital Transformation* mirati ad implementare la propria struttura organizzativa e trasformare la propria capacità produttiva per valorizzare la competitività⁵ (ISMEA, 2021).

In ogni caso, la letteratura descrive il fenomeno come un *iter* di trasformazione che consente ad un'impresa di poter esprimere il proprio “*full potential*” attuando un'implementazione dei propri processi intra- e inter-aziendali; pertanto, in questo *iter* innovativo sono coinvolti sia la base che il *management* aziendale. In particolare, il *management* che è gravato dal potere-dovere di perseguire gli obiettivi aziendali, quest'ultimo è tenuto ad adottare ed attuare un *Strategic Digital Plan* che consenta all'intera organizzazione di realizzare, in un'ottica prospettica di almeno 5/10 anni, quei cambiamenti e trasformazioni *in senso digitale* che l'attuale contesto internazionale rende necessari per implementare la capacità competitiva, cogliere nuove potenzialità offerte dal mercato e, nel contempo, ottimizzare gli investimenti in ricerca e sviluppo (HEMERLING, *et al.*, 2018).

La letteratura che definisce la *Digital Transformation* come un processo strategico trasversale – perché, come osservato in precedenza, si esprime attraverso una combinazione di tecnologie informatiche, digitali e cognitive che rendono “intelligenti” sia i processi organizzativo-interni che relazionale-esterni – individua quattro dimensioni delle strategie di trasformazione digitale, tra loro collegate, universalmente applicabili a prescindere dalla struttura e dal particolare segmento di mercato in cui un'impresa svolge la propria attività (MATT *et al.*, 2015):

- 1) l'uso delle tecnologie: riguarda la postura che un'azienda intende assumere nei confronti della *Digital Transformation* e la volontà del *management* di inserire tale

⁵ Un'indagine condotta da ISMEA nel luglio 2021 ha evidenziato che l'utilizzo della multicanalità, dei *social media*, *chat* (si pensi alle *chat box* che svolgono attività di *customer service* e, pertanto, rendono possibile la soddisfazione delle esigenze dei clienti H/24 365 giorni l'anno), vendite *on-line*, hanno cambiato il modo di comunicare delle aziende nei confronti dei propri *stakeholder*, in particolar modo i consumatori, con l'obiettivo di comprenderne i bisogni e soddisfarli al meglio. In tal senso, www.ismea.it

- strumento innovativo all'interno della propria struttura per trasformare la propria *mission* e i propri processi in un orizzonte temporale di lungo termine;
- 2) i cambiamenti nella creazione di valore: concerne le trasformazioni e i miglioramenti “in senso digitale” che l'adozione delle tecnologie della DT sono in grado di provocare nei confronti dei processi aziendali, del *business model* aziendale e delle interazioni con gli attori dell'ambiente esterno – in particolare con i clienti – in termini di creazione di valore (COLOMBO *et al.*, 2022);
 - 3) i cambiamenti strutturali: riguarda i cambiamenti dell'assetto organizzativo aziendale che il *management* aziendale deve realizzare per consentire all'organizzazione di esprimere elevati livelli di efficacia, efficienza e sostenibilità in relazione alle mutevoli alle esigenze del mercato competitivo. La letteratura osserva, infatti, che i cambiamenti della dimensione strutturale sono, infatti, una condizione necessaria per sfruttare appieno le opportunità che le tecnologie digitali mettono a disposizione dell'organizzazione per implementare la capacità competitiva nei confronti dei *competitor* e, nel contempo, cogliere le nuove potenzialità offerte dal mercato⁶ (MATT, *et al.* 2015);
 - 4) gli aspetti finanziari: costituiscono una componente imprescindibile della *Digital Transformation* in quanto le tre precedenti dimensioni – uso delle tecnologie, cambiamenti nella creazione di valore e strutturali – possono essere efficacemente implementate ed integrate solo a valle di una pianificazione strategica da parte del *management* aziendale della dimensione finanziaria, in relazione ai costi e alle risorse che si rendono necessari per poter attuare una efficace, efficiente e sostenibile trasformazione digitale.

A valle dell'analisi delle quattro dimensioni della *Digital Transformation* è possibile affermare che il fenomeno complessivamente considerato è in grado di determinare profondi cambiamenti all'interno del *business model* – ossia della strategia aziendale, delle *operations* e delle relazioni con l'esterno – in termini di *value proposition* (SETZKE *et al.*, 2021).

⁶ Ad avviso degli Autori, C. MATT, T. HESS, A. BENLIAN se l'entità dei cambiamenti è piuttosto piccola, potrebbe essere più ragionevole integrare le nuove operazioni nelle strutture aziendali esistenti; in caso di cambiamenti più sostanziali, appare opportuna la creazione di una filiale separata all'interno dell'azienda.

Per questo motivo, la *Digital Transformation* deve essere gestita in modo ottimale da parte delle aziende, attraverso l'utilizzo di appropriate strategie di *knowledge management* (CHIUCCHI, 2004).

3. Le tecnologie abilitanti: *Internet of Things (IoT)*; *Big Data e Analytics*; tecnologia *blockchain*; intelligenza artificiale

L'innovazione è un concetto piuttosto ampio in quanto descrive la capacità di un'organizzazione di ridefinire il proprio modello di *business*. Tale processo di ridefinizione del *business model* può essere attuato secondo differenti modalità: attraverso lo sviluppo di prodotti (beni e/o servizi) "innovativi" o combinati in maniera differente, che vengono proposti al pubblico per generare nelle aspettative dei consumatori un'esperienza diversa sul piano emotivo, decisionale e valutativo; può, altresì, svolgersi attraverso la ridefinizione dei processi (interni) di prototipazione e produzione e (esterni) di distribuzione di beni e servizi già esistenti, in modo da consentire ad un'azienda di entrare in nuovi segmenti del mercato e rivolgersi a nuove fasce di clientela (BAGNOLI *et al.*, 2018).

Infine, l'innovazione può concretizzarsi in un processo di interlocuzione e collaborazione aperta (*open innovation*) che un'azienda pone in essere al fine di coinvolgere nella propria sfera di operatività il maggior numero di *stakeholder* con cui intrattiene relazioni, come imprese, enti pubblici, enti di ricerca, organizzazioni non governative, fornitori, produttori, consumatori, agenzie governative, organizzazioni industriali, clienti. Secondo quest'ultima prospettiva, l'obiettivo dell'azienda è quello di co-creare valore con tutti gli attori con cui interagisce (GOLINELLI, 2000).

Alla base dell'innovazione si colloca, innanzitutto, l'efficace impiego delle risorse "non tangibili" (*Intangible Assets*) o *soft resources* (cosiddetto capitale intellettuale) che comprendono l'insieme degli strumenti "intelligenti" capaci di generare valore perché consentono ad una organizzazione di poter implementare i propri processi interni (cosiddetto capitale strutturale) e le relazioni con l'esterno (cosiddetto capitale relazionale) (AURELI *et al.*, 2020).

Tra i differenti modelli di innovazione, quella tecnologica è, oggi, la più diffusa, considerato che gli investimenti in capitale intangibile hanno assunto un ruolo sempre più importante ai fini della competitività all'interno di un mercato globale sempre più interconnesso e digitalizzato. Quest'affermazione conferma l'assunto secondo cui il capitale di un'organizzazione comprende, oltre alle risorse umane e strutturali, anche elementi intangibili – i cosiddetti *Intangible Assets* – che contribuiscono alla creazione del valore complessivo (CUOZZO *et al.*, 2017).

Il concetto di tecnologie abilitanti è stato utilizzato nel 2009 dalla Commissione europea per indicare l'insieme delle tecnologie “innovative” e dei modelli “intelligenti” di produzione avanzata discendenti dalla *Digital Transformation*, che sono in grado di “rivitalizzare”, ossia di implementare profondamente l'intero sistema produttivo e che sono contraddistinte da elevata intensità di ricerca e sviluppo (R&S), consistenti elevate spese in investimenti, multidisciplinarietà e trasversalità⁷.

Oggi le aziende stanno ripensando e ridisegnando i loro processi interni e modelli di *business*, al fine di conseguire i vantaggi resi possibili dall'adozione delle “tecnologie abilitanti”, sia in termini di ottimizzazione del capitale umano ed intellettuale (cosiddetta dimensione organizzativo-interna) che di potenziamento della *performance* complessiva (cosiddetta dimensione relazionale-esterna) (DI VAIO *et al.*, 2021).

Nell'ambito delle tecnologie abilitanti o “intelligenti” rivestono particolare importanza, ai fini della presente disamina, l'*Internet of Things* (IoT), i *Big Data e Analytics*, la tecnologia *blockchain* e l'intelligenza artificiale.

L'*Internet of Things* – in italiano, *Internet delle cose* – è un concetto che identifica un *driver* fondamentale nell'ambito della quarta Rivoluzione industriale e della *Digital Transformation* e si fonda essenzialmente sulla raccolta e condivisione di dati e informazioni tra utenti attraverso l'utilizzo di dispositivi e macchinari che interagiscono e comunicano attraverso la rete⁸.

In altre parole, l'IoT rappresenta il principale strumento di elaborazione ed utilizzo dei *Big Data* attraverso l'utilizzo di sensori integrati, processori *smart* e *robot* che, grazie al collegamento via cavo ovvero in modalità *wireless*, sono in grado di comunicare tra loro scambiandosi informazioni e conoscenze consentendo ai loro utilizzatori, in

⁷ T. RAMAHANDRY, V. BONNEAU, E. BANI, N. VLASOV, *European Parliamentary Research Service* (EPRS) *Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty*, Bruxelles, (BEL) 2021, p. 1

⁸ In tal senso, AGCOM, *Next-Generation Television La sfida dell'Over The Top*, in www.agcom.it

particolare le imprese, di ottimizzare i processi interni ed esterni per rispondere tempestivamente ed efficacemente ai mutevoli cambiamenti del mercato e soddisfare le diverse richieste dei consumatori (LOMBARDI, *et al.*, 2020).

Al riguardo, un *Report* elaborato da Confindustria evidenzia che la principale conseguenza della diffusione su scala globale dell'IOT è stata l'evoluzione *in senso digitale* dell'intera catena del valore dei principali segmenti di mercato – economia, sanità, difesa, ambiente e risorse – in termini di ottimizzazione delle singole fasi della *supply chain* e di ottimizzazione dei processi di interazione e co-creazione di valore tra le imprese e gli *stakeholder* esterni (CONFINDUSTRIA DIGITALE, 2022).

Il *Report* evidenzia, altresì, che l'applicazione dell'IOT nell'ambito del settore industriale è suscettibile di determinare una serie di effetti e conseguenze positive sulla *performance* aziendale, come:

- 1) l'ottimizzazione dei processi produttivi interni attraverso la condivisione *real time* di dati ed informazioni con l'esterno;
- 2) il potenziamento dei sistemi di controllo della qualità e manutenzione “predittiva” per conseguire, in tempi ridotti, una serie di vantaggi in termini di risparmio di costi di riparazione e riduzione di possibili blocchi all'attività produttiva per effetto di guasti non previsti e miglioramento della qualità dei prodotti e servizi offerti all'utenza;
- 3) maggiore integrazione “virtuale” all'interno delle diverse fasi della *supply chain* (produzione, distribuzione in commercio, utilizzo) per fornire immediate risposte alle fluttuazioni del mercato e variazioni di domanda e offerta; riduzione dell'impatto complessivo su ambiente e risorse attraverso l'estensione della vita utile dei macchinari derivante dall'automazione dei servizi di assistenza e manutenzione.

L'IoT costituisce, dunque, una leva di assoluta importanza per il settore industriale, potendo provocare impatti rilevanti sulle modalità di creazione di valore da parte delle aziende, non solo in termini di offerta di prodotti innovativi, ma anche di erogazione di servizi aggiuntivi all'utenza che vanno a provocare effetti complessivi positivi sull'intero modo di fare *business* (FLEISCH *et al.*, 2014).

I *Big Data e Analytics* costituiscono un ulteriore *driver* strategico discendente dalla *Digital Transformation*. In generale, il concetto indica l'elevato ammontare di dati ed informazioni che oggi è possibile raccogliere dalle diverse fonti disponibili, gestire ed elaborare per effettuare previsioni all'interno di un'ampia pluralità di settori, come quello

economico-produttivo, finanziario, sanitario, della sicurezza e difesa nazionale: l'obiettivo è quello di creare nuovo valore ottenendo un'ampia serie di vantaggi e benefici come ad esempio la previsione dell'evoluzione dei mercati e della domanda dei consumatori; l'elaborazione di predizioni sull'andamento di determinate patologie cliniche; la predizione della diffusione di una pandemia (RUBINO *et al.*, 2020).

Oggi grazie alla globalizzazione e alla digitalizzazione delle interazioni tra gli individui e tra essi e le organizzazioni – sia pubbliche che private – i *Big Data* sono divenuti una leva fondamentale nello svolgimento di analisi preventive, predittive e prescrittive a supporto dell'attività decisionale che, di conseguenza, è divenuta più *time sensitive* ed efficace rispetto al passato (RUBINO *et al.*, 2020).

Il processo di raccolta, gestione ed elaborazione dei dati – denominato *Big Data Analytics* – si svolge in modalità ciclica cosiddetto– e si compone delle seguenti cinque fasi tra loro collegate e facenti parte di un *Management Cycle* (HADI *et al.*, 2015):

- 1) raccolta dei dati (*capture*);
- 2) archiviazione e catalogazione (*organize*);
- 3) integrazione e confronto con altri dati (*integrate*);
- 4) analisi e valutazione (*analyze*);
- 5) decisione (*act*).

I *Big Data* costituiscono, dunque, un *driver* strategico per assicurare l'ottimale funzionamento delle organizzazioni, sia pubbliche che private, considerato che il loro utilizzo è in grado di fornire evidenti miglioramenti in termini di implementazione della capacità produttiva e offerta di servizi di maggiore qualità, in linea con il mutare degli scenari di mercato (NWANKPA *et al.*, 2016).

Allo stesso tempo, i *Big Data* rappresentano una delle sfide più importanti del XXI secolo, considerato che al concetto di “enorme quantità” non corrisponde sempre quello di “qualità”; inoltre, costituiscono un *asset* caratterizzato da variabilità e incertezza e, pertanto, per poter essere esaminati, compresi ed interpretati in maniera efficace, richiedono una struttura articolata e personale in grado di attuare una ponderata attività di analisi e valutazione (RUBINO, *et al.*, 2020).

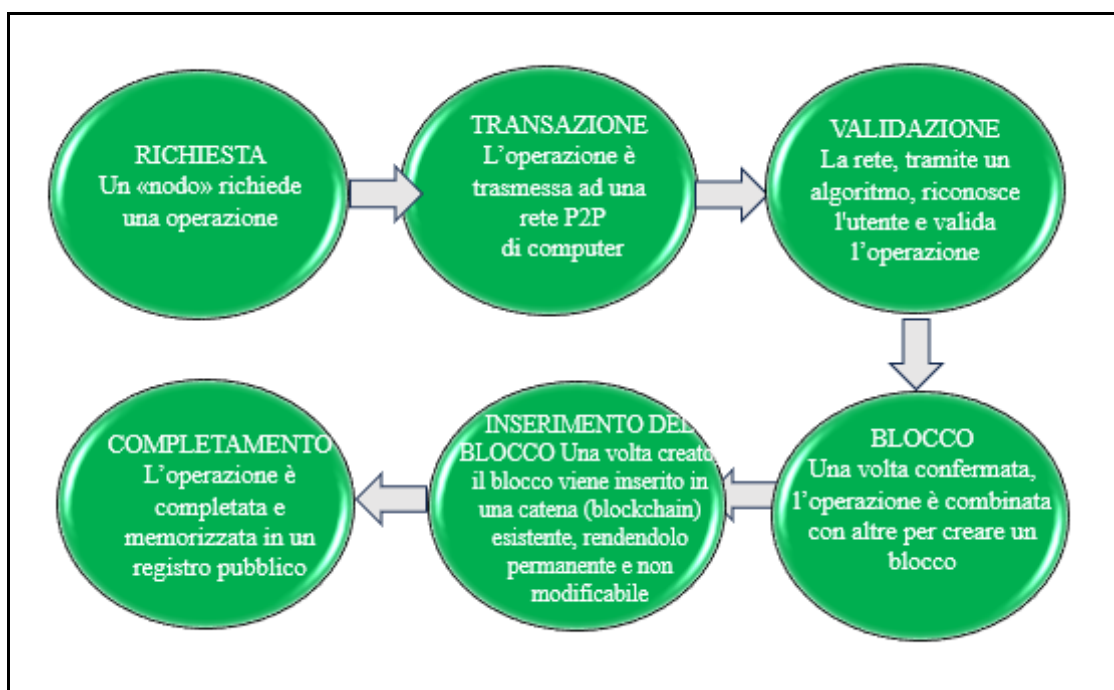
La tecnologia *blockchain* o della “catena di blocchi” costituisce un *asset* innovativo anch'esso discendente dalla *Digital Transformation*, che può essere utilizzato

in differenti settori, non limitandosi esclusivamente alle cosiddette *cryptocurrency* (monete elettroniche).

La letteratura descrive la *Blockchain* come un registro pubblico su cui sono annotate le transazioni che avvengono attraverso una rete di tipo *Peer-to-Peer* (P2P). Attraverso la *Blockchain* ciascun utente della rete – indicato come “nodo” – può certificare l’avvenuta transazione senza la necessità dell’intervento da parte di un ente certificatore che asseveri il perfezionamento di tale azione (FORMICHI, 2020).

Questo significa che la *Blockchain* individua un particolare tipo di *database* distribuito e condiviso tra i “nodi” di una rete, al cui interno vengono raccolte e “memorizzate” informazioni attraverso il loro inserimento in unità di archiviazione tra loro collegate, ciascuna delle quali è denominata “blocco”. Quando viene creato un nuovo “blocco”, viene sigillato con una firma digitale immutabile e collegato all’ultimo blocco presente nella catena. Dal momento dell’inserimento all’interno della catena, ciascun “blocco” non può essere più modificato. Inoltre, ogni nuovo “blocco” è unico, in quanto contiene sia la firma digitale che lo certifica che la firma digitale del blocco in cui è stato inserito, in modo tale da generare una sequenza immutabile e irreversibile di dati tra loro collegati (FORMICHI, 2020).

L’immagine sottostante illustra la modalità di funzionamento della *Blockchain*.



Nell'ambito della *Blockchain* si distingue tra una *Permissionless Blockchain* (ossia pubblica) e *Permissioned Blockchain* (ossia privata). La prima tipologia individua un ecosistema aperto, al cui interno qualsiasi "nodo" può avere accesso in maniera anonima, non prevedendo alcun permesso o autorizzazione; hanno ad oggetto principalmente la compravendita di danaro come le monete elettroniche e criptovalute (i cosiddetti *Bitcoin*); quelle private possono essere di tipo consortile-chiuso ovvero essere create per casi d'uso specifici e consentono l'accesso solo a "nodi" di cui è stata verificata l'identità mediante la concessione di privilegi di accesso (certificati); comprendono, dunque, un numero limitato di partecipanti abilitati, ciascuno dei quali corrisponde ad un "nodo" che interagisce con gli altri compiendo operazioni e transazioni che vengono "segnate" e certificate all'interno del registro delle transazioni per attestarne la validità (ROCCA *et al.*, 2020).

Originariamente concepita per la compravendita di criptovaluta, oggi la *Blockchain* può essere impiegata in molti settori, come l'assistenza sanitaria, dove lo scambio di informazioni riguardanti lo stato di salute dei pazienti o l'evoluzione di una determinata patologia e le operazioni di approvvigionamento di farmaci possono essere crittate e condivise tra più operatori per migliorare le modalità di condivisione di informazioni in sicurezza, senza incorrere in ipotesi di violazione della riservatezza e di compromissione di dati sensibili (FORMICHI, 2020).

L'applicazione della *Blockchain* in ambito aziendale è subordinata alla tipologia di *business* e al segmento di mercato di operatività. Qualora integrata all'interno dell'organizzazione aziendale, la *Blockchain* può costituire uno strumento "intelligente" per assicurare "condivisione" di informazioni caratterizzate da una certa confidenzialità e riservatezza; tale circostanza contribuisce a generare valore nell'ambito di un *supply chain*, ovvero nella condivisione di dati tra aziende, o tra aziende e consumatori (ROCCA *et al.*, 2020).

Secondo questa prospettiva, la *Blockchain* può costituire un utile e sicuro "canale informativo" per l'efficace funzionamento di una *supply chain* anche a livello globale, garantendo a tutti gli *stakeholder* di un'azienda – clienti, fornitori, distributori, etc. –

l'affidabilità, la conformità, la verificabilità e la certa provenienza di un determinato prodotto o servizio, evitando i rischi di eventuali contraffazioni (KSHETRI, 2018).

L'Intelligenza Artificiale (IA) costituisce un *driver* strategico della *Digital Transformation* che, in particolare negli ultimi anni, ha trovato ampia diffusione all'interno dei più disparati settori della società, grazie all'efficace utilizzo degli algoritmi per l'apprendimento automatico che, ispirati al funzionamento del cervello umano, sono utilizzati in supporto ai processi di pianificazione, *decision making* e *problem solving* (SANGUINETTI, 2020).

L'obiettivo principale degli algoritmi dell'IA è quello di contribuire alla realizzazione di significativi miglioramenti della qualità di vita degli individui e del benessere complessivo della società (RUSSELL, *et al.*, 2022).

La Commissione Europea definisce l'IA come “*l'insieme dei sistemi hardware e software caratterizzati da un certo livello di autonomia, i quali mostrano un comportamento intelligente perché applicano modelli matematici (algoritmi) per esaminare l'ambiente esterno e sono in grado di prendere decisioni e compiere azioni per raggiungere specifici obiettivi*”⁹.

In linea con questa definizione, la letteratura evidenzia che l'Intelligenza Artificiale non deve essere intesa come un'unica tecnologia, piuttosto un insieme di esse, in quanto i sistemi di cui si compone trovano applicazione in un'ampia pluralità di settori, come quello industriale, commerciale, sanitario, finanziario, ricerca scientifica e *cyber security* (DAVENPORT, 2018).

Grazie ai progressi in materia di nell'apprendimento automatico ed alla maggiore disponibilità di dati e dei notevoli passi avanti nel settore dell'*hardware*, i sistemi di IA costituiscono, infatti, uno strumento di analisi, apprendimento ed estrazione di informazioni dall'enorme quantità di dati (*Big Data Processing*) rese disponibili grazie alla globalizzazione e alla digitalizzazione dei processi produttivi (CATALANO, 2020).

Da un punto di vista pratico, i sistemi di IA si basano sull'utilizzo di algoritmi e reti neurali che permettono di replicare il ragionamento umano (si pensi al *machine learning* e alla sua evoluzione, il *deep learning*, quest'ultimo dotato di reti neurali in grado di replicare il comportamento dei neuroni del cervello umano che gli consentono

⁹ In tal senso, COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE EUROPEA AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI - L'intelligenza artificiale per l'Europa, Bruxelles, 2018, [COM (2018) 237 *final*].

di apprendere in modo rapido ed “adattivo” gli *input* ricevuti e migliorarsi, interagendo con l’ambiente con cui interagisce) che sono in grado di analizzare e comprendere l’enorme quantità di dati di *input*, fornendo informazioni, analisi predittive e soluzioni a differenti tipologie di problemi.

Al riguardo è possibile distinguere tra due macro-tipologie di IA: una “forte” o “generale” ed una “debole” o “ristretta”. Quella “forte” indica la capacità di una macchina “intelligente” opportunamente programmata, non solamente di emulare le azioni e i ragionamenti umani, ma di possedere sapienza e coscienza propria che le permette di svolgere tutti i compiti rientranti nelle sue competenze; la seconda, quella di tipo “debole” è, invece, in grado di svolgere con successo soltanto alcune delle più difficili funzioni umane (SEARLE, 1980).

Con riferimento alle differenti funzionalità dell’IA “debole” e “forte” è possibile catalogare gli algoritmi nelle seguenti categorie (CRISTIANO, 2020).:

- 1) quelli capaci di compiere azioni autonomamente ossia di svolgere operazioni e risolvere problemi attraverso ragionamenti simili a quelli degli umani;
- 2) quelli capaci di pensare razionalmente in quanto capaci di effettuare veri e propri ragionamenti logici;
- 3) quelli capaci di agire razionalmente, ossia di raggiungere il miglior risultato atteso attraverso l’esame complessivo di tutte le informazioni che sono messe a disposizione dell’algoritmo.

3.1 I processi e gli algoritmi dell’intelligenza artificiale

Nell’ambito dell’IA è possibile distinguere tra *Machine Learning* e *Deep Learning*.

I sistemi e le tecniche di *Machine learning* possono essere applicati ad un’ampia serie di problemi e di processi differenziati sulla base delle esigenze specifiche, della tipologia dei dati e degli obiettivi di *output* che si intendono raggiungere (BUCZAK *et al.*, 2016).

Esistono differenti tipologie di *Machine Learning*, che dipendono fondamentalmente dalla struttura dei dati da utilizzare nel processo di elaborazione e dai

compiti che ci si aspetta che la macchina esegua e di conseguenza della modalità di apprendimento, che può essere del tipo “supervisionato”, ossia sottoposto a monitoraggio ed intervento esterno o “non supervisionato”. Nel secondo caso, l’algoritmo è in grado di apprendere ed operare sulla base di precedenti esperienze, fermo restando il monitoraggio esterno.

Il *Deep Learning* (in italiano, apprendimento profondo) costituisce un tipo di *machine learning* particolarmente innovativo che si basa sull’utilizzo di “reti neurali artificiali” (*Artificial Neural Networks*, ANN) multilivello che, a similitudine del cervello umano, sono costituite da neuroni artificiali in collegamento tra loro, in modo da consentire una connessione diretta in *real time* tra *input* e *output*.

Differisce dal *machine learning* perché mentre in quest’ultimo l’algoritmo dev’essere “addestrato” mediante dati e risposte d’esempio, nel *deep learning* l’apprendimento è autonomo e si fonda sull’esperienza.

Le principali applicazioni degli algoritmi di IA comprendono (CATALANO 2020):

- 1) il miglioramento della capacità delle aziende di prevedere i gusti e le esigenze dei consumatori e di implementare la *Customer Experience and Satisfaction* attraverso l’immissione sul mercato di prodotti servizi “personalizzati” sulla base dei *feedback* ricevuti;
- 2) la *Computer Vision* per la produzione di autovetture a guida autonoma e capaci di riconoscere i segnali stradali (*driverless car*); la classificazione dei differenti oggetti (individui, animali, cose) all’interno di una immagine o un video; il riconoscimento facciale ai fini della sicurezza negli aeroporti o in caso di eventi pubblici;
- 1) la realizzazione di dispositivi medici di nuova generazione “scalabili” e l’identificazione di terapie appropriate in relazione alle caratteristiche psico-fisiche dei pazienti;
- 3) il riconoscimento di minacce e crimini informatici (*phishing*, spear-phishing, business e-mail compromise, etc.)
- 4) l’individuazione delle immagini per la diagnostica delle patologie al fine di ridurre i tempi per generare una corretta diagnosi;
- 5) la creazione automatica di un testo: il *deep learning* è in grado di scrivere correttamente in una determinata lingua rispettando ortografia, punteggiatura,

grammatica; è, altresì, in grado di utilizzare differenti stili di scrittura, in funzione dell'*output* da produrre, ad esempio un articolo giornalistico o una narrazione.

In conclusione, la diffusa applicazione e i progressi compiuti negli ultimi anni dai sistemi di IA portano a ritenere, che nel prossimo futuro essi continueranno a trovare larga applicazione nei più disparati settori, come industria manifatturiera, commercio, infrastrutture, finanza, sanità, istruzione, *cyber security*, intrattenimento, sicurezza e difesa nazionale (CATALANO, 2020).

CAPITOLO II: LE AZIENDE NELL'ECONOMIA DIGITALE

1. Il mercato digitale: analisi qualitativa
2. La trasformazione aziendale: dal *business model* tradizionale all'”Azienda 4.0”
 - 2.2 Il concetto di innovazione
3. Il *management* aziendale: ruolo e responsabilità
 - 3.2 L'importanza del capitale intellettuale
 - 3.3 La selezione e la formazione del personale

1. Il mercato digitale: analisi qualitativa

All'interno del panorama competitivo globale la quarta Rivoluzione industriale e la *Digital Transformation* hanno profondamente innovato il *business model* delle aziende.

In particolare, le *Smart Technologies* si sono rivelate uno strumento fondamentale per potenziare le strategie aziendali, implementare i processi produttivi (cosiddette *operations*) ottimizzare le tempistiche e i costi di realizzazione degli *output*; allo stesso tempo consentono di migliorare le relazioni che l'organizzazione crea mantiene con tutti gli *stakeholder* con cui si confronta (SETZKE *et al.*, 2021).

Quando si parla di *Digital Transformation* si fa riferimento ad un processo evolutivo “copernicano” che, in particolar modo negli ultimi anni, ha provocato profondi cambiamenti e trasformazioni nel *mindset* del contesto sociale, culturale, economico e produttivo globale modificando relazioni, processi, operazioni e consentendo lo svolgimento di transazioni attraverso la rete, per cui si parla sempre più frequentemente di *web economy* o *digital economy* (MARINIELLO, 2023).

Al riguardo la letteratura economico-aziendale evidenzia che la *Digital Transformation* e le *Smart Technologies* hanno inciso profondamente sulle forme e modalità di produzione e circolazione della ricchezza, generando “rinnovati” equilibri a livello globale.

Detti equilibri possono essere variamente definiti, a seconda che si focalizzi l'attenzione sulla preponderanza assunta da *internet* e dai dispositivi digitali nello svolgimento delle attività economiche (per cui si parla di “*web economy*” o di “*digital economy*”), sulla dematerializzazione dell'accesso ai mercati (per i quali si utilizza la formula della “globalizzazione telematica”), o sugli elementi comuni essenziali che caratterizzano il rinnovato percorso intrapreso dell'economia (si parla, in tal caso, di “rivoluzione algoritmica”) (DEL FEDERICO, *et al.*, 2015).

Sul piano della produttività, la *Digital Economy* è caratterizzata dalla rapidità dello scambio di informazioni, dalla frammentazione dei processi produttivi oltre che dalla diretta interazione ed interlocuzione tra le aziende e i consumatori (CARPENTIERI *et al.*, 2020).

I consumatori, rispetto al passato, hanno infatti assunto un ruolo differente nei confronti delle aziende: un esempio è la diffusione dello *shopping on-line*, un fenomeno che sta progressivamente affermando, fino ad essere addirittura preferito a quello tradizionale.

La letteratura evidenzia, infatti, che una delle conseguenze della *Digital Transformation* è il radicale cambiamento della posizione dei consumatori nei confronti delle aziende: da semplici destinatari dei prodotti e servizi offerti, i consumatori hanno assunto il ruolo di principale interlocutore delle aziende, potendo, grazie ad *internet* e ai *social media*, interagire direttamente con i produttori esprimendo giudizi e valutazioni sulla qualità degli *output* offerti (ANDERSON, 2018).

Allo stesso tempo, i *social network* e i motori di ricerca attraverso gli algoritmi dell'Intelligenza Artificiale sono in grado di mostrare contenuti più in linea alle preferenze degli utenti (CRISTIANO, 2020).

Il “rinnovato” ruolo dei consumatori nei confronti delle aziende deriva dalla diffusione su scala globale del fenomeno denominato “comportamento digitale”, che si sostanzia nell'utilizzo sempre più diffuso dei dispositivi tecnologici collegati attraverso il *web* – *personal computer*, *tablet*, *smartphone* etc., – per interagire e condividere opinioni, giudizi e valutazioni oltre che acquistare beni e servizi *on-line*.

Tale fenomeno ha determinato – in particolare durante il periodo della pandemia da Covid-19, caratterizzato da frequenti *lock-down* e limitazioni alla libertà di circolazione – uno sviluppo esponenziale dell'*e-commerce* e dell'*advertising* digitale, che hanno

contribuito ulteriormente a trasformare le dinamiche competitive delle aziende a livello globale provocando una ulteriore frammentazione dei processi produttivi¹⁰.

Si pensi, ad esempio, che oggi la maggior parte dei beni e servizi immessi sul mercato costituisce il risultato di un insieme di attività e fasi tra loro collegate – progettazione, produzione e distribuzione in commercio – che, per la maggior parte, vengono realizzate in Paesi che distano migliaia di km da quelli in cui risiede il consumatore finale¹¹.

In un’ottica prospettica, si ritiene dunque che il panorama globale del prossimo futuro sia caratterizzato da un’ampia serie di sfide e opportunità, come afferma un recente *Report* avente ad oggetto l’evoluzione dello scenario digitale globale nei prossimi anni. In particolare, il *Report* descrive i principali *trend* evolutivi del contesto sociale, politico ed economico globale¹²:

- 1) l’impiego diffuso dell’intelligenza artificiale comporterà significativi miglioramenti della qualità della vita non soltanto dei singoli individui ma dell’intera società, in termini di miglioramento dei servizi offerti all’utenza oltre che di vantaggi per la sicurezza, la salute, l’occupazione, la produttività, l’ambiente e l’inclusione sociale;
- 2) l’utilizzo dei *Big Data* nel settore dell’*advertising* consentirà alle aziende di adattarsi a un pubblico sempre più esigente e selettivo;
- 3) le piattaforme *social* continueranno ad ampliare il loro ruolo nella vita quotidiana delle persone;
- 4) le tensioni geopolitiche e il sovraccarico di disinformazione continueranno ad influenzare profondamente il panorama informativo globale.

¹⁰ Così, *L’evoluzione dell’e-commerce dopo il Covid- 19: nuove abitudini di acquisto e strategie omni-canale per la ripresa*, 2023, in www.dwayofthinking.com

¹¹ Così, I. ALVINO, *Integrazione produttiva, rivoluzione digitale e diritto del lavoro*, 2022, p. 1 ss., in www.federalismi.it

¹² Così, M. STARRI, *Digital 2023 – i dati globali*, 2023, in www.wearesocial.it

2. La trasformazione aziendale: dal *business model* tradizionale all'”Azienda 4.0”

La letteratura osserva che la trasformazione aziendale dal *business model* tradizionale a quello “4.0” comporta profondi cambiamenti sulla visione strategica, sulla componente culturale e organizzativa, sui processi, abilità, conoscenze, competenze, ruoli e responsabilità oltre che sulla capacità di interagire con l’ambiente esterno (BISOGNO *et al.*, 2020).

La trasformazione verso il modello “4.0” coinvolge, infatti, tutti i livelli e i settori di un’azienda, da quello strategico a quello operativo, consentendo di implementare i processi interni, instaurare nuove interazioni con gli *stakeholder* esterni e concepire *output* che siano più in linea con le preferenze dei consumatori (VENIER, 2017).

Al riguardo, la letteratura parla di “maturità digitale” per indicare il differente livello di inserimento delle tecnologie “intelligenti” all’interno dell’organizzazione. Secondo questa distinzione, le aziende “digitalmente più mature” sono considerate capaci di realizzare *performance* competitive superiori rispetto alle aziende che, non avendo attuato una *Digital Transformation*, sono destinate a scomparire (KANE *et al.*, 2017).

Le aziende “digitalmente più mature” presentano, infatti, una struttura organizzativa e funzionale che consente loro di adattarsi rapidamente al crescente dinamismo che caratterizza l’ambiente sociale, economico e politico di cui fanno parte.

L'introduzione degli strumenti “intelligenti” e dei *robot* collaborativi (*Collaborative Robot*, COBOT) all'interno dei processi produttivi permette, infatti, di conseguire una serie di vantaggi in termini di¹³: 1) efficace e sicura gestione del patrimonio informativo aziendale; 2) automazione dei processi di analisi e di *reporting* aziendale; 3) maggiore controllo della *performance* aziendale e delle aree/settori di criticità sulle quali poter attuare processi correttivi e migliorativi; 4) possibilità di sviluppare prodotti innovativi che soddisfino le esigenze di nuovi clienti; 5) rafforzamento di tutte le componenti “immateriali” quali credibilità, trasparenza, autenticità, reputazione ed affidabilità nei confronti del pubblico in termini di *customer experience* e *customer satisfaction*.

¹³ Così, *Corporate Reputation*, 2020, in www.reprtrak.com.

In linea con questa prospettiva, l'impresa digitale può essere concepita come un'organizzazione finalizzata a massimizzare la propria capacità di generare valore attraverso l'impiego di strumenti "intelligenti" che le consentono di adattarsi repentinamente ai cambiamenti nel comportamento dei clienti e nel panorama competitivo (BISOGNO *et al.*, 2020).

2.1 Il concetto di innovazione

A decorrere dai primi anni Duemila i processi innovativi delle imprese hanno vissuto profonde trasformazioni e cambiamenti derivanti dall'introduzione delle *Smart Technologies* all'interno dei processi di creazione di valore (RADZIWON *et al.*, 2023).

Come indicato da ampia letteratura in materia, il concetto di innovazione può assumere differenti significati.

In generale, l'innovazione costituisce un requisito fondamentale per assicurare la sopravvivenza, la crescita e il miglioramento della capacità di un'organizzazione di implementare la propria *performance* e capacità competitiva oltre che la propria resilienza e autonomia strategica in un orizzonte di lungo termine (MELE, *et al.*, 2014).

Altra letteratura esprime il concetto di *open innovation* (cd. innovazione aperta) per indicare un approccio multidimensionale attraverso il quale le imprese creano e sviluppano rapporti di interazione e collaborazione con *stakeholder* esterni ed interni all'organizzazione, fondati sullo scambio e sulla condivisione di *know-how*, tecnologie e competenze. Attraverso tali forme di interlocuzione e collaborazione con l'esterno, esse riescono ad affermarsi nel mercato e ad implementare la propria competitività. L'*open innovation* costituisce un approccio trasversale e multidimensionale proprio perché comprende attività di ricerca, sviluppo e collaborazione aperta che le aziende attuano al fine di coinvolgere nella loro sfera di operatività il maggior numero di *stakeholder* con cui intrattengono relazioni, quali fornitori, produttori, organizzazioni industriali, istituti di ricerca e sviluppo, agenzie governative (RADZIWON *et al.*, 2023).

Un ulteriore orientamento evidenzia che il concetto di *open innovation* si fonda sull'attuazione di una serie di misure che sono suscettibili di determinare profonde

trasformazioni e cambiamenti sulla *mission*, sugli obiettivi e sul valore complessivo dell'azienda¹⁴ (GOLINELLI, 2000):

- 1) predisposizione dell'organizzazione d'impresa – a tutti i livelli – ad adottare ed implementare forme di relazione e collaborazione con l'esterno;
- 2) promozione e sviluppo di collaborazioni con i diversi *stakeholder* per creare, sviluppare e commercializzare gli *output* realizzati;
- 3) adozione di nuovi *business model* fondati sui concetti di circolarità, sostenibilità, responsabilità sociale d'impresa fondati sui concetti di riciclabilità, riutilizzabilità e approvvigionamento responsabile dei materiali¹⁵;
- 4) utilizzo di *software* per l'ottimale gestione dell'inventario e smaltimento dei rifiuti;
- 5) impiego di efficaci attività di *marketing on-line* attraverso promozioni e vendite sui portali *web*.

Altra letteratura osserva che l'innovazione costituisce una parte integrante di un ampio “processo evolutivo” strategico attraverso cui l'impresa cerca di incrementare la produttività e la competitività, per poter efficacemente confrontarsi con la concorrenza e, nel contempo, soddisfare le mutevoli esigenze ed aspettative dei consumatori. Detto “processo evolutivo” si fonda sui seguenti tre principi (PRISCO, 2023):

- 1) trasformazione organizzativa: l'azienda cerca di uscire dai tradizionali schemi attraverso la riconfigurazione delle modalità di impiego delle risorse umane, materiali e immateriali per “adattarsi” all'andamento del mercato e alle esigenze dei consumatori;
- 2) ottimizzazione operativa: l'azienda mira a creare condizioni di lavoro coordinato tra le diverse fasi del processo produttivo, puntando ad offrire prodotti/servizi innovativi che le consentano di distinguersi dai propri *competitor*;

¹⁴ G. GOLINELLI, *L'approccio sistemico al governo dell'impresa. La dinamica evolutiva del sistema impresa tra economia e finanza*, Padova, 2000, 16 ss. L'Autore, considera il *Risk Management* come un processo trasversale che coinvolge l'intera strategia dell'impresa in quanto rappresenta l'anello di congiunzione tra il vertice decisionale e i lavoratori e si sostanzia in una serie di attività tra loro collegate – vigilanza, controllo, individuazione, intervento e *reporting* – mirate a salvaguardare il perseguimento della *mission* aziendale.

¹⁵ Tra le differenti definizioni fornite dalla letteratura sulla responsabilità sociale d'impresa, quella che appare più interessante la definisce come una leva fondamentale per consentire ad un'azienda di adattarsi rapidamente ai mutamenti e alle sfide che caratterizzano lo scenario globale, perché le assicura una maggiore tracciabilità delle materie prime, l'impiego ottimale delle risorse umane, materiali ed energetiche, la riduzione delle emissioni e il riutilizzo/riciclo degli scarti di produzione. Così, C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARI, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0 I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta Rivoluzione industriale*, Venezia 2018.

- 3) sostenibilità: la sostenibilità è sempre più spesso associata a principi di crescita e sviluppo fondati sull'attuazione di strategie e modelli di *business* “innovativi”, “circolari”, che siano in grado di coniugare il potenziamento della *performance* aziendale con le principali tematiche “calde” di carattere sociale, ambientale, politico, economico, culturale che affliggono la società, in particolare l'inquinamento ambientale, la scarsità delle risorse disponibili, i cambiamenti climatici (VELTE, 2020).

Come si approfondirà più avanti, il concetto di innovazione va esaminato anche in riferimento al capitale umano che, come noto, costituisce uno strumento fondamentale per generare ulteriore valore, considerato che si tratta di una componente che gioca un ruolo decisivo per consentire all'azienda di incrementare la propria capacità di interagire efficacemente con tutti gli *stakeholder* con cui entra in relazione (ABRAMOVITZ *et al.*, 2000; GALOR *et al.* 2004).

3. Il *management* aziendale: ruolo e responsabilità

La letteratura maggioritaria osserva che la *Digital Transformation* influisce in maniera profonda sulle strategie di crescita aziendale, rendendo necessario una ridefinizione, da parte del *management* aziendale, del *business model*. Questo significa che in un panorama globale sempre più interconnesso e *digital oriented* la pianificazione strategica costituisce uno dei fattori-chiave per determinare il successo di un'attività economica e consentire il perseguimento di obiettivi che non siano esclusivamente di breve periodo (BISOGNO *et al.*, 2020).

In linea con questa prospettiva, le tecnologie digitali ricoprono un ruolo sempre più centrale nella logica di successo delle imprese e, pertanto, la loro implementazione costituisce una ineludibile responsabilità del *management* aziendale che è, pertanto, tenuto a guidare e sostenere l'organizzazione in tutte le fasi del processo di trasformazione “in senso digitale” (RUBINO *et al.* 2020).

Il *management* ricopre, infatti, un ruolo-chiave ai fini della sopravvivenza e del potenziamento della *performance* competitiva dell'azienda; al riguardo, la letteratura tradizionale individua cinque “fasi” del processo evolutivo di un'organizzazione, facenti

capo al *management* aziendale e che sono applicabili a qualsiasi struttura organizzativa, a prescindere dalle dimensioni e dal segmento di mercato in cui opera¹⁶ (MASTROFINI, 2017):

- 1) pianificazione: è la prima “fase” del processo evolutivo e la più complessa perché concerne l’individuazione degli obiettivi, la fissazione di politiche e di programmi e la determinazione di specifici metodi e procedure per perseguirli;
- 2) organizzazione: è la “fase” che descrive le modalità di intervento sulla struttura, sui processi e sul funzionamento dell’azienda per assicurare il perseguimento degli obiettivi pianificati;
- 3) sostenibilità economica: concerne l’individuazione delle risorse necessarie per perseguire gli obiettivi pianificati;
- 4) direzione: comprende la funzione di fornire gli indirizzi e le linee guida di breve-medio termine che consentano di perseguire gli obiettivi strategici pianificati a monte;
- 5) controllo: è la “fase” conclusiva del percorso, che si sostanzia nella verifica continua della conformità e corrispondenza tra i risultati operativi e gli obiettivi contenuti nei piani strategici.

L’itero processo evolutivo comporta che un’organizzazione al fine di poter esprimere elevati livelli di *performance* complessiva nel tempo deve essere una macchina perfetta, le cui componenti (umana, strutturale e relazionale) possano operare in maniera sinergica ed integrata per perseguire i seguenti obiettivi di lungo termine: 1) adattarsi ai repentini mutamenti e fluttuazioni del mercato; 2) incrementare la produttività e la competitività; 3) confrontarsi efficacemente con la concorrenza; 4) soddisfare le mutevoli aspettative ed esigenze dei consumatori (PERANO, 2006).

In linea con questa prospettiva, la trasformazione digitale, non può essere vista come un’opzione, ma deve essere percepita dal *management* aziendale come un imperativo centrale su cui occorre puntare per adattare le strategie e *performance* dell’organizzazione in un orizzonte di lungo termine, considerato che le tecnologie “intelligenti” sono caratterizzate da elevata pervasività, trasversalità e capacità di impattare su tutti i settori dell’attività umana, sebbene in misura e con modalità differenti.

¹⁶ E. Mastrofini, *Guida ai temi ed ai processi di project management Conoscenze avanzate e abilità per la GESTIONE dei progetti*, Milano, 2017, p. 26 ss.

Una parte della letteratura osserva che l’inserimento delle tecnologie “intelligenti” all’interno dell’organizzazione è una strategia che rientra nelle responsabilità del *management* aziendale. Stante la delicatezza e l’importanza di tale trasformazione, è possibile scomporre il processo di *Digital Transformation* in “quattro fasi (o “dimensioni”) tra loro collegate (MATT *et al.*, 2015): 1) l’uso delle tecnologie (*use of technologies*); 2) i cambiamenti nella creazione di valore (*changes in value creation*); 3) i cambiamenti strutturali (*structural changes*); 4) gli aspetti finanziari (*financial aspects*).

L’uso delle tecnologie indica l’atteggiamento che il *management* intende assumere nei confronti delle nuove tecnologie in un orizzonte temporale di lungo periodo. In altre parole, il *management* è libero di stabilire se innovarsi attraverso l’inserimento delle tecnologie “intelligenti” all’interno dell’organizzazione, ovvero rimanere ancorato ai tradizionali *business model* (GIUSEPI *et al.*, 2012).

La seconda “dimensione” della strategia di trasformazione digitale concerne i cambiamenti nella creazione di valore: l’inserimento delle tecnologie “intelligenti” all’interno dell’organizzazione consente di ottimizzare i processi di creazione di valore sia da un punto di vista organizzativo-interno che relazionale-esterno, in quanto trasforma sia i processi interni che le interazioni con gli *stakeholder* esterni, in particolare i clienti (COLOMBO *et al.*, 2022).

La terza dimensione concerne i cambiamenti dell’assetto organizzativo per consentire all’organizzazione di esprimere elevati livelli di efficacia, efficienza e sostenibilità in relazione alle mutevoli alle esigenze del mercato. In generale, i cambiamenti strutturali sono richiesti per sfruttare appieno le opportunità offerte dalle nuove tecnologie¹⁷ (MATT, *et al.* 2015).

La quarta dimensione concerne l’attività di programmazione finanziaria e fiscale. Nonostante la funzione finanziaria sia frequentemente considerata come uno strumento di supporto alle decisioni manageriali, il ruolo che assume nell’ambito dell’azienda (in particolare nell’attività di elaborazione delle informazioni a consuntivo e nella capacità di fornire informazioni ed indirizzi strategici a livello previsionale) risulta essere sempre più determinante.

¹⁷ Ad avviso degli Autori, C. MATT, T. HESS, A. BENLIAN se l’entità dei cambiamenti è piuttosto piccola, potrebbe essere più ragionevole integrare le nuove operazioni nelle strutture aziendali esistenti; in caso di cambiamenti più sostanziali, appare opportuna la creazione di una filiale separata all’interno dell’azienda.

Il *management* aziendale sarà, infatti responsabile di stabilire in quali attività impiegare le risorse e le energie produttive dell'azienda, le risorse finanziarie presenti in azienda al momento dell'investimento, quelle che l'attività d'impresa è in grado generare infine, quelle reperibili facendo ricorso al mercato dei capitali (VALENTE, 2017).

3.1 L'importanza del capitale intellettuale

La letteratura maggioritaria osserva che il capitale intellettuale, pur non essendo annoverato tra le *Smart Technologies*, costituisce anch'esso un "fattore abilitante" che, nelle sue differenti componenti – umana, strutturale e relazionale – è in grado di implementare la *performance* aziendale attraverso la conoscenza e l'attuazione di nuovi metodi e processi di creazione di valore (GIULIANI, 2016).

Come indicato nella figura sottostante, il capitale intellettuale comprende l'insieme delle conoscenze, competenze e capacità di tutti gli individui che compongono l'organizzazione (componente umana), cui si sommano i processi organizzativi e funzionali (componente strutturale) e le relazioni che l'organizzazione sviluppa con l'ambiente esterno (componente relazionale) (AURELI *et al.*, 2021)

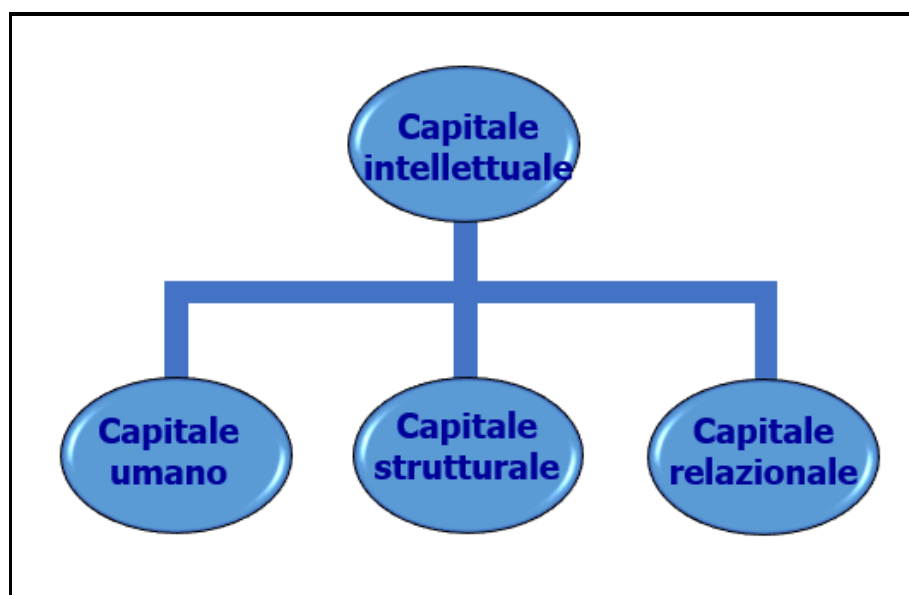


Figura 4: elaborazione personale da M. GIULIANI, *La valutazione del capitale intellettuale*, Milano, 2016

L'implementazione del capitale intellettuale determina, infatti, una gestione più efficace, efficiente e sostenibile della componente umana, strutturale e relazionale dell'organizzazione.

In linea con questa prospettiva, l'innovazione aziendale attraverso l'utilizzo di dispositivi e tecnologie "intelligenti" è suscettibile di provocare profondi impatti sulla dimensione strategica, operativa e relazionale dell'organizzazione, nel momento in cui è integrabile nei tre fattori strategici che contribuiscono al successo aziendale: il capitale umano, strutturale e relazionale (SETZKE *et al.*, 2021).

Il capitale umano costituisce la leva principale per assicurare l'innovazione aziendale, considerato che la sua valorizzazione contribuisce al perseguimento della *mission* aziendale in un'ottica strategica di efficacia, efficienza e sostenibilità. Trattandosi di una risorsa fondamentale per il successo di un'azienda, la sua trattazione approfondita è stata destinata al paragrafo 3.2.

Tuttavia, appare opportuno evidenziare fin d'ora che nella logica di valorizzazione del potenziale e della *performance* aziendale, la *leadership* aziendale è tenuta a favorire l'attività di formazione delle risorse umane affinché i collaboratori, a tutti i livelli, siano in grado di comprendere, utilizzare e indirizzare la tecnologia nelle attività quotidiane, contribuendo all'aumento della produttività e dell'efficienza dell'organizzazione di cui sono parte integrante (RUBINO *et al.*, 2020).

La valorizzazione del capitale umano consente al *management* di assicurare un'efficace, efficiente e sostenibile trasformazione "in senso digitale" dell'azienda. Al riguardo la letteratura evidenzia che la valorizzazione delle risorse umane può avvenire nelle seguenti modalità¹⁸:

- 1) formazione e valorizzazione del personale già in organico attraverso la promozione di percorsi di formazione *ad hoc* che consentano di implementare le conoscenze, competenze e capacità di comprendere, interpretare ed impiegare le tecnologie "intelligenti" all'interno dei processi aziendali;
- 2) reclutamento di personale specializzato in "intelligenza artificiale" e analisi ed interpretazione dei *Big Data* per contribuire all'assunzione tempestiva di decisioni

¹⁸ In tal senso, *Mission, vision e valori: guida completa al successo aziendale*, 2023, in www.randstad.it/

strategiche e operative a salvaguardia dell'efficacia, efficienza e sostenibilità dell'azienda;

3) l'incremento della motivazione e della soddisfazione lavorativa (*job satisfaction*).

Il capitale "relazionale" indica, invece, i rapporti di interazione e collaborazione che l'azienda crea e implementa con tutti gli attori con cui entra in relazione, ciascuno dei quali può esprimere un giudizio e una valutazione sulla sua reputazione, affidabilità, responsabilità, credibilità, trasparenza. (S.L. VARGO, M. A. AKAKA, 2012).

Vi rientrano, innanzitutto, i consumatori i cui giudizi e valutazioni sono fondamentali per la sopravvivenza dell'azienda; ad essi seguono gli altri *stakeholder* comprendenti fornitori, finanziatori, *competitor*, etc. (VELTE, 2020).

La reputazione di un'azienda è, infatti, continuamente sottoposta a giudizio e valutazione per quanto riguarda i seguenti "indici di valore" che sono in grado di assicurare una maggiore convergenza tra gli interessi economico-finanziari (profitto) e le seguenti tematiche di carattere sociale, ambientale, politico, economico, culturale (PORTER *et al.*, 2006): 1) l'impatto sull'ambiente e risorse naturali disponibili, 2) le modalità di reperimento riutilizzo e recupero delle materie prime; 3) il rispetto degli *standard* per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, 4) il coinvolgimento in questioni sociali e politiche¹⁹

Il capitale strutturale indica l'insieme dei meccanismi, dei processi e delle strutture organizzative e funzionali che supportano la forza lavoro e ne migliorano la *performance*, sia individuale che collettiva.

Comprende i processi consolidati, le *routine*, i *copyright*, i brevetti, gli *hardware*, i *database* e sistemi informativi; vi rientrano, altresì, le procedure che vertono attorno al *core business* dell'azienda e sono in grado di convertire la conoscenza individuale delle risorse umane in conoscenza collettiva.

Attraverso l'analisi del capitale strutturale si riesce a cogliere la capacità di innovazione dell'azienda, il know-how posseduto, nonché le capacità del *management* nella gestione dell'organizzazione aziendale (AURELI *et al.*, 2020).

¹⁹ M. PORTER, M. R. KRAMER, *Strategy and Society. The thing between competitive advantage and Corporate Social responsibility*, HBR, 2006, p. 15 ss. Ad avviso degli Autori, impresa e ambiente esterno sono tra loro strettamente interconnessi non potendosi esaminare la *mission* di un'azienda prescindendo dall'analisi del contesto esterno di cui esso fa parte.

3.2 La selezione e la formazione del personale

La quarta Rivoluzione industriale e le tecnologie “intelligenti” hanno dimostrato che le competenze digitali – cosiddette *digital skill* – costituiscono una leva imprescindibile per cogliere tutte le opportunità e i vantaggi derivanti dalla *Digital Transformation* e assicurare elevati livelli di *performance*, sostenibilità e resilienza in tutti i settori dell’attività umana (CENTENO *et al.*, 2022).

In linea con questa prospettiva, si ritiene che lo sviluppo e la valorizzazione delle competenze digitali costituiscano uno strumento fondamentale per affrontare le numerose sfide che caratterizzano lo scenario competitivo attuale e futuro.

Il capitale umano costituisce, infatti, l’*asset* più pregiato per le imprese e, pertanto, la risorsa che deve essere adeguatamente potenziata per contribuire all’incremento della *performance*, sia individuale che collettiva, in un orizzonte di lungo termine (RUBINO *et al.*, 2020).

La valorizzazione del capitale umano consente, infatti, un’efficace gestione dei cambiamenti e delle trasformazioni dell’ambiente esterno e, nel contempo, il perseguimento efficace della *mission* aziendale (LACY *et al.*, 2016).

Al riguardo, la letteratura scientifica evidenzia da tempo la necessità di sviluppare figure professionali che siano in grado di analizzare l’enorme quantità di dati e informazioni digitali disponibili, operare con gli strumenti di modellazione e simulazione, oltre che esprimere competenze legate alla robotica, all’automazione dei processi e, nel contempo, essere in grado di gestire *team* da remoto per assicurare elevati livelli di competitività, occupazione, benessere sociale ed inclusivo²⁰ (MAZZOLENI *et al.*, 2020).

Il capitale umano riveste, dunque, un ruolo di primaria importanza e le organizzazioni che attuano una *Digital Transformation* investendo sulle risorse umane mostrano un livello di *performance* produttiva e capacità competitiva superiore a quelle che hanno deciso di rimanere ancorate ai tradizionali modelli di *business* (PINI, 2023).

Dal punto di vista delle imprese, questo si traduce nella necessità che il vertice aziendale, una volta stabilita l’introduzione delle *Smart Technologies* all’interno dell’organizzazione, attui programmi di potenziamento delle competenze digitali dei

²⁰ A. MAZZOLENI, G. COPANI, M. MORGANTINI, R. CURIAZZI, *La quarta rivoluzione industriale: il contributo del cluster AFIL a supporto della specializzazione industriale*, 2020, in www.cnr.it

lavoratori in ragione del fatto che l'utilizzo delle macchine "intelligenti" all'interno dei processi produttivi presuppone una necessaria integrazione tra la componente umana e quella digitale²¹ (SCHNEIDER *et al.*, 2020).

La valorizzazione digitale delle risorse umane – a tutti i livelli e in ciascuna area dell'organizzazione – può essere attuata nelle seguenti modalità: da un lato, attraverso la formazione del personale già in organico, al fine di migliorarne le conoscenze, competenze e capacità di utilizzare le tecnologie "intelligenti"; dall'altro, effettuando un'accurata selezione del personale da assumere, richiedendo che lo sia già in possesso delle necessarie *skills* per potere operare in un ambiente di lavoro sempre più *digital oriented*.

Al riguardo, è possibile distinguere le competenze digitali in due categorie, *hard skill* e *soft skill*: le prime comprendono le competenze di base che possono essere acquisite nei contesti scolastici ovvero sui luoghi di lavoro attraverso la partecipazione a corsi di formazione *ad hoc*. Consistono nella capacità e abilità di utilizzare i comuni programmi e pacchetti informatici e le competenze tecniche dell'area SMAC (*Social, Mobile, Analytics, Cloud*). Le seconde individuano, invece, competenze e capacità più approfondite e trasversali, come il *problem solving*, il *decision making* e la flessibilità. Si tratta di competenze e capacità che dipendono dalla cultura, dalla personalità e dalle esperienze dell'individuo e che sono strettamente collegate al modo di interagire, comunicare e cooperare in *team*. Consentono di utilizzare le tecnologie "intelligenti" per gestire ed interpretare l'elevata quantità di dati ed informazioni disponibili ed esprimere valutazioni che consentano all'organizzazione di adattarsi rapidamente ai cambiamenti dell'ambiente di riferimento e conoscere il comportamento dei consumatori (CAPOFERRO, 2021).

La letteratura economico-aziendale evidenzia che la diffusa applicazione delle tecnologie "intelligenti" nei più disparati settori porta a ritenere, che nel prossimo futuro le *Smart Technologies* – in particolare l'intelligenza artificiale e i *Big Data & Analytics* – continueranno a trovare larga applicazione nei più disparati settori, producendo significativi impatti e conseguenze sulla vita e sulle relazioni tra gli individui (FUMAGALLI, 2020).

²¹ P. SCHNEIDER, *The managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field*, 2018, p. 804 ss.

In linea con questa prospettiva, tenuto conto che la *Digital Transformation* costituisce un fenomeno trasversale – in quanto non coinvolge solo la dimensione produttiva, ma si estende anche a quella individuale, sociale, istituzionale, etc., – la formazione digitale degli individui deve essere considerata come un obiettivo di rilevanza nazionale, in quanto i suoi effetti non si limitano alla sola dimensione economico-produttiva, ma si estendono all'intero sistema-Paese.

Questo significa che il decisore politico è gravato dalla responsabilità di prevedere piani e programmi di investimento aventi ad oggetto la formazione dei cittadini, al fine di assicurare alle future generazioni il possesso delle necessarie competenze e conoscenze che li rendano in grado di svolgere i nuovi compiti e mansioni che la digitalizzazione renderà disponibili nel prossimo futuro²².

Al riguardo appare opportuno evidenziare la recente Proposta di raccomandazione del Consiglio europeo sul Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027.

La Proposta parte dalla consapevolezza che le competenze digitali sono diventate irrinunciabili tutti i settori della società e dell'economia e, pertanto, costituiscono uno strumento fondamentale per realizzare il benessere e l'inclusione sociale, la cittadinanza attiva, l'occupabilità, la produttività, la sicurezza e la crescita sostenibile.

In linea con questa prospettiva, il Consiglio evidenzia la necessità che i Paesi membri adottino le strategie necessarie per potenziare le competenze digitali di tutti i cittadini dell'Unione – in particolare dei giovani tra i 16 e i 24 anni che costituiscono il capitale umano di prossima immissione nel mercato del lavoro – al fine di colmare il divario digitale tra aree sviluppate e periferiche e, nel contempo, creare le condizioni per soddisfare le esigenze di un mercato del lavoro nel quale le *digital skills* costituiscono uno dei principali strumenti per soddisfare gli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite per il 2030.

²² Così, MC KINGSEY GLOBAL INSTITUTE, (trad. it.) *In che modo l'automazione influirà su posti di lavoro, competenze e salari?* 2018, in www.mckinsey.com

CAPITOLO III: IMPATTO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE SUI PROCESSI DI INNOVAZIONE DELLE IMPRESE

1. L'impatto dell'intelligenza artificiale sul sistema aziendale e sulla *performance*
2. L'integrazione tra l'intelligenza artificiale e il capitale intellettuale
3. Evidenze empiriche: applicabilità dell'intelligenza artificiale al tessuto produttivo italiano
 - 3.1 Le imprese di grandi dimensioni
 - 3.2 Le imprese di piccole e medie dimensioni
 - 3.3 *Case Studies*
 - Case study 1: Cirfood cooperativa alimentare*
 - Case Study 2: Alperia Smart Services s.r.l.*
 - Case Study 3: Ferrari Roloplast s.r.l.*

1. L'impatto dell'intelligenza artificiale sul sistema aziendale e sulla *performance*

Come osservato nei precedenti capitoli, la quarta Rivoluzione industriale e la *Digital Transformation* hanno provocato, negli ultimi anni, impatti rivoluzionari e trasversali su tutti gli aspetti della società, avendo trasformato in maniera radicale il modo in cui i diversi attori (istituzioni politiche, cittadini, imprese, Pubbliche amministrazioni) interagiscono tra loro creando valore²³.

In tale panorama in continua evoluzione, la comunità economica, politica e accademica internazionale ha manifestato particolare interesse per l'Intelligenza Artificiale (IA), comprendente l'insieme delle tecnologie "intelligenti" che, simulando i meccanismi del pensiero umano, consentono ad un *computer* di compiere operazioni e

²³ THE EUROPEAN HOUSE - AMBROSETTI (TEHA), *AI 4 Italy: Impatti e prospettive dell'Intelligenza Artificiale Generativa per l'Italia e il Made in Italy*, 2023, in www.ambrosetti.eu

ragionamenti complessi in tempi ristretti per fornire efficaci soluzioni ad un'ampia pluralità di problemi (CRISTIANO, 2020).

Al riguardo, un recente studio commissionato dalla Commissione Lavoro della Camera dei Deputati ha evidenziato che tra i diversi ambiti di applicazione dell'IA, il settore del lavoro è quello maggiormente coinvolto, potendo gli algoritmi del *deep learning e machine learning* svolgere, in tempi rapidi, compiti sempre più complessi per ottimizzare i processi produttivi. Questo permette non solo la realizzazione di trasformazioni nel *business model* delle imprese (in termini di maggiore efficacia ed efficienza in ciascuna fase della catena di approvvigionamento), ma anche nella capacità di interagire con tutti gli attori dell'ambiente circostante (fornitori, distributori, istituzioni, clienti, etc.) creando nuove opportunità di lavoro, nuove figure professionali e nuovi processi di co-creazione di valore²⁴

L'IA costituisce, dunque, una *Smart Technology* suscettibile di provocare profondi cambiamenti e trasformazioni sul sistema aziendale e sulla *performance* competitiva, potendo contribuire alla realizzazione di processi innovativi di creazione di valore basati sull'interazione tra dispositivi "intelligenti" comunicanti tra di loro e con la componente umana, mettendo a disposizione del *management* aziendale, strumenti e tecnologie per l'analisi dei dati e la previsione di soluzioni completamente automatizzati grazie alla capacità di apprendere rapidamente e risolvere efficacemente i compiti assegnati (CERRA *et al.*, 2022).

L'IA può essere, pertanto, definita come una tecnologia abilitante di fondamentale importanza per consentire ad un'organizzazione di affrontare in maniera rapida e flessibile tutte le sfide e i cambiamenti che caratterizzano l'ambiente politico, economico, sociale e culturale globale in cui si trova ad operare.

Il potenziale esprimibile dall'IA è in grado di ottimizzare i processi di pianificazione, *decision making* e *problem solving*, stante la capacità degli algoritmi del *machine learning* e del *deep learning* di apprendere rapidamente, ragionare e proporre *solution* per risolvere una determinata tematica (COLOMBO, *et al.*, 2022).

Al riguardo, un recente studio condotto dal Centro Studi TIM avente ad oggetto i benefici derivanti dall'utilizzo dei sistemi di IA nel comparto produttivo nazionale, ha

²⁴ CAMERA DEI DEPUTATI, COMMISSIONE LAVORO, *Indagine conoscitiva sul rapporto tra Intelligenza Artificiale e mondo del lavoro, con particolare riferimento agli impatti che l'IA generativa può avere sul mercato del lavoro*, Roma, 2023, p. 1-2.

evidenziato che l'impiego degli algoritmi di *machine e deep learning* consente di soddisfare l'esigenza di realizzare la duplice transizione “verde e digitale”, promossa e sostenuta dalle istituzioni UE al fine di creare un'Europa più resiliente, competitiva e sostenibile²⁵

La ricerca ha, infatti, mostrato che l'applicazione dell'IA nei principali settori del comparto produttivo nazionale – in particolare nella produzione di semilavorati, in agricoltura, nei trasporti e nell'erogazione di energia e acqua – è in grado di ottimizzare i consumi e, di conseguenza, diminuire le emissioni di CO₂; tale capacità consente di allineare i parametri di consumo delle risorse e fonti energetiche su base nazionale a quelli indicati dalle principali organizzazioni internazionali (si pensi, ad esempio, agli Obiettivi dell'Agenda ONU 2030 e al *Green Deal* europeo che pone il perseguimento di “indicatori” di sostenibilità ambientale entro il 2050)²⁶.

In linea con questa prospettiva, la letteratura maggioritaria osserva che l'utilizzo degli algoritmi dell'IA consente all'intero sistema-Paese di conciliare la dimensione economica con quella sociale ed ambientale secondo una logica di efficacia, efficienza e sostenibilità²⁷ (PERSIANI, 2024).

2. L'integrazione tra Intelligenza Artificiale e capitale intellettuale

Nel corso del secondo capitolo è stato esaminato il capitale intellettuale, definito dalla letteratura come l'insieme delle conoscenze, competenze e capacità di tutti gli individui che fanno parte di un'organizzazione (capitale umano), oltre che dei processi funzionali interni (capitale strutturale) e relazionali esterni che un'organizzazione è in grado di sviluppare con tutti gli attori dell'ecosistema circostante (capitale relazionale) (AURELI *et al.*, 2021).

In tale prospettiva, l'implementazione del capitale intellettuale da parte del *management* aziendale – in particolar modo attraverso l'inserimento delle tecnologie

²⁵ COMMISSIONE EUROPEA, *Il decennio digitale europeo: obiettivi digitali per il 2030*, 2024, in www.commission.europa.eu

²⁶ CENTRO STUDI TIM, *l'Intelligenza Artificiale In Italia - Mercato, Innovazione, Sviluppo*, 2023, p. 1-3 in www.gruppotim.it

²⁷ A. PERSIANI, *Revisione delle agevolazioni per l'innovazione delle imprese e Diretiva Pillar II*, 2024, in *Rassegna Tributaria* n. 1/2024, p. 1 ss.

“intelligenti” all’interno dell’organizzazione – assicura una gestione più efficace, efficiente e sostenibile della componente umana, strutturale e relazionale dell’organizzazione contribuendo, in tal modo, al potenziamento della competitività in un orizzonte temporale di lungo periodo (SETZKE *et al.*, 2021).

Per quanto attiene all’interazione tra capitale intellettuale e IA, la letteratura sottolinea il ruolo centrale di questa tecnologia abilitante nei processi di creazione di valore, evidenziando che gli algoritmi di *deep learning e machine learning* consentono al *management* di ottenere i seguenti vantaggi strategici (DE SANTIS *et al.*, 2018):

- 1) valorizzazione del capitale umano: l’impiego dell’IA, come di qualsiasi *Smart Technology* presuppone il miglioramento di, competenze, conoscenze, attitudini e professionalità per consentire a ciascun soggetto dell’organizzazione di comprendere, utilizzare e indirizzare gli strumenti “intelligenti” al fine di contribuire efficacemente all’incremento della *performance* individuale e collettiva (RUBINO *et al.*, 2020);
- 2) incremento del capitale strutturale: il migliore utilizzo di tecnologie, invenzioni, brevetti, etc., consente all’organizzazione di essere flessibile ed adattare rapidamente il proprio *business model* al mercato riuscendo ad erogare *output* di qualità e in linea con le esigenze di consumatori;
- 3) miglioramento della capacità relazionale: la capacità di impiegare gli algoritmi di IA per esaminare l’enorme mole di dati disponibili e individuare soluzioni a problematiche in tempi rapidi consente di implementare la capacità di intessere rapporti duraturi con l’esterno e ottimizzare i processi di creazione di valore che con i diversi *stakeholder*, in particolare i clienti (miglioramento della *customer satisfaction*) (QUALIZZA, 2017).

Considerato quanto sopra, è possibile affermare che il capitale intellettuale e gli strumenti “intelligenti” messi a disposizione dalla *Digital Transformation* (in particolare l’IA) costituiscono due *driver* fondamentali per assicurare la sopravvivenza di un’organizzazione all’interno dell’attuale scenario competitivo.

Da un lato, la valorizzazione del capitale intellettuale – nelle sue tre componenti, umana, strutturale e relazionale – consente, infatti, ad un’organizzazione di esprimere elevati livelli di *performance* organizzativa e funzionale; dall’altro, un’organizzazione che inserisce all’interno della propria organizzazione le *Smart Technologies*, è senza

dubbio in grado di potenziare sia la dimensione organizzativo-interna che quella relazionale-esterna potendo implementare il proprio portafoglio di *assets* materiali ed immateriali (*know-how*, competenze, conoscenze, abilità e capacità) e la propria capacità relazionale (miglioramento di reputazione, immagine, credibilità, relazioni con i clienti) (LOMBARDI *et al*, 2020).

In linea con questa prospettiva, il *management* aziendale che “ridefinisce” il proprio *business model* investendo sulle *Smart Technologies* (a prescindere dal segmento di mercato di appartenenza manifatturiero, sanitario, finanziario, ovvero Pubblica amministrazione) possiede elevate prospettive – rispetto ai propri *competitor* – di conseguire i seguenti vantaggi strategici: 1) capacità di comprendere in tempo reale l’andamento dei mercati ed adattare rapidamente il proprio *business model*; 2) ottimizzazione della pianificazione produttiva; 3) migliore qualità degli *output* erogati (beni e servizi); 4) migliore *performance* competitiva; 5) migliori rapporti con gli *stakeholder* esterni, in particolare i consumatori (CRISTIANO, 2020).

3. Evidenze empiriche: applicabilità dell’intelligenza artificiale al tessuto produttivo italiano

La fotografia del tessuto produttivo italiano mostra una realtà costituita prevalentemente da piccole e le medie imprese (PMI), che rappresentano la quasi totalità degli operatori economici presenti sul territorio nazionale.

In uno scenario competitivo sempre più globalizzato e digitalizzato, le PMI, al pari delle aziende di grandi dimensioni, si confrontano quotidianamente con i *competitor* internazionali e, al fine di poter assicurare la propria sopravvivenza, sono tenute ad innovarsi inserendo all’interno della propria organizzazione gli strumenti “intelligenti” offerti dalla *Digital Transformation*, tra cui l’Intelligenza Artificiale²⁸.

Al riguardo, l’Osservatorio Italiano sull’Intelligenza Artificiale ha recentemente pubblicato uno studio sull’andamento del mercato dell’IA²⁹.

²⁸ CONFINDUSTRIA & CERVED, *Rapporto regionale Piccole e medie imprese (PMI)*, 2023, p. 13 ss.

²⁹ OSSERVATORIO ITALIANO SULL’INTELLIGENZA ARTIFICIALE, *Intelligenza Artificiale, crescita record del mercato in Italia: +52%*, febbraio 2024, in www.osservatori.net

Il documento esamina il periodo dal 2018 al 2023, evidenziando che in tale arco temporale si è assistito ad una crescita “impetuosa” degli investimenti in IA da parte delle imprese e che nel 2023 l’ammontare complessivo ha registrato una crescita del + 52% su scala nazionale (in netta accelerazione rispetto al 2022) per una spesa complessiva di circa 760 milioni di euro.

Inoltre, circa il 90% degli investimenti è stato realizzato dalle imprese di grandi dimensioni, mentre la restante percentuale è stata distribuita, in eguale misura, tra piccole e medie imprese (PMI) e Pubblica Amministrazione. Dunque, i maggiori investimenti in IA sono riferiti alle grandi imprese (con più di 250 dipendenti).

A ciò si aggiunga uno studio condotto da Cassa Depositi e prestiti S.p.A. secondo cui la minore propensione all’innovazione tecnologica da parte delle PMI rispetto a quelle di maggiori dimensioni è dovuta al fatto che la maggior parte di esse (più del 50% del totale) negli ultimi anni si è concentrata su investimenti di tipo materiale, acquistando più macchinari ed attrezzature e meno *software* per l’efficientamento dei processi e l’analisi dei *Big Data*. La sola acquisizione degli strumenti “intelligenti” non assicura, tuttavia, alle PMI quella flessibilità e capacità di adattamento al mercato e alla domanda dei consumatori, essendo necessario focalizzare l’attenzione su altri fattori in grado di assicurare l’innovazione, come l’intensità dell’utilizzo delle tecnologie “intelligenti” e la loro efficace integrazione all’interno dei processi (interni ed esterni) di creazione di valore³⁰.

Tornando agli investimenti in IA relativi all’anno 2023, l’Osservatorio Italiano sull’Intelligenza Artificiale evidenzia che i circa 760 milioni del 2023 sono stati destinati ai seguenti obiettivi: 1) il 29% è stato destinato all’attuazione di *solution* per facilitare l’analisi e l’estrazione di informazioni dai dati (*Big Data Exploration & Prediction, Decision Support & Optimization Systems*); il 27% è stato destinato a progetti di interpretazione del linguaggio (*Text Analysis, Classification & Conversation Systems*); l’ulteriore 22% è stato impiegato per potenziare l’interazione con i clienti fornendo servizi ed esperienze innovativi e migliorare la qualità della *customer experience e satisfaction*.

³⁰ CASSA DEPOSITI E PRESTITI S.P.A., *Digitalizzazione Linee Guida Strategiche Settoriali*, Roma, 2021, p. 18.

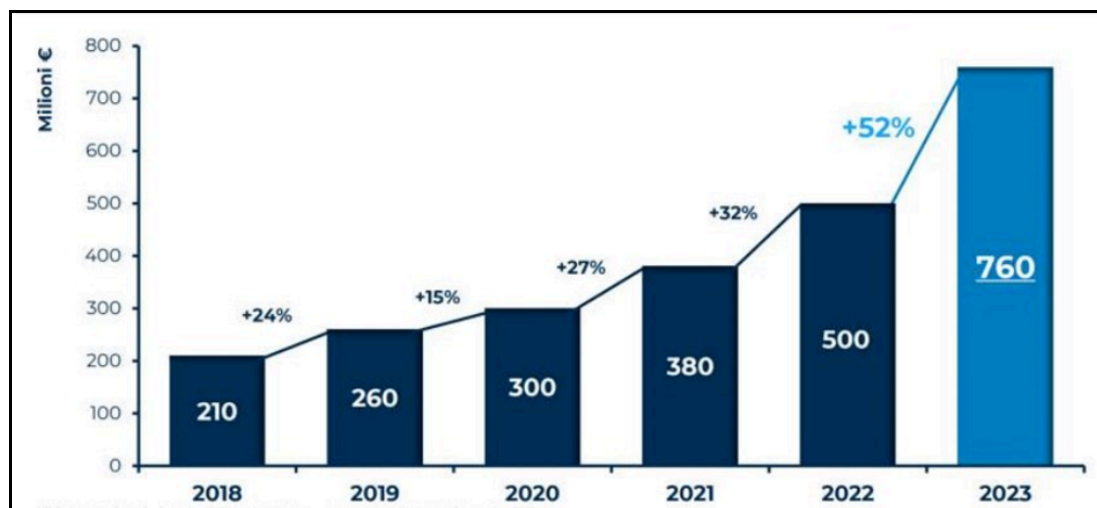


Figura 5: estrapolazione da OSSERVATORIO ITALIANO SULL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE, 2024, in www.osservatori.net

A ciò si aggiunga che la restante quota è stata impiegata, rispettivamente, per l'attività analisi di video e immagini (10%) oltre che di *Process Orchestration Systems* (7%); infine, un'esigua parte è stata destinata per l'IA generativa (5%).

3.1 Le imprese di grandi dimensioni

All'interno del comparto produttivo nazionale, le imprese di grandi dimensioni mostrano una maggiore predisposizione ad innovarsi e operare in contesti internazionali rispetto alle PMI, in ragione della capacità di investire maggiori capitali per implementare la propria struttura organizzativa e potenziare la propria *performance* competitiva. Allo stesso tempo, sono più propense a realizzare alleanze strategiche, acquistare strutture produttive già operative, valorizzare il capitale umano, strumentale e relazionale per attuare strategie di lungo periodo che consentano di competere efficacemente all'interno di un mercato globale sempre più complesso e in continua evoluzione³¹.

Al riguardo, un documento di Confindustria dello scorso giugno 2023 ha indicato che, nel complesso, il comparto produttivo nazionale ha incrementato gli investimenti nel settore dell'IA evidenziando, tuttavia un divario tra PMI e aziende di grandi dimensioni:

³¹ Uno condotto da ISMEA (lug. 2021) ha evidenziato che l'utilizzo della multicanalità, dei *social media*, *chat*, vendite on-line, hanno cambiato il modo di comunicare delle aziende nei confronti del pubblico e di avvicinare i consumatori. In www.ismea.it

le seconde, infatti, stanno destinando maggiori risorse negli strumenti di IA, in particolare nell'ambito della Chatbot e nell'assistenza virtuale virtuali a supporto delle attività legate al *customer care* all'assistenza post-vendita³².

Il documento di Confindustria evidenzia, altresì, che gli algoritmi dell'IA costituiscono uno strumento-chiave per potenziare i processi di gestione delle risorse umane (*Human Resources Management*, HRM) nell'ambito delle grandi imprese. Al riguardo, la letteratura evidenzia una serie di vantaggi collegati all'ottimizzazione dell'organizzazione e dalla *mission* aziendale³³:

- 1) miglioramento del *recruiting*, potendo gli algoritmi di IA individuare rapidamente i candidati qualificati, escludendo chi non soddisfa i requisiti, risparmiando, in tal modo, tempo e risorse;
- 2) efficientamento della mobilità intra-aziendale, potendo assegnare “la risorsa giusta nel posto giusto”;
- 3) potenziamento dell'*on-boarding*, evitando tempi morti e ottimizzando le procedure di accoglienza e *training* del personale di nuova assunzione;
- 4) valorizzazione del capitale umano, prevedendo percorsi di formazione professionale – *up-skilling* e *re-skilling* supportati dall'IA³⁴;
- 5) miglioramento della gestione dell'intero ciclo di vita dei dipendenti, dalla pianificazione delle risorse da reclutare, alla selezione dei candidati, alla gestione delle prestazioni, fino alla collocazione a riposo.

Il documento di Confindustria evidenzia, altresì, l'incremento dell'impiego degli algoritmi di IA nell'attività di monitoraggio dei comportamenti dei consumatori al fine di poter effettuare un'analisi predittiva ed anticipare le aspettative e necessità dei clienti.

A ciò si aggiunga l'uso sempre più diffuso di soluzioni di *Robotic e Intelligent Process Automation*, che consentono di migliorare l'efficienza dei processi aziendali e individuare le risorse umane che presentano profili professionali da dedicare ad attività a maggior valore. Infine, viene evidenziato il maggiore ricorso ai sistemi “intelligenti” di

³² CONFINDUSTRIA, *Il digitale in Italia: mercati, dinamiche, policy*, 2023, slide 64, in www.confindustria.it

³³ HRM, *Come l'intelligenza artificiale sta rivoluzionando la gestione del Capitale Umano. 8 casi d'uso*, 2023, in www.peoplechange360.it

³⁴ I programmi *re-skilling* mirano a fornire competenze e conoscenze differenti da quelle possedute, per consentire lo svolgimento di attività nuove; i programmi di *up-skilling* prevedono, invece, l'erogazione di competenze e conoscenze “ulteriori” rispetto a quelle di cui i lavoratori sono già in possesso. L. DE MENECH, M. RUGGIERO in AGENZIA PER L'ITALIA DIGITALE, *AI: come formare i dipendenti per restare competitivi*, 15 nov. 2023, in www.agendadigitale.eu

Computer Vision per monitorare il controllo di qualità, il riconoscimento biometrico e la sicurezza nei luoghi di lavoro durante lo svolgimento delle attività in ciascuna fase del processo di produzione, al fine di individuare tempestivamente eventuali situazioni di rischio e pericolo³⁵.

3.2 Le imprese di piccole e medie dimensioni (PMI)

In generale, le PMI sono caratterizzate da una minore complessità interna e da una struttura decisionale meno articolata rispetto alle imprese di grandi dimensioni (che, in linea con la tabella della Commissione UE presentano, tra un organico uguale o superiore ai 250 dipendenti ovvero un fatturato annuo maggiore di 50 milioni di €)³⁶.

A decorrere dai primi anni 2000, le PMI italiane hanno subito i profondi cambiamenti e trasformazioni che hanno caratterizzato lo scenario competitivo internazionale, derivanti dai fenomeni della globalizzazione e della *Digital Transformation*. Tuttavia, a causa delle loro dimensioni, le PMI hanno mostrato, in particolare negli ultimi anni, una ridotta propensione all'innovazione rispetto alle imprese di maggiori dimensioni stante la maggiore avversione al rischio che costituisce, appunto per questo, un freno ad investimenti e sperimentazioni in *Digital Transformation*³⁷.

Tali fenomeni hanno, infatti, determinato la diffusione di modelli di *business* fondati sui concetti di *offshoring* e frammentazione dei processi produttivi, dei quali hanno beneficiato principalmente le imprese “a maggiore vocazione internazionale” (le *Multi-National Enterprises*, MNEs) le quali hanno potuto attuare strategie d'impresa finalizzate a delocalizzare – in tutto o in parte – i propri processi produttivi in Paesi emergenti o a fiscalità privilegiata, distorcendo il regolare andamento dei mercati³⁸.

Ciononostante, un recente *Report* di Confindustria evidenzia la consapevolezza da parte delle PMI sulla necessità di incrementare gli investimenti in *Digital Transformation*

³⁵ CONFINDUSTRIA, *Il digitale in Italia: mercati, dinamiche, policy*, 2023, slide 65, in www.confindustria.it

³⁶ COMMISSIONE EUROPEA *Raccomandazione* n. 2003/361/CE del 6 mag. 2003, recepita nell'ordinamento nazionale con il D.M. del 18 apr. 2005.

³⁷ BANCA EUROPEA PER GLI INVESTIMENTI (BEI), *La digitalizzazione delle piccole e medie imprese in Italia Modelli per il finanziamento di progetti digitali*, 2021, p. 3 ss.

³⁸ Così SENATO DELLA REPUBBLICA, SERVIZIO STUDI DOSSIER EUROPEI; CAMERA DEI DEPUTATI, UFFICIO RAPPORTI CON L'UNIONE EUROPEA, *Conferenza sull'autonomia strategica economica dell'Unione europea*, Parigi 13-14 marzo 2022, p. 3.

proprio perché le tecnologie “intelligenti” costituiscono una leva fondamentale per migliorare la *performance* competitiva in un orizzonte temporale di lungo periodo³⁹.

Al fine di supportare la capacità competitiva delle PMI, nel 2015 il legislatore nazionale, ha previsto una serie di misure ed agevolazioni a favore di quelle imprese che manifestavano l'intenzione di intenzionate ad innovare il proprio *business model* investendo nei seguenti strumenti⁴⁰: *Intangibles* (in particolare l'Intelligenza Artificiale) l'IA), ricerca e sviluppo, valorizzazione del capitale umano, *know-how* brevetti e *software*.

Successivamente, con il Piano Industria 4.0 il legislatore nazionale ha previsto una serie di agevolazioni e incentivi per le PMI intenzionate ad investire in tecnologie “intelligenti”.

A ciò si aggiunga che, nel 2020 è stato emanato il decreto del Ministero dello Sviluppo Economico per il sostegno ai programmi e progetti di “*trasformazione tecnologica e digitale dell'organizzazione e dei processi produttivi delle PMI*” che mira a⁴¹:

- 1) promuovere l'utilizzo delle tecnologie abilitanti individuate nel “Piano Nazionale Impresa 4.0” (*Key Enabling Technologies*, comprendenti *Advanced Manufacturing Solutions*, *Additive Manufacturing*, Realtà Aumentata, *Simulation*, *Internet of Things Cloud*, *cybersecurity*, *Big Data & Analytic*) per potenziare la competitività;
- 2) rivoluzionare “in senso digitale” tutte le fasi della *supply chain* attraverso la diffusione di piattaforme e strumenti “intelligenti” per potenziare la competitività dell'intero settore produttivo nazionale.

Alla luce dei citati provvedimenti, il Ministero delle imprese e del *Made in Italy* lo scorso anno ha elaborato un censimento sulle PMI che hanno innovato il proprio *Business model* attraverso la *Digital Transformation*.

Il censimento, che prende in considerazione il comportamento delle PMI nel quinquennio 2018-2022, mostra un graduale incremento del numero delle PMI

³⁹CONFINDUSTRIA, *Il digitale in Italia: mercati, dinamiche, policy*, 2023, in www.confindustria.it

⁴⁰ Decreto Legge 24 gennaio 2015, n. 3 (“*Investment Compact*”), convertito con Legge del 24 marzo 2015, n. 33.

⁴¹ Così MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, *Digital Transformation, Decreto Direttoriale del 9 giugno 2020*, in www.mimit.gov.it

“innovative” nel 2022 rispetto al 2018, evidenziando altresì che da un punto di vista geografico il fenomeno è maggiormente diffuso nelle regioni dell’Italia nord-occidentale (Lombardia in testa)⁴².

3.3 Case studies

Di seguito verranno esaminati tre *case study* aventi ad oggetto due *big brand* e una piccola azienda, che operano, rispettivamente, nel settore della ristorazione (Cirfood), nell’erogazione di servizi di energia elettrica e riscaldamento (Alperia) e nella prototipazione e stampaggio di materie plastiche (Ferrari RoloPlast).

Tutte e tre le aziende adottano *solution* di IA per efficientare i propri processi organizzativi interni e potenziare le interazioni con gli attori esterni (fornitori, distributori, etc.), in particolare i clienti.

Case study 1: Cirfood cooperativa alimentare

Cirfood è una delle maggiori cooperative operanti nel settore della ristorazione organizzata, avente sede in Reggio Emilia (RE); l’azienda approvvigiona imprese, istituti scolastici e Pubbliche amministrazioni. La *mission* istituzionale è quella di conciliare la dimensione economica (profitti) con la responsabilità sociale d’impresa e la sostenibilità, tutelando nel contempo ambiente e risorse. Al fine di attuare questa logica d’impresa. Cirfood fa parte dell’Alleanza per l’Economia Circolare, un gruppo di grandi aziende innovative che adottano modelli di *business* improntati sulla circolarità e responsabilità sociale d’impresa⁴³.

La cooperativa si avvale di una *solution* offerta da Anagramma, un’azienda specializzata nella tecnologia informatica che progetta modelli organizzativi e gestionali

⁴² MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, *Relazione Annuale al Parlamento sullo stato di attuazione delle policy in favore delle startup e PMI innovative 2023*, Roma, 2023, in www.mimit.gov.it

⁴³ CIRFOOD *Mission*, 2024, in www.corfood.com

innovativi basti sull'utilizzo degli algoritmi di IA – per soddisfare le esigenze di efficacia, efficienza e sostenibilità, per ottenere i seguenti risultati di *performance* competitiva⁴⁴:

- 1) la riduzione degli sprechi di cibo;
- 2) l'offerta di merce sempre fresca;
- 3) l'ottimizzazione della gestione delle scorte e della logistica;
- 4) il potenziamento del livello di sostenibilità dei processi.

La *solution* adottata consiste in un sistema di IA che opera in due fasi tra loro collegate: il *Demand Forecasting* e l'*Inventory Optimization*. Il *Demand Forecasting* è un modello previsionale che riesce a calcolare la domanda futura dei prodotti proveniente dalle mense e dalle cucine gestite da Cirfood.

Nella successiva fase di *Inventory Optimization* tali previsioni vengono elaborate per suggerire il momento più opportuno in cui effettuare gli ordini ai fornitori, minimizzando, in tal modo, l'*overstock* e abbattendo gli sprechi. Tutte le scelte effettuate dal sistema vengono segnalate via *Web App* agli operatori, che in questo modo possono monitorare e controllare le opzioni suggerite e scegliere quella migliore, in base alla propria esigenza⁴⁵.

In termini di vantaggi, l'impiego del sistema “intelligente” ha consentito all'azienda di conseguire i seguenti risultati:

- 1) maggiore sostenibilità dei processi (-15% circa di *waste food*);
- 2) ottimizzazione della gestione di magazzino (-111 tonnellate circa di stoccaggio medio di prodotti);
- 3) potenziamento della capacità di supervisione dei processi (+94% circa di attività di monitoraggio e correzione delle variabili organizzative);
- 4) migliore capacità di comprendere l'evoluzione di mercato e l'andamento della domanda (+56% circa di incremento della *performance* competitiva).

⁴⁴ ANAGRAMMA s.r.l., *Meno sprechi alimentari e più efficienza logistica in Cirfood*, in www.magazine.ammagamma.com/caso-studio-cirfood

⁴⁵ ANAGRAMMA, 2024, in www.amngramma.com

Case Study 2: Alperia Smart Services s.r.l.

Alperia s.r.l. è un'azienda con sede a Bolzano, che eroga energia, luce e gas a privati, edifici collettivi (condomini, scuole, palestre e centri commerciali) e industrie, impiegando gli algoritmi dell'Intelligenza Artificiale per soddisfare contestualmente, gli obiettivi di efficacia, efficienza e sostenibilità, mirando a conciliare l'innovazione tecnologica con la tutela di ambiente e risorse.

Grazie all'impiego degli algoritmi dell'IA, l'azienda è in grado di effettuare una previsione della domanda di energia e luce esprimibile dai diversi utenti (cittadini, aziende e PA) tenendo conto delle variazioni climatiche che caratterizzano ciascuno periodo dell'anno solare. In tal modo, l'azienda riesce a predire la domanda di energia e luce da soddisfare, bilanciando le seguenti esigenze⁴⁶: 1) pianificazione dell'*output* da erogare in qualsiasi momento, tutti i giorni dell'anno; 2) contribuzione all'ottimizzazione dei processi produttivi del settore industriale; 3) riduzione della quantità di emissioni di CO₂; 4) risparmio della spesa per uso domestico di luce ed energia da parte dei cittadini.

In particolare, l'azienda al fine di salvaguardare il potere di acquisto dei cittadini, ha elaborato il sistema "intelligente" denominato *Alperia Sybil Home*, un termostato *smart* che, grazie agli algoritmi di IA, è in grado di analizzare le caratteristiche dell'impianto, la trasmittanza dell'appartamento e le variazioni climatiche su scala annuale, al fine di ottimizzare l'erogazione di energia e luce sulla base della specifica esigenza di ciascun utente, riducendo in tal modo consumi ed emissioni di CO₂⁴⁷.

L'azienda ha, altresì, realizzato il sistema di *smart* denominato *Alperia Sybil CT* (Centrale Termica) che impiega gli algoritmi di IA per ottimizzare il funzionamento delle centrali termiche di edifici collettivi, potendo definire in anticipo la pianificazione più efficace per gestire la temperatura ottimale, assicurando in tal modo un risparmio energetico e maggiori livelli di *comfort* all'utenza. Il dispositivo trova, infatti, applicazione negli edifici dotati di impianto di riscaldamento centralizzato, come scuole, palestre, uffici⁴⁸.

⁴⁶ ALPERIA, *Intelligenza Artificiale per la transizione energetica*, 2024, in www.alperia.eu

⁴⁷ ALPERIA, *Alperia Sybil Home*, 2024, in www.alperia.eu

⁴⁸ ALPERIA, *Alperia Sybil CT (CENTRALE TERMICA): Risparmio energetico per la Centrale Termica*, 2024, in www.alperia.eu

L'azienda ha, inoltre, attivato una *partnership* con la società Novareti, che gestisce l'acquedotto della città di Trento: la collaborazione prevede l'utilizzo degli algoritmi di IA per ottimizzare la pianificazione dell'erogazione di acqua attraverso la previsione del fabbisogno idrico delle varie utenze della città. In tal modo, si mira ad assicurare l'ottimale gestione dell'acquedotto, la riduzione delle perdite, la limitazione di malfunzionamenti ed interruzioni all'erogazione, infine, il miglioramento dei sistemi di pompaggio e distribuzione⁴⁹.

Case Study 3: Ferrari RoloPlast s.r.l.

Ferrari RoloPlast s.r.l. è una realtà a conduzione familiare avente sede a Rolo (RE), che si occupa di prototipazione e stampaggio di materie plastiche altamente profilate, per conto terzi e altre aziende⁵⁰.

L'azienda è verticalmente ben integrata all'interno della *supply chain*, potendo coniugare efficacemente l'impiego del capitale umano (a tutti i livelli e in tutte le aree dell'organizzazione) con l'utilizzo dell'IA per efficientare la pianificazione dei programmi di lavoro e conseguire elevati livelli di *performance* competitiva.

In particolare, avvalendosi degli algoritmi dell'IA, l'azienda è in grado di monitorare tutte le fasi della *supply chain* ed ottimizzare l'*iter* di trasformazione dei semilavorati potendo intervenire tempestivamente su eventuali criticità riscontrate in ciascuna fase del processo produttivo; in tal modo, riesce a conseguire elevati *standard* di *performance* competitiva che le consentono di realizzare fornire materiali altamente profilati (per conto terzi e aziende). L'algoritmo di IA utilizzato da Ferrari RoloPlast mira, infatti, a soddisfare le seguenti tre esigenze:

- 1) ottimizzazione dell'attività di pianificazione strategica;
- 2) miglioramento della *performance* operativa;
- 3) riduzione della dispersione di risorse e di materie prime in ciascuna fase del processo di lavorazione.

⁴⁹ ALPERIA MAGAZINE, *Acquedotti, il sistema intelligente per ridurre le perdite*, 2022, in www.alperia.eu

⁵⁰ FERRARI ROLOPLAST, 2024, www.ferrariroloplast.it

La *solution* adottata da Ferrari è fornita dall'azienda Ammagamma e prevede un'attività di *Scheduling* attraverso l'utilizzo di algoritmi di IA che ottimizzano la pianificazione produttiva del parco macchine in relazione alla specifica priorità degli ordini e commesse ricevute. In tal modo, il *management* può gestire in anticipo la pianificazione più efficace per ciascuna macchina, in qualsiasi momento, tutti i giorni dell'anno e pianificare, in maniera ottimale l'intero processo produttivo, riducendo tempi e costi di produzione e di distribuzione⁵¹.

A valle dell'indagine empirica condotta, è possibile affermare che l'IA costituisce uno strumento abilitante in grado di migliorare in maniera oggettiva l'efficienza, l'efficacia e la gestione delle aziende consentendo di ottimizzare la pianificazione dei programmi di lavoro e perseguire gli obiettivi della sostenibilità.

⁵¹ AMMAGRAMMA, *La PMI Ferrari Roloplast potenzia la produttività Algoritmi di scheduling per il Manifatturiero*, 2024, in www.magazine.ammagamma.com

CONCLUSIONI

Al fine di poter fare una previsione sul futuro dell'IA in Italia, appare necessario esaminare l'attuale *status* della digitalizzazione del contesto economico e sociale nazionale, facendo riferimento all'Indice di digitalizzazione (*Digital Economy and Society Index*, DESI) definito a suo tempo dalla Commissione europea, che esamina con cadenza annuale, le seguenti quattro macro-aree⁵² (OLIVANTI, 2023): 1) capitale umano; 2) connettività; 3) integrazione delle tecnologie digitali; 4) servizi pubblici digitali.

Una recente fotografia del livello di digitalizzazione dell'Italia mostra un Paese che, nonostante i numerosi provvedimenti adottati per favorire una transizione verso un modello economico ed industriale più ecologico e più digitale, non è ancora in grado di soddisfare appieno gli obiettivi di realizzare una concreta *Digital Transformation* (PERSIANI, 2024).

L'immagine sottostante, estrapolata da un documento della Commissione europea relativo all'Indice DESI, evidenzia infatti che nel 2022 l'Italia si è posizionata al 18° posto su 27 Paesi membri⁵³.

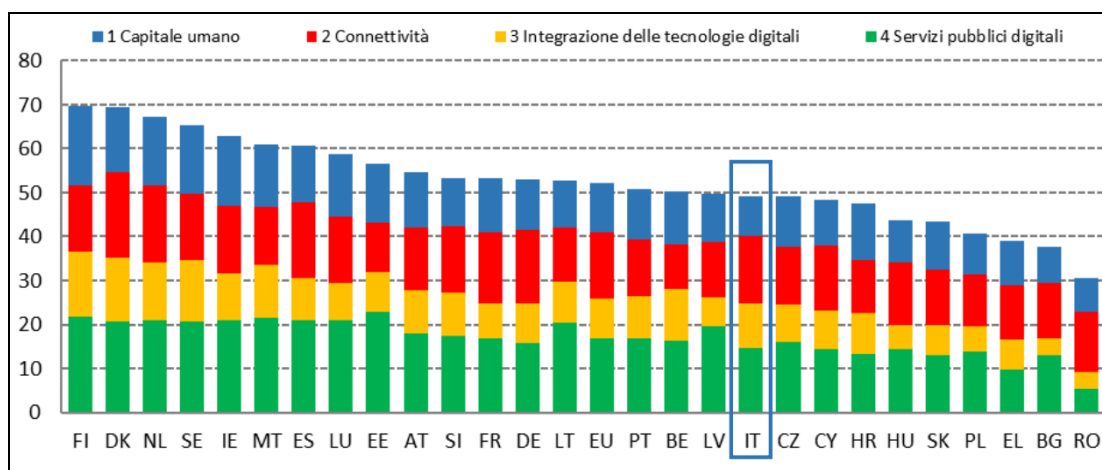


Figura 6: estrapolazione da COMMISSIONE EUROPEA, *Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (Digital Economy and Society Index, DESI)*, 2022

⁵² F. OLIVANTI, *Indice DESI e DMI: lo stato della digitalizzazione in Italia*, 2023

⁵³ Così, COMMISSIONE EUROPEA, *Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (Digital Economy and Society Index, DESI)*, 2022 – Paese Italia, p. 3, in www.europeancommission.eu

A ciò si aggiunga uno studio condotto nel 2023 dall’Istituto Nazionale per l’Analisi delle Politiche Pubbliche (INAPP), avente ad oggetto lo *status* della duplice transizione ecologica e digitale in Italia, che ha confermato tale rallentamento evidenziando, una palese diseguaglianza tra PMI e grandi imprese, in particolare tra le regioni del Nord e quelle a Sud⁵⁴.

Lo studio ha preso a riferimento le seguenti variabili che influiscono sulla *performance* competitiva di un’organizzazione: 1) dimensione; 2) ubicazione geografica; 3) segmento di mercato; 4) tipologia di *Smart Technology* su cui si è deciso di investire maggiormente, tra IA, *Big Data*, IoT e robotica. L’indagine ha evidenziato che le imprese di maggiori dimensioni (ossia con più di 250 dipendenti) sono i principali protagonisti della *Digital Transformation*, in particolare quelle che hanno sede nell’area nord-Ovest del Paese; inoltre, tra le imprese che investono in tecnologie abilitanti, le maggiori somme sono impiegate per *Big Data & Analytics* e *Internet of Things* (IoT), in particolare per innovare il settore manifatturiero.

Considerata l’importanza che riveste la tematica, le tecnologie “intelligenti” messe a disposizione dalla *Digital Transformation* – in particolare l’IA – costituiscono uno strumento imprescindibile ed indispensabile per assicurare la competitività, la resilienza e la sostenibilità del comparto produttivo nazionale in un orizzonte di lungo termine (SCHNEIDER, 2018).

Come evidenziano i tre *case study* oggetto di analisi, gli algoritmi del *deep learning* e del *machine learning* consentono, oggi, di analizzare in tempi rapidi un’enorme quantità di dati di *input* e fornire *real time* informazioni, analisi predittive e soluzioni a differenti tipologie di problemi e tematiche, stante la loro flessibilità, adattabilità e capacità di essere utilizzate nei più disparati settori dell’attività umana: sanità, finanza, difesa, economia, sicurezza, etc. (CATALANO 2020).

Secondo questa prospettiva, l’IA rappresenta, senza dubbio alcuno, un fattore-chiave per assicurare al settore produttivo nazionale, elevati livelli di *performance* competitiva all’interno dello scenario globale, consentendo alle aziende (a prescindere dall’aspetto dimensionale) di allinearsi alle politiche portate avanti dalle istituzioni UE

⁵⁴ A. RICCI per INAPP *WORKSHOP, Intelligenza Artificiale, transizione Green e scelte di impresa*, Roma, settembre 2023, p. 5

per realizzare un'Europa più resiliente, sostenibile, competitiva e indipendente dall'estero⁵⁵.

Per quanto concerne le prospettive d'impiego futuro dei sistemi di IA, la letteratura evidenzia che, ad oggi, sussiste un acceso dibattito tra due differenti orientamenti: da un lato vi sono i sostenitori dell'IA "forte", secondo i quali un'opportuna programmazione di una macchina "intelligente" consente di replicare le stesse funzioni del cervello umano e svolgere analoghe attività e compiti; dall'altro, vi sono i sostenitori dell'IA "debole", i quali sostengono che non sarà mai possibile riprodurre "*in modalità digitale*" il funzionamento della mente umana in quanto, sebbene l'IA sia in grado di effettuare calcoli e ragionamenti complessi attraverso regole e procedure chiare e precise, i dati sono inseriti esclusivamente da un operatore esterno (CRISTIANO, 2020).

Quest'ultimo orientamento evidenzia, infatti, che l'utilizzo dei sistemi di IA non è esente da problematiche di carattere etico concernenti la necessità di assicurare un'efficace tutela e salvaguardia dei dati personali e del diritto alla riservatezza: se da un lato gli algoritmi di IA sono in grado di migliorare la qualità dell'erogazione dei servizi in tutti i campi in cui trovano applicazione, dall'altro questo comporta la raccolta di una serie di informazioni sugli individui (il luogo in cui si trova in un determinato momento, gli spostamenti che compie, gli individui che frequenta) senza che questa ne sia a conoscenza, con evidenti interferenze sulla sua *privacy*.

A ciò si aggiunga che l'IA può anche essere usata per scopi illeciti, come ad esempio la creazione di immagini, video e audio falsi ma estremamente realistici (i cosiddetti *deepfake*) che possono essere impiegati da *cyber*-criminali per commettere reati, in particolare truffe e i raggiri.

A valle delle indagini condotte, appare condivisibile l'assunto secondo cui in questa "rinnovata" fase della Rivoluzione industriale, le organizzazioni che intendono implementare la propria capacità di adattamento ai rapidi e continui mutamenti del mercato, sono tenute ad innovare i propri processi interni e la capacità di interagire con gli attori esterni con cui si confrontano quotidianamente; il cambiamento presuppone innanzitutto un cambio di approccio da parte del *management* aziendale, che è tenuto ad adottare strategie di investimento di lungo periodo che consentano di conseguire e

⁵⁵ SENATO DELLA REPUBBLICA, SERVIZIO STUDI DOSSIER EUROPEI, CAMERA DEI DEPUTATI, UFFICIO RAPPORTI CON L'UNIONE EUROPEA, (2022) *Conferenza sull'autonomia strategica economica dell'Unione europea*, Parigi 13-14 marzo 2022, p. 2-3.

mantenere, nel tempo, una posizione di *leadership* rispetto alla concorrenza (BISOGNO *et al.*, 2020).

In ogni caso, come osservato nel corso della disamina, il futuro della competitività delle aziende, in particolare quelle di piccole e medie dimensioni che – come noto – costituiscono la quasi totalità del tessuto produttivo nazionale, non presuppone il solo utilizzo degli algoritmi dell’Intelligenza Artificiale, ma rende necessario l’impiego efficace, efficiente e sostenibile di tutti gli strumenti “intelligenti” che la quarta Rivoluzione industriale e la *Digital Transformation* hanno messo a disposizione della società.

Come osservato dalla letteratura, nell’attuale scenario competitivo, l’accesso alle tecnologie innovative è un aspetto cruciale non solo per la crescita, ma anche per la sopravvivenza di un’organizzazione (CRISTIANO, 2020).

BIBLIOGRAFIA

M. ABRAMOVITZ, P. A. DAVID, *American Macroeconomic Growth in the Era of Knowledge-Based Progress: The Long-Run Perspective*, in S.L. ENGERMANA et al., *The Cambridge Economic History of the United States*, Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press, 2000

S. AURELI, G. BRONZETTI, G. SICOLI, “*Il legame tra innovazione strategica, capitale intellettuale e tecnologie intelligenti*”, Milano, 2020

C. BAGNOLI, A. BRAVIN, M. MASSARI, A. VIGNOTTO, *Business Model 4.0 I modelli di business vincenti per le imprese italiane nella quarta Rivoluzione industriale*, Venezia 2018

BANCA EUROPEA PER GLI INVESTIMENTI (BEI), *La digitalizzazione delle piccole e medie imprese in Italia Modelli per il finanziamento di progetti digitali*, 2021

B. BAUMERS, L. BELTRAMETTI, R. HAGUE, *Informing additive manufacturing technology adoption: total cost and the impact of capacity utilisation*, in *International Journal of Production Research*, 2015

M. BISOGNO, S. MAFREDI, G. VAIA, *Le aziende nell’economia digitale*, in LOMBARDI et al “*Smart Technologies, Digitalizzazione e Capitale Intellettuale, Sinergie ed opportunità*”, Società Italiana di Ragioneria e di Economia Aziendale (SIDREA), Milano, 2020

CAMERA DEI DEPUTATI, COMMISSIONE LAVORO, *Indagine conoscitiva sul rapporto tra Intelligenza Artificiale e mondo del lavoro, con particolare riferimento agli impatti che l’IA generativa può avere sul mercato del lavoro*, Roma, 2023

G. CARPENTIERI, C. GUIDA, *Quality of life in the urban environment and primary health services for the elderly during the Covid-19 pandemic: An application to the city of Milan (Italy)*, Volume 110, 2021

CASSA DEPOSITI E PRESTITI SpA (CDP-SPA) *Economia Circolare, Linee guida strategiche settoriali*, Roma, 2021

C. CATALANO, *Un supporto al dominio cyber: AI and Deep Learning*, Roma, 2020

- M. S. CHIUCCHI, “*Sistemi di misurazione e di reporting del capitale intellettuale: criticità e prospettive*”, Torino, 2004
- A. COLOMBO, P. MAGRI P., MASSOLO G., “*La grande transizione*”, Rapporto ISPI, Milano, 2022
- COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE EUROPEA AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI – “*L'intelligenza artificiale per l'Europa*”, Bruxelles, 2018, [COM (2018) 237 final]
- CONFINDUSTRIA DIGITALE, *Il Digitale in Italia 2022: mercati, dinamiche, policy*, 2023
- CONFINDUSTRIA & CERVED, *Rapporto regionale Piccole e medie imprese (PMI)*, Roma, 2023
- B. CUOZZO, J. DUMAY, M. PALMACCIO, R. LOMBARDI, *Intellectual capital disclosure: a structured literature review*, *Journal of Intellectual Capital*, 2017, vol. 18, nr. 1
- T. H. DAVENPORT, *From Analytics to Artificial Intelligence*, 2018, in *Journal of Business Analytics*, November 2018, 1(2):1-8
- F. FORMICHI, G. MEINI, *Informatica per Telecomunicazioni* Bologna, 2023
- M. GIULIANI, *La valutazione del capitale intellettuale*, Milano 2017
- J. HIBA, H. J. HADI, A. H. SHNAIN, S. HADISHAHEED, *Big Data and Five's Characteristic*, 2015, in Ministry of Education, Islamic University College, , vol. nr. 2, 2015
- P. GENCO, *Riflessioni sulle scienze manageriali nell'era dell'industria 4.0*, in *Impresa-progetto*, *Electronic Journal of management*, n. 3/2017
- G. GOLINELLI., *L'approccio sistemico al governo dell'impresa. La dinamica evolutiva del sistema impresa tra economia e finanza*, Padova, 2000
- I. GIUSEPI, F. LEGA, S. VILLA, “*Gli assetti organizzativi a supporto della gestione operativa: esperienze a confronto*”, in *L'aziendalizzazione della sanità in Italia*, in Rapporto Oasi 2012
- INAPP, *Breve disamina degli algoritmi di intelligenza artificiale*, Roma, 2022
- P. LACY, J. RUTQVIST, B. LAMONICA, *Circular Economy: dallo spreco al valore*, Milano, 2016

- G. C. KANE, *Strategy and not strategy, Drivers Digital Transformation*, in Massachusetts Institute of Technology (MIT) *Sloan Management Review*, 2017
- N. KSHETRI, *Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives*, in *International Journal of Information Management* nr. 39, 2018
- R. LOMBARDI, *Knowledge transfer and organizational performance and business process: past, present and future researches*, in *Business Process Management Journal*, Vol. 25, n. 1, Milano, 2016
- R. LOMBARDI, M. S. CHIUCCHI, D. MANCINI, “*Smart Technologies, Digitalizzazione e Capitale Intellettuale, Sinergie ed opportunità*”, Società Italiana di Ragioneria e di Economia Aziendale (SIDREA), Milano, 2020
- A. MARINIELLO, *La rarefazione della sovranità tributaria dello Stato nell'era dell'economia digitale e il progetto della “global minimum tax”*, in IANUS nr. 27/2023
- E. MASTROFINI, *Guida ai temi ed ai processi di project management Conoscenze avanzate e abilità per la GESTIONE dei progetti*, Milano, 2017
- C. MELE, M. COLURCIO, T. RUSSO SPENA, “*Research traditions of innovation Goods-dominant logic, the resource-based approach, and service-dominant logic*”, 2014
- R. NORMANN, R. RAMIREZ, *From value chain to value constellation: designing interactive strategy*, in *Harvard Business Review*, 2001
- J. K. NWANKPA, Y. ROUMANI, *IT capability and digital transformation: a firm performance perspective. Proceedings of the International Conference of Information Systems*, in *International Conference* 2016
- F. OLIVANTI, *Indice DESI e DMI: lo stato della digitalizzazione in Italia*, Roma, 2023
- M. PAGANI, C. PARDO, *The impact of digital technology on relationships in a business network*, *Industrial Marketing Management*, vol. 67, 2017
- M. PERANO, *Il project management tra governo e gestione d'impresa L'evoluzione della disciplina dalle origini ad oggi*, Milano 2018
- A. PERSIANI, *Revisione delle agevolazioni per l'innovazione delle imprese e Diretiva Pillar II*, 2024, in *Rassegna Tributaria* n. 1/2024

- M. PORTER, M. R. KRAMER, *Strategy and Society. The thing between competitive advantage and Corporate Social responsibility*, HBR, 2006
- G. QUALIZZA, “*Coinvolgimento del consumatore nei confronti del brand: nodi concettuali e prospettive di ricerca*”, in *Rivista di scienze della comunicazione e di argomentazione giuridica* - A.VIII (2016) n. 1, 2016
- T. RAMAHANDRY, V. BONNEAU, E. BANI, N. VLASOV, *European Parliamentary Research Service (EPRS) Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty*, Bruxelles, (BEL) 2021
- A. RICCI per INAPP WORKSHOP, *Intelligenza Artificiale, transizione Green e scelte di impresa*, Roma, settembre 2023
- L. ROCCA, C. TEODORI, M. VENEZIANI, *Blockchain, impatto sul sistema aziendale. Un caso operativo*, in R. LOMBARDI, et al., “*Smart Technologies, Digitalizzazione e Capitale Intellettuale, Sinergie ed opportunità*”, Società Italiana di Ragioneria e di Economia Aziendale (SIDREA), Milano, 2020
- G. ROSSI in FONDAZIONE PER LA SOSTENIBILITÀ DIGITALE, *Comunicato stampa: Disponibile la prassi UNI/PdR 147:2023 per la “sostenibilità digitale” delle imprese*, Roma, 2023
- M. RUBINO, F. VITOLLA, N. RAIMO, “*Il processo di digitalizzazione aziendale e la digital transformation*”, Milano, 2020
- G. SANGUINETTI “*Machine Learning: accuracy, interpretability and uncertainty*” Trieste, 2020
- K. SCHWAB, “*La quarta rivoluzione industriale*,” Milano, 2016
- I. M. SEBASTIAN, J.W ROSS, C. BEATH, M. MOCKER, K.G. MOLONEY, N.O. FONSTAD, *How Big Old Companies navigate Digital Transformation, 2017, MIS Quarterly Executive*, vol. 16, nr. 3
- SENATO DELLA REPUBBLICA, SERVIZIO STUDI DOSSIER EUROPEI, CAMERA DEI DEPUTATI, UFFICIO RAPPORTI CON L’UNIONE EUROPEA, (2022) *Conferenza sull'autonomia strategica economica dell'Unione europea*, Parigi 13-14 marzo 2022

P. SCHNEIDER, *“The managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field”*, 2018

S.L. VARGO, M. A. AKAKA, *“Value cocreation and service systems (re)formation: a service ecosystems view, Service Science”*, Vol. 4 No. 3, 2012

F. VENIER, *Trasformazione digitale e capacità organizzativa*, Trieste, 2017

M. VEZZOLI, *Vantaggio competitivo: come ottenere il massimo dalle opportunità di mercato*, Bergamo, 2020

SITOGRAFIA

AGCOM, *Next-Generation Television La sfida dell'Over The Top*, 2011, in www.agcom.it

ALPERIA MAGAZINE, *Acquedotti, il sistema intelligente per ridurre le perdite*, 2022, in www.alperia.eu

ALPERIA, *Intelligenza Artificiale per la transizione energetica*, 2024, in www.alperia.eu

ALPERIA, *Alperia Sybil Home*, 2024, in www.alperia.eu

ALPERIA, *Alperia Sybil CT (CENTRALE TERMICA): Risparmio energetico per la Centrale Termica*, 2024, in www.alperia.eu

I. ALVINO, *Integrazione produttiva, rivoluzione digitale e diritto del lavoro*, 2022, p. 1 ss., in www.federalismi.it

AMMAGRAMMA s.r.l., *Meno sprechi alimentari e più efficienza logistica in Cirfood*, in www.magazine.ammagamma.com/caso-studio-cirfood

AMMAGRAMMA, *La PMI Ferrari Roloplast potenzia la produttività Algoritmi di scheduling per il Manifatturiero*, 2024, in www.magazine.ammagamma.com

Big Data And Five V's Characteristics, in www.researchgate.net

S. BANWAY, *La quarta Rivoluzione industriale: l'industria 4.0*, 2017, in www.strategicleaders.com/

P. CAPOFERRO, *Competenze Digitali: cosa sono le digital skills e importanza per le aziende*, 2021

CENTRO STUDI TIM, *l'Intelligenza Artificiale In Italia - Mercato, Innovazione, Sviluppo*, 2023, p. 1-3 in www.gruppotim.it

CIRFOOD *Mission*, 2024, in www.corfood.com

COMMISSIONE EUROPEA, *Digital Transformation*, 2019 in www.europeancommission.eu

COMMISSIONE EUROPEA, *Il decennio digitale europeo: obiettivi digitali per il 2030*, 2024, in www.commission.europa.eu

COMMISSIONE EUROPEA, *Indice di digitalizzazione dell'economia e della società (Digital Economy and Society Index, DESI)*, 2022 – Paese Italia, in www.commission.europa.eu

COMMISSIONE EUROPEA *Raccomandazione* n. 2003/361/CE del 6 mag. 2003, recepita nell'ordinamento nazionale con il D.M. del 18 apr. 2005, in www.commission.europa.eu

CONFINDUSTRIA, *Il digitale in Italia: mercati, dinamiche, policy*, 2023, in www.confindustria.it

Corporate Reputation, 2020, in www.reprtrak.com.

L. DE MENECH, M. RUGGIERO in AGENZIA PER L'ITALIA DIGITALE, *AI: come formare i dipendenti per restare competitivi*, 15 nov. 2023, in www.agendadigitale.eu

FERRARI ROLOPLAST, 2024, www.ferrariroloplast.it

E. FLEISH, D. BILGERI, M. WEINBERGER, *IOT business models in an industrial context*, 2026, in www.researchgate.net

L. GUARAGNA, *La Prima Rivoluzione Industriale*, 2013, in www.leoneg.it/archivio

M. IONI, G. CATURASU, *Smart technology, overview and regulatory framework*, Romaninan – American University, 2020, Romanian Cyber Security Journal, Vol. 2 n. 1, 2020 in www.researchgate.net/

ISMEA, *Report – Consumi Report nr. 3/2021* in www.ismea.it

ISTAT, *Sostenibilità nelle imprese: aspetti ambientali e sociali*, 2020, in www.istat.it

ISTAT, *Pratiche sostenibili delle imprese nel 2022 e prospettive 2023-2025*, Roma, aprile 2023, in www.istat.it

J. HEMERLING, J. KILMANN, M. DANOESASTRO, L. STUTTS, C. AHERN, *It's Not a Digital Transformation Without a Digital Culture*, 2018, in www.bcg.com

E. JAKOB, B. KNUT, K. HENNING, S. TORBEN, *Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy: Defining rationales, ends and means*, 2021, in Fraunhofer ISI Discussion Papers - Innovation Systems and Policy Analysis Nr. 70

L'evoluzione dell'e-commerce dopo il Covid- 19: nuove abitudini di acquisto e strategie omni-canale per la ripresa, 2023, in www.dwayofthinking.com

E. LORENZETTI, L. MORETTINI, F. MAZZENGA, A. VIZZARRI, *Blockchain e Internet of Things per la logistica Un caso di collaborazione tra ricerca e impresa*, 2020, in www.researchgate.com

- C. MATT, T. HESS, A. BENLIAN, *Digital Transformation Strategies. Business & Information Systems Engineering*, 2015, in www.researchgate.net
- MC KINGSEY GLOBAL INSTITUTE, (trad. it.) *In che modo l'automazione influirà su posti di lavoro, competenze e salari?* 2018, in www.mckinsey.com
- A. MAZZOLENI, G. COPANI, M. MORGANTINI, R. CURIAZZI, *La quarta rivoluzione industriale: il contributo del cluster AFIL a supporto della specializzazione industriale*, 2020, in www.cnr.it
- MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, *Digital Transformation, Decreto Direttoriale del 9 giugno 2020*, in www.mimit.gov.it
- MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, *Relazione Annuale al Parlamento sullo stato di attuazione delle policy in favore delle startup e PMI innovative 2023*, Roma, 2023, in www.mimit.gov.it
- Mission, vision e valori: guida completa al successo aziendale*, 2023, in www.randstad.it
- OSSERVATORIO ITALIANO SULL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE, *Intelligenza Artificiale, crescita record del mercato in Italia: +52%*, febbraio 2024, in www.osservatori.net
- C. PRISCO, *Rivoluzionare le imprese con l'innovazione digitale: digitalizzazione dei processi*, 2023, in www.carloprisco.net
- A RADZIOW, H. CHESBOURGH, *Open Innovation as a field of knowledge*, in *The Oxford Handbook of Open Innovation*, Chapt. 2, in www.doi.org
- D. S. SETZKE, T. RIASANOW, M. BÖHM, H. KRČMAR, “*Pathways to Digital Service Innovation: The Role of Digital Transformation Strategies*” in *Established Organizations*, 2021 p. 1018, in <https://doi.org>
- M. STARRI, *Digital 2023 – i dati globali*, 2023, in www.wearesocial.it
- P. VELTE, “*Meta analyses on Corporate Social Responsibility (CSR): a literature review*”, 2020, in www.doi.org
- THE EUROPEAN HOUSE - AMBROSETTI (TEHA), *AI 4 Italy: Impatti e prospettive dell'Intelligenza Artificiale Generativa per l'Italia e il Made in Italy*, 2023, in www.ambrosetti.eu

Ringraziamenti

Ai miei genitori: Grazie per avermi sempre sostenuto ed incoraggiato a scegliere la strada che secondo me sarebbe potuta essere la migliore durante questo percorso, dando consigli e mai obblighi su quello che avrei dovuto fare; dalle chiamate durante il ritorno a casa dall'università per "un saluto al volo" fino ai fine settimana passati insieme quando tornavo. Grazie per avermi dato sempre fiducia, molto spesso anche poche parole sono state fondamentali per ridarmi la forza dopo una giornata storta (ps. un ringraziamento speciale anche per le colazioni il giovedì mattina alle 8:30 con papà e alle spese di carne con annessi chili di mozzarella di ritorno a Roma con mamma, quelle non si potranno mai dimenticare <3).

Ai miei nonni: Grazie per l'amore incondizionato che solo voi sapete dare, alla vostra gioia di vedermi ogni volta che tornavo a casa ed ai pomeriggi passati insieme. In questi tre anni poche cose erano sicure, ma il caffè dopo pranzo con nonna e la chiacchiera con annesso accompagnamento in stazione pre-partenza con nonno erano assicurate. Grazie per queste certezze che mi avete sempre dato, rimarranno per sempre con me.

Ad Armando: Se c'è una persona da ringraziare personalmente quella sei tu. Grazie per essere stato fin da piccolo il mio esempio da seguire (ora che l'ho scritto veramente puoi vantartene), la persona da cui imparare per fare esperienza prima del tempo, perché alla fine di tutto rimarrò sempre il tuo "bimbo Alessio" che ti portavi dietro con i tuoi amici, senza far pesare il fatto di essere il fratello più piccolo. Senza il tuo sostegno non sarei la persona che sono adesso ed anche se di cose da dire ce ne sarebbero per molto tempo ancora, preferisco menzionare il periodo iniziale di convivenza che abbiamo vissuto insieme, a mio avviso il più bello e divertente (pensa che sono passati già 3 anni dalla multa che hai preso con la smart per aprire Angelo acqua mentre io ero beatamente a dormire). Grazie per sempre.

A Sabrina: Si sente spesso che due anime gemelle debbano essere caratterialmente opposte per poter andare d'accordo, ma c'è sempre qualche eccezione: ricordo che da quando eravamo solo amici c'era sempre quel qualcosa che andava oltre un legame affettivo, come se fino a quel momento avessimo vissuto esattamente la stessa vita ma in due posti diversi, raccontandoci l'un l'altro storie ed abitudini pressoché uguali. Di cose in questi anni ne abbiamo fatte e passate, sempre spalla a spalla, dalle cose positive a quelle negative senza mai arrenderci davanti agli ostacoli; momenti in cui abbiamo condiviso tutto, stando fino a tarda notte a parlare dei nostri pensieri, cose che solo noi possiamo capire. Grazie perché in questi anni mi hai fatto scoprire lati di me che pensavo non esistessero, sei speciale scaloppina.

A Dario: A te che sei stato e sarai il mio migliore amico. Di solito in un rapporto stabile viene enfatizzato il sentire una persona tutti i giorni altrimenti il rapporto andrà pian piano a sgretolarsi, beh la nostra amicizia credo vada oltre questo pensiero: ci sono stati periodi anche abbastanza lunghi in cui non ci sentivamo, ma sapevo in fondo che se avessi avuto bisogno di te ci saresti stato di sicuro, che sia per una chiamata o un fine settimana insieme per staccare da tutto. Siamo partiti da piccoli a rincorrere un pallone che rimbalzava in una palestra delle scuole elementari, per arrivare ad essere quindici anni dopo (numero abbastanza casuale per te) gli stessi sprovveduti che continuano a divertirsi insieme, spalla a spalla, seppur spesso lontani, ma per sempre vicini... ti voglio bene caro caro; aspetto con ansia un nuovo weekend col morto con foto tue annesse.

A Maria Elisa: Alla mia migliore amica, nonché il mio alter ego. Un'amicizia nata un po' per caso, passando dall'essere quasi una nemica a diventare tra le persone più importanti della mia vita. Da quando sono arrivato a Roma sei stata un punto fermo delle mie giornate, l'amica a cui raccontavo tutto e viceversa, i viaggi e le vacanze insieme, ma anche le litigate, perché due persone così simili caratterialmente si fanno spesso la guerra. Grazie per avermi ascoltato quando avevo bisogno di sfogarmi, per la presenza giornaliera nella mia vita con videochiamate e sfilze di messaggi, per tutti i momenti belli passati insieme e per tutti quelli che ancora arriveranno... e per tutte quelle volte che canteremo ancora a squarciagola "con il nastro rosa".

A Greg, Leo e Fala: I miei tre moschettieri: Questi ringraziamenti vanno in egual modo anche a voi, le persone con cui ho iniziato questo percorso e sono grato di finirlo sempre con voi intorno. Grazie per essere stati sempre presenti, dalla mattina in università alla sera in palestra insieme, quante cose abbiamo visto e passato: le serate finite in disgrazia il primo anno (chiedere a Greg esperienze per locali notturni), i momenti passati fuori al ginky a raccontarci di tutto, le esperienze nei campi di basket più brutti di Roma e dintorni come veri minors... insomma di cose in questi tre anni ne sono successe e sono grato di aver vissuto gran parte delle mie esperienze con voi vicino, grazie davvero di tutto.

Infine, non certamente per importanza, ringrazio tutte quelle persone che in questi anni hanno avuto un impatto significativo nella mia vita, i quali mi hanno aiutato a crescere e migliorarmi come persona: grazie anche ai miei coinquilini, dai quali ogni giorno ho ricevuto positività e voglia di iniziare bene la giornata, consolidando un rapporto che spero si manterrà ancora per molto; alla mia squadra di basket, con i quali ho condiviso gioie e dolori dentro e fuori dal campo, grato per aver creato in questo tempo più che una semplice squadra una vera e propria famiglia...

Concludo con la consapevolezza che, nonostante la chiusura di un percorso per me già molto significativo, questo è solo l'inizio di nuove esperienze e conoscenze, to be continued...