POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Quale adozione dell’Intelligenza Artificiale nelle grandi imprese italiane? Evidenze da otto casi di studio

Original
Quale adozione dell’Intelligenza Artificiale nelle grandi imprese italiane? Evidenze da otto casi di studio / Pesce, D., Neirotti, P. - In: Trasformazione digitale e intelligenza artificiale in Italia : istituzioni, imprese e mercato del lavoroSTAMPA. - [s.l] : Egea, 2026. - ISBN 9791222982243. - pp. 127-146 [10.82032/9791222982243-2026]

Availability:
This version is available at: 11583/3016647 since: 2026-10-14T14:28:34Z

Publisher:
Egea

Published
DOI:10.82032/9791222982243-2026

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

21 November 2026

a cura di

Stefano Sacchi

Trasformazione digitale e intelligenza artificiale in Italia

Istituzioni, imprese e mercato del lavoro

Egea

a cura di
Stefano Sacchi

Trasformazione digitale e intelligenza artificiale in Italia

Istituzioni, imprese e mercato del lavoro

Egea

Copertina: Cristina Bernasconi, Milano
Impaginazione: Valentina Apolloni, Bresso (MI)

Copyright © 2026 EGEA S.p.A.
Via Salasco, 5 – 20136 Milano
Tel. 02/5836.5751 – Fax 02/5836.5753
egea.edizioni@unibocconi.it – www.egeaeditore.it

Prima edizione: settembre 2026

ISBN (volume) 979-12-229-3174-3
ISBN (ebook) 979-12-229-8224-3



Quest'opera, e ogni sua parte, è protetta dalla legge sul diritto d'autore ed è pubblicata in questa versione digitale sotto la licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 4.0 Internazionale (CC BY-NC-ND 4.0).
Scaricando quest'opera, l'Utente accetta tutte le condizioni dell'accordo di licenza per l'opera come indicato e riportato sul sito https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Stampa: Logo S.p.A., Borgoricco (PD)

INDICE

Introduzione **1**

1 IL CASO ITALIANO: UN ECOSISTEMA DIGITALE FRAMMENTATO

1.1 Introduzione 7
1.2 E-government 9
1.2.1 Un'evoluzione graduale verso la standardizzazione digitale dei servizi 9
1.2.2 Il tallone d'Achille dell'Italia: l'uso dei servizi digitali da parte dei cittadini 10
1.2.3 Un ecosistema regionalizzato e frammentato 11
1.3 Connettività 13
1.3.1 Strategia italiana per la connettività e ruolo dell'offerta infrastrutturale 13
1.3.2 I fattori dell'avanzamento italiano: infrastrutture 5G e banda larga 15
1.3.3 Un ecosistema sinergico: la costruzione di interessi condivisi con il settore privato 17
1.4 Inclusione e competenze digitali 18
1.4.1 Le politiche italiane per le competenze digitali e l'inclusione: un approccio frammentato 19
1.4.2 Divari digitali interregionali e tra gruppi sociali 20
1.4.3 Non sistematico e non coordinato: un ecosistema digitale esclusivo 21
1.5 Conclusioni 22

2 L'E-GOVERNMENT REGIONALE IN ITALIA: MISURAZIONE, TREND, E IL RUOLO DEI FONDI STRUTTURALI EUROPEI

2.1 Introduzione 23
2.2 Background concettuale ed empirico 26
2.3 Il disegno del Regional e-government DESI (ReG DESI) 28
2.4 Distribuzione del ReG DESI 32
2.5 Analisi esplorativa: convergenza e covariate dell'e-government 35
2.6 Considerazioni conclusive e sviluppi futuri della ricerca 40

3 IL RAPPORTO TRA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE E DIGITALIZZAZIONE: QUALI FATTORI FACILITANO E QUALI SONO D'OSTACOLO?

3.1 Introduzione 43
3.2 La rassegna della letteratura in tre passaggi 45
3.3 Risultati: ostacoli e fattori abilitanti la digitalizzazione della PA 46
3.3.1 Gli ostacoli a livello contestuale 47
3.3.2 I fattori abilitanti a livello intra-organizzativo e inter-organizzativo 50
3.4 Dai fattori «ostacolanti e facilitanti» ai percorsi di digitalizzazione 53
3.5 Conclusioni 55

4 LE AGENDE DIGITALI DELLE REGIONI ITALIANE: UN'ANALISI COMPARATA DELLE STRATEGIE IN EMILIA-ROMAGNA E TOSCANA

4.1 Introduzione 57
4.2 La digitalizzazione della PA in Emilia-Romagna e Toscana: i principali ostacoli 58
4.2.1 Le competenze digitali limitate in Emilia-Romagna e Toscana 59
4.2.2 La frammentazione tecnologica e l'interoperabilità delle PA 60
4.2.3 Territorial digital divide 60
4.2.4 Complessità tecnologica e regolativa nella digitalizzazione dei servizi pubblici 61

4.3 L'Agenda Digitale (2025-2029) della Regione Emilia-Romagna 61
4.3.1 Obiettivi strategici per la digitalizzazione 62
4.3.2 Tipologia e quantità di investimenti per la digitalizzazione in Emilia-Romagna 64
4.3.3 L'ecosistema regionale per l'innovazione della PA: gli attori della digitalizzazione 65
4.3.4 Rete territoriale della PA 67
4.3.5 L'ecosistema dell'innovazione e della ricerca 67
4.3.6 Il ruolo della Regione Emilia-Romagna e le opportunità di outsourcing 68
4.4 L'Agenda Digitale della Regione Toscana 68
4.4.1 Obiettivi strategici per la digitalizzazione 69
4.4.2 Tipologia e quantità di investimenti per la digitalizzazione in Toscana 71
4.4.3 L'ecosistema regionale per l'innovazione della PA: gli attori della digitalizzazione 72
4.4.4 La struttura amministrativa digitale 72
4.4.5 Coordinamento tra attori pubblici e privati 73
4.4.6 Funzionari addetti alla digitalizzazione in Regione Toscana e outsourcing 73
4.5 Conclusioni e prospettive della trasformazione digitale in Emilia-Romagna e Toscana 74

5 INTELLIGENZA ARTIFICIALE, LAVORO E OCCUPAZIONE: TEORIE, EVIDENZE E IMPLICAZIONI PER IL MERCATO DEL LAVORO

5.1 Introduzione 77
5.2 IA, lavoro e mansioni: framework teorico e prime evidenze 79
5.2.1 L'automazione prima dell'IA: il ruolo delle mansioni 80
5.2.2 L'impatto occupazionale dell'IA: «The jury is still out» 81
5.2.3 Prime evidenze e conclusioni 82
5.3 IA e processi organizzativi: fattori abilitanti e cambiamenti strutturali 86
5.3.1 Fattori organizzativi abilitanti 87
5.3.2 Conoscenza della tecnologia, del contesto, del personale e dei compiti 87
5.3.3 Condizioni organizzative 88
5.3.4 Caratteristiche individuali 89

5.3.5 IA e produttività del lavoro 90
5.3.6 IA, diffusione della conoscenza e decentralizzazione 91
5.3.7 L'IA nell'organizzazione aziendale: prime conclusioni 92
5.4 L'IA tra trasformazione del lavoro e cambiamento organizzativo: evidenze e questioni aperte 92

6 L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELL'ECONOMIA ITALIANA: DIFFUSIONE, LAVORO E OPINIONE PUBBLICA

6.1 Introduzione 95
6.2 L'IA nelle imprese italiane 97
6.2.1 Impatto dell'IA su occupazione e salari: prime stime ed evidenze dall'Italia 105
6.2.2 IA generativa e nuove richieste del mercato del lavoro 107
6.2.3 Drivers, preoccupazioni e best practice 109
6.2.4 Ritardi delle PMI nell'innovazione 111
6.2.5 Le PMI italiane: tra limiti finanziari e formativi 111
6.3 L'IA secondo gli italiani: evidenze da un sondaggio d'opinione 113
6.4 Opportunità, vincoli e sfide emergenti 124

7 QUALE ADOZIONE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLE GRANDI IMPRESE ITALIANE? EVIDENZE DA OTTO CASI DI STUDIO

7.1 Introduzione 127
7.2 Gli usi dell'IA secondo le dimensioni di analisi rilevanti 128
7.3 I casi analizzati 130
7.4 Gli impatti sulle competenze 135
7.4.1 Come cambia la forza lavoro: nuove mansioni e competenze 136
7.4.2 Modelli formativi e sviluppo organizzativo delle competenze 137
7.5 Le questioni rilevanti 139
7.5.1 Essendo una tecnologia general purpose, l'uso dell'IA si diffonde anche in settori tradizionalmente low-tech 139

7.5.2 L'adozione dell'IA si innesta su logiche gestionali operative consolidate, piuttosto che introdurre innovazioni radicali 140
7.5.3 Gli usi dell'IA sono più probabili in contesti ad alta complessità organizzativa, di prodotto e di ambiente competitivo 141
7.5.4 Le logiche di augmentation tendono a prevalere su quelle di mera automazione 141
7.5.5 L'offerta IA si segmenta tra «pacchettizzazione», system integration, e progetti custom per usi sperimentali 142
7.5.6 Emergono due traiettorie generali di formazione: la formazione continua per manager e specialisti di dominio e quella iper-specialistica per i data scientist 143
7.5.7 La diffusione dell'IA può aumentare i divari competitivi interni ai settori 144
7.6 Conclusioni 145

8 FORMAZIONE E IA. L'ECOSISTEMA ITALIANO DELLA FORMAZIONE E LE PROPOSTE DI POLICY POSSIBILI

8.1 Introduzione 147
8.2 L'ecosistema della formazione sull'IA in Italia 151
8.3 La formazione per l'IA: contenuti e metodologie 156
8.4 Proposte di policy 158
8.4.1 Proposte rivolte alle istituzioni 159
8.4.2 Ricerca collaborativa e policy-oriented sull'IA 162
8.4.3 Costruzione di awareness e superamento dei vincoli culturali 163
8.4.4 Attori, contenuti e metodi della formazione 164

9 GOVERNARE LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: LEZIONI DAL CASO ITALIANO

9.1 Il problema italiano è organizzativo piuttosto che tecnologico 165
9.2 Dalla frattura territoriale alla frattura organizzativa 166

9.3 L'intelligenza artificiale, in Italia, trasforma le organizzazioni più che sostituire il lavoro 167
9.4 Le competenze come infrastruttura della trasformazione digitale 168
9.5 Quali implicazioni per le politiche pubbliche? 168

Bibliografia **171**

Appendice **193**

Autrici e autori **199**

INTRODUZIONE

Stefano Sacchi*

La trasformazione digitale rappresenta uno dei processi di cambiamento più profondi che abbiano interessato le economie e le società contemporanee. Ben oltre la dimensione tecnologica, essa investe le modalità di produzione, l'organizzazione delle istituzioni pubbliche, le relazioni tra cittadini e amministrazioni, la struttura dei mercati del lavoro e i processi di formazione delle competenze. La crescente pervasività delle tecnologie digitali non modifica soltanto gli strumenti utilizzati per svolgere attività già esistenti, ma anche le logiche attraverso cui vengono prodotti beni e servizi, esercitata l'azione pubblica e costruite le opportunità di partecipazione economica e sociale.

Negli ultimi due decenni, la digitalizzazione è divenuta un elemento centrale delle strategie di sviluppo delle economie avanzate, imperniate appunto su una vera e propria trasformazione delle strutture e dei processi di governance. L'Unione europea ha attribuito a questa trasformazione un ruolo fondamentale per la competitività, la coesione territoriale e la modernizzazione delle amministrazioni pubbliche, promuovendo una vasta gamma di iniziative orientate alla diffusione delle infrastrutture digitali, allo sviluppo delle competenze e all'innovazione dei servizi pubblici. Allo stesso tempo, la pandemia di Covid-19 ha agito da potente acceleratore, rendendo evidente quanto la capacità di utilizzare efficacemente le tecnologie digitali costituisca una condizione essenziale per garantire crescita economica, accesso ai servizi e inclusione sociale.

L'esperienza italiana offre un osservatorio particolarmente interessante per analizzare queste dinamiche. Da un lato, l'Italia ha registrato negli ultimi anni progressi significativi in numerosi ambiti della digitalizzazione, sostenuti dall'azione dell'Unione europea, dalle risorse del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e da una crescente attenzione politica verso i temi dell'innovazione. Dall'altro lato, persistono rilevanti divari territoriali, sociali e organizzativi che

* Politecnico di Torino

rendono la trasformazione digitale un processo tutt'altro che lineare. Le differenze tra regioni, tra aree urbane e periferiche, tra imprese grandi, medie e piccole, nonché tra classi sociali caratterizzate da differenti livelli di istruzione e accesso alle opportunità formative, continuano infatti a influenzare profondamente la distribuzione dei benefici associati all'innovazione tecnologica.

La trasformazione digitale si configura pertanto come un fenomeno ambivalente. Essa può contribuire a ridurre le disuguaglianze, ampliando l'accesso ai servizi, alle informazioni e alle opportunità economiche. Al tempo stesso, può accentuare divari preesistenti qualora l'accesso alle infrastrutture, alle competenze e alle risorse organizzative necessarie per sfruttarne il potenziale risulti distribuito in modo diseguale. Comprendere le condizioni che favoriscono una transizione digitale inclusiva rappresenta quindi una questione centrale non soltanto per la ricerca accademica, ma anche per i decisori pubblici, le organizzazioni produttive e gli attori della società civile.

È in questa prospettiva che si colloca il presente volume. I contributi raccolti analizzano la trasformazione digitale in Italia adottando una prospettiva multidimensionale che integra livelli di analisi differenti e complementari. L'attenzione non è rivolta esclusivamente, e in realtà non principalmente, alle tecnologie, bensì ai processi istituzionali, organizzativi e sociali attraverso cui esse vengono adottate, governate e incorporate nelle pratiche quotidiane di amministrazioni pubbliche, imprese e cittadini.

Un primo elemento che attraversa l'intero volume riguarda il rapporto tra innovazione e governance. La letteratura contemporanea sulla trasformazione digitale mostra infatti come i risultati dell'innovazione dipendano in misura crescente dalla capacità di coordinare una pluralità di attori, interessi e livelli istituzionali. Le tecnologie non producono automaticamente miglioramenti in termini di efficienza, produttività o inclusione. Al contrario, i loro effetti sono fortemente influenzati dalle modalità attraverso cui vengono progettate le politiche pubbliche, organizzati i processi amministrativi, sviluppate le competenze e costruite le collaborazioni tra settore pubblico e privato. Da questo punto di vista, il caso italiano presenta caratteristiche particolarmente rilevanti. La regionalizzazione di numerose competenze legislative e attuative, la presenza di forti differenze territoriali e una struttura produttiva fondata su una diffusa presenza di piccole e medie imprese generano un contesto nel quale la trasformazione digitale assume configurazioni differenti a seconda dei territori e dei settori considerati. La tensione tra frammentazione e coordinamento costituisce pertanto uno dei principali fili conduttori dell'analisi proposta in questo volume. Essa emerge nell'organizzazione delle politiche pubbliche per la digitalizzazione, nella diffusione dell'e-government, nelle strategie regionali di innovazione, nei

processi di adozione dell'intelligenza artificiale da parte delle imprese e nelle politiche per la formazione delle competenze dei lavoratori e delle lavoratrici.

Un secondo elemento centrale riguarda il passaggio dalla digitalizzazione all'intelligenza artificiale. Se la prima parte del volume si concentra prevalentemente sulle infrastrutture, sulle istituzioni e sulle politiche che hanno sostenuto la trasformazione digitale del paese, la seconda parte si focalizza sull'emergere dell'intelligenza artificiale – generativa e sempre più agentica – come nuova frontiera del cambiamento tecnologico. L'intelligenza artificiale rappresenta infatti un'evoluzione significativa rispetto alle precedenti ondate di innovazione digitale. Mentre le tecnologie informatiche e le reti di comunicazione hanno principalmente ampliato la capacità di elaborare e trasmettere informazioni, i sistemi di intelligenza artificiale intervengono direttamente su attività cognitive che tradizionalmente richiedevano competenze umane specialistiche. Le implicazioni di questo cambiamento sono profonde. L'intelligenza artificiale modifica il contenuto delle mansioni lavorative, ridefinisce le relazioni tra competenze e produttività, trasforma i processi decisionali e apre nuove possibilità di innovazione organizzativa. Al tempo stesso, essa alimenta interrogativi rilevanti riguardo agli effetti sull'occupazione, sulla distribuzione delle opportunità economiche e sulla qualità del lavoro. Le evidenze empiriche disponibili suggeriscono che tali effetti non sono né univoci né predeterminati. Piuttosto, essi dipendono dalle caratteristiche dei contesti organizzativi, dalle modalità di adozione delle tecnologie e dalla presenza di adeguate politiche di accompagnamento.

In questa prospettiva, un terzo tema che attraversa il volume riguarda il ruolo delle competenze. Tanto la digitalizzazione quanto l'intelligenza artificiale rendono evidente come il capitale umano costituisca una delle principali condizioni abilitanti della trasformazione tecnologica. Le competenze digitali non rappresentano soltanto un requisito per l'accesso alle nuove opportunità occupazionali, ma anche una precondizione per la piena partecipazione alla cittadinanza digitale. Allo stesso tempo, la crescente diffusione dell'intelligenza artificiale genera nuove domande formative che coinvolgono non soltanto gli specialisti delle tecnologie digitali, ma una platea molto più ampia di lavoratrici e lavoratori, e più in generale cittadini. Le sfide poste dalla formazione non riguardano esclusivamente l'acquisizione di competenze tecniche. Esse investono anche la capacità di comprendere criticamente le opportunità e i rischi associati alle nuove tecnologie, di sviluppare forme efficaci di collaborazione tra sistemi educativi e produttivi e di costruire strumenti di policy in grado di accompagnare le transizioni occupazionali generate dall'innovazione.

Alla luce di queste considerazioni, il volume propone una lettura integrata della trasformazione digitale come fenomeno che coinvolge simultaneamente

istituzioni, territori, organizzazioni produttive e individui. La digitalizzazione e l'intelligenza artificiale vengono interpretate non come processi autonomi e inevitabili, ma come esiti di scelte collettive, strategie organizzative e politiche pubbliche che possono orientarne gli effetti verso obiettivi differenti. In questo senso, il volume intende contribuire a una riflessione più ampia sulle condizioni necessarie affinché l'innovazione tecnologica possa tradursi nel nostro paese in maggiore crescita economica, miglioramento della qualità dei servizi e ampliamento delle opportunità di inclusione sociale e lavorativa.

Il volume si articola in due parti strettamente connesse tra loro. Nella prima parte, l'attenzione è rivolta ai processi di trasformazione digitale delle istituzioni pubbliche, con particolare riferimento al caso italiano. I contributi analizzano l'evoluzione dell'ecosistema digitale nazionale, il ruolo delle amministrazioni regionali nella diffusione dell'*e-government*, i fattori che facilitano o ostacolano la digitalizzazione della pubblica amministrazione e le strategie territoriali attraverso cui le regioni cercano di governare l'innovazione tecnologica. Nella seconda parte, il focus si sposta sull'intelligenza artificiale come nuova frontiera della trasformazione digitale, approfondendone gli effetti sul lavoro, sulle organizzazioni produttive e sulle competenze. In questa prospettiva, vengono esaminati sia i processi di diffusione dell'IA nell'economia italiana sia le modalità concrete di adozione nelle imprese, per poi affrontare il tema cruciale della formazione e delle politiche necessarie ad accompagnare una transizione tecnologica inclusiva e sostenibile.

Più in dettaglio, il primo capitolo introduce il caso italiano come esempio di ecosistema digitale caratterizzato da significative tensioni tra innovazione e frammentazione. Attraverso l'analisi delle politiche per l'*e-government*, la connettività e le competenze digitali, il capitolo mostra come la distribuzione dei benefici della digitalizzazione dipenda dalle modalità di coordinamento tra attori pubblici e privati e dai rapporti tra i diversi livelli di governo. Il secondo capitolo approfondisce il tema dell'*e-government* regionale, proponendo una nuova misurazione della digitalizzazione dei servizi pubblici regionali e analizzando l'evoluzione delle performance delle regioni italiane nel tempo. L'attenzione si concentra in particolare sul ruolo svolto dai Fondi strutturali europei nel sostenere i processi di innovazione amministrativa. Il terzo capitolo si sposta sul terreno della letteratura internazionale per identificare i principali fattori che facilitano o ostacolano la digitalizzazione della pubblica amministrazione. Attraverso una rassegna integrata, il contributo costruisce un quadro interpretativo utile a comprendere le dinamiche osservate nel contesto italiano. Infine, il quarto capitolo porta l'analisi a un livello più concreto, esaminando le strategie di digitalizzazione adottate da due regioni italiane particolarmente significative, Emilia-Roma-

gna e Toscana. L'analisi comparata consente di osservare come differenti modelli di governance possano influenzare l'attuazione delle politiche digitali.

La seconda parte del volume, dedicata al tema dell'intelligenza artificiale, è aperta dal quinto capitolo. Attraverso una rassegna multidisciplinare della letteratura, vengono analizzati gli effetti dell'intelligenza artificiale sul lavoro, sulle professioni e sulle organizzazioni, discutendo sia le opportunità di crescita e innovazione sia i potenziali rischi di sostituzione e polarizzazione occupazionale. Il sesto capitolo concentra l'attenzione sul caso italiano, ricostruendo la diffusione dell'intelligenza artificiale nell'economia nazionale, i suoi effetti sul mercato del lavoro e le percezioni dell'opinione pubblica. L'analisi mostra come l'adozione delle nuove tecnologie proceda in modo diseguale tra territori, settori e dimensioni d'impresa, ma evidenzia anche segnali di accelerazione e di crescente interesse sociale verso il fenomeno. Il settimo capitolo approfondisce il tema dell'adozione dell'intelligenza artificiale nelle organizzazioni produttive attraverso lo studio di otto grandi imprese italiane appartenenti a differenti settori economici. I casi analizzati consentono di osservare concretamente come le tecnologie vengano integrate nei processi produttivi, quali modelli organizzativi emergano e quali trasformazioni interessino il lavoro e le competenze. Infine, l'ottavo capitolo affronta il tema della formazione e delle politiche per la creazione e il mantenimento delle competenze. A partire dalle evidenze raccolte nei capitoli precedenti, il contributo ricostruisce l'ecosistema italiano della formazione per l'intelligenza artificiale e discute possibili strategie di policy volte a sostenere una transizione tecnologica inclusiva, capace di coniugare innovazione, produttività e coesione sociale.

Nel loro insieme, i capitoli compongono un percorso analitico che muove dalle istituzioni e dai territori, attraversa le organizzazioni produttive e il mercato del lavoro e approda infine alle politiche per le competenze. Il filo che li unisce è la convinzione che la trasformazione digitale e l'intelligenza artificiale non costituiscano semplicemente una sfida tecnologica, ma una questione di governance, coordinamento e capacità collettiva di orientare il cambiamento. È da questa prospettiva che il volume invita a riflettere sulle opportunità e sui rischi della transizione in corso anche nel nostro paese, offrendo strumenti interpretativi utili tanto alla comunità scientifica quanto ai decisori pubblici, agli operatori economici e ai cittadini interessati a comprendere una delle trasformazioni più rilevanti del nostro tempo.

Questo volume è stato realizzato nell'ambito del progetto DIGITRANS-PAR: Drivers and impact of digital transformation of the Italian PA at the regional level, finanziato nell'ambito del bando PRIN 2022 – Decreto Direttoriale n. 104

del 02-02-2022, con il sostegno dell'Unione europea – NextGenerationEU, Missione 4, Componente 1, CUP: E53D23006870006. Principal investigator: Prof. Stefano Sacchi, Politecnico di Torino. Unità di ricerca coinvolte: Politecnico di Torino e Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

Il curatore ringrazia i partecipanti al workshop finale del progetto, e in particolare Eleonora Faina (Unione Industriali di Torino), Andrea Ricci (INAPP), Gianluca Scarano (Università di Torino) e Andrea Terlizzi (Università di Firenze). Ringrazia altresì Letizia Pizzi ed Ettore Russo (Anitec-Assinform) per il sostegno offerto nella realizzazione del Rapporto *L'IA nel mercato del lavoro italiano* che ha ispirato alcuni capitoli di questo volume.

1 IL CASO ITALIANO: UN ECOSISTEMA DIGITALE FRAMMENTATO

Anna Di Palma*, Stefano Sacchi*

1.1 Introduzione

Il processo di digitalizzazione rappresenta un'arma a doppio taglio. Se, da un lato, può contribuire a livellare le condizioni di partenza, offrendo strumenti utili a ridurre le disuguaglianze geografiche e sociali; dall'altro, rischia di amplificare le disparità esistenti e persino di generarne di nuove, marginalizzando ulteriormente regioni e gruppi già svantaggiati. Le modalità di intervento – o di mancato intervento – dello Stato nel campo del processo di digitalizzazione incidono sulla distribuzione dei benefici connessi all'adozione delle nuove tecnologie all'interno della popolazione. In questo contesto, una più stretta collaborazione tra attori governativi, imprenditoriali e del terzo settore – principali stakeholder dell'ecosistema digitale nazionale – tende a favorire politiche più inclusive. Ciò avviene in quanto tali forme di collaborazione, da un lato, diversificano gli interessi in gioco e, dall'altro, promuovono obiettivi condivisi e congiuntamente monitorati (Verdin *et al.*, 2023).

L'Italia rappresenta un caso rilevante di ecosistema – inteso come l'insieme di attori, istituzioni e relazioni che strutturano l'elaborazione e l'attuazione delle politiche digitali – storicamente poco coordinato, caratterizzato da marcate eterogeneità tra regioni e all'interno dei gruppi di popolazione (Benecchi *et al.*, 2021, 2023). Tali disuguaglianze sono riconducibili al processo di regionalizzazione che attribuisce alle amministrazioni regionali un ruolo centrale nella gestione della digitalizzazione (Di Mascio & Natalini, 2022). Negli ultimi anni, tuttavia, si osservano alcuni segnali di miglioramento nelle politiche. Il paese si colloca infatti tra quelli in fase di recupero all'interno dell'Unione europea

* Politecnico di Torino

(UE), insieme a Cipro e Ungheria (Kovács *et al*., 2022a) – una dinamica che merita ulteriori approfondimenti in merito ai fattori esplicativi sottostanti.

In questo quadro, il capitolo si pone un duplice obiettivo. Il primo è di natura descrittiva: mappare l'ecosistema digitale italiano, ricostruendo le relazioni tra livelli di governo, imprese e organizzazioni del terzo settore. Tale analisi si concentra su tre ambiti fondamentali del processo nazionale di digitalizzazione: *e-government*, connettività e competenze digitali. Il secondo obiettivo è di carattere analitico: esaminare il grado di inclusività dei cambiamenti di policy associati ai diversi tipi di ecosistemi digitali nei rispettivi settori di intervento. A tal fine, il capitolo si basa su documenti ufficiali di policy, dati primari a livello NUTS-1 e NUTS-2 di Eurostat e dati dell'Istituto Nazionale di Statistica (Istat), nonché su indicatori digitali quali il Digital Economy and Society Index (DESI) dell'UE, l'E-government Development Index delle Nazioni Unite e il Digital Government Index dell'OCSE. Sono inoltre esaminati i rapporti DESI relativi all'Italia e la letteratura di riferimento.

L'analisi evidenzia che l'Italia presenta, nel complesso, un ecosistema digitale regionalizzato e frammentato, che ha contribuito ad accentuare le disuguaglianze regionali e sociali, sia sul versante della domanda e dell'offerta di servizi digitali sia in termini di competenze digitali della popolazione, con il rischio di determinare un accesso diseguale alle opportunità offerte dalle nuove tecnologie. La recente tendenza alla convergenza del paese nel contesto dell'UE è stata trainata principalmente dall'offerta di connettività. Ciò è riconducibile a un ecosistema digitale settoriale più coeso, favorito dalla capacità dei governi di individuare interessi comuni con il settore privato in un contesto di mercato favorevole, sostenuto anche da interventi pubblici nelle aree marginali attraverso l'accesso a finanziamenti dedicati.

Il capitolo è articolato come segue. Il paragrafo 1.2 analizza l'ambito dell'e-government, delineando gli sviluppi normativi degli ultimi vent'anni, le performance attuali a livello nazionale e regionale e il relativo ecosistema digitale. I paragrafi 1.3 e 1.4 seguono una struttura analoga, concentrandosi rispettivamente sui settori della connettività e delle competenze digitali. Sulla base delle evidenze presentate, si evidenzia che il processo di digitalizzazione in Italia mostra progressi disomogenei. Se, da un lato, un più solido coordinamento tra pubblico e privato ha contribuito a migliorare la connettività, dall'altro una governance frammentata ha prodotto persistenti disparità regionali e sociali in termini di accesso e inclusione.

1.2 E-government

Per *e-government* s'intende l'erogazione online di servizi e informazioni da parte delle pubbliche amministrazioni ai cittadini (Moon, 2002). Il sistema pubblico italiano ha progressivamente promosso la standardizzazione digitale dei servizi, includendo l'introduzione delle identità digitali e lo sviluppo di canali di comunicazione con cittadini e imprese. Sebbene siano stati registrati progressi significativi nelle performance complessive, in particolare nei servizi per le imprese e negli open data, l'Italia continua a essere penalizzata da bassi livelli di interazione tra utenti e istituzioni pubbliche. Nonostante l'avvio di iniziative a livello nazionale, il sistema rimane tuttora poco coordinato e frammentato su base regionale, con conseguente adozione disomogenea tra territori e gruppi di popolazione. Tale criticità è in larga parte riconducibile al ruolo centrale delle amministrazioni regionali nella progettazione e nell'attuazione dei servizi digitali, nell'ambito di principi e linee guida definiti a livello nazionale.

1.2.1 *Un'evoluzione graduale verso la standardizzazione digitale dei servizi*

La digitalizzazione dei servizi governativi in Italia si è sviluppata come un processo graduale ma continuo, incentrato principalmente sulla standardizzazione delle procedure e sulla creazione di punti unici di accesso per cittadini e imprese. Come ricostruito da Di Giulio e Vecchi (2023a), il primo impulso all'adozione di politiche di innovazione è riconducibile alla crisi politica e finanziaria che colpì il paese tra il 1991 e il 1992, cui fece seguito un'adozione non sistematica di normative relative alla transizione dei documenti dal formato cartaceo a quello digitale. All'inizio degli anni 2000, un ulteriore impulso fu fornito dal governo di centro-destra guidato da Silvio Berlusconi, che nel 2005 introdusse il Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD), con l'obiettivo di riordinare e omogeneizzare la normativa sulla digitalizzazione del settore pubblico. Il decennio successivo fu caratterizzato da una progettazione lenta ma progressiva di iniziative nell'ambito della legislazione nazionale, la cui attuazione si è concretizzata solo negli anni successivi.

Nel 2016, il governo guidato da Matteo Renzi ha rilanciato l'Agenda Digitale Italiana nel solco dell'Agenda Digitale Europea del 2010, avviando iniziative di policy volte a standardizzare l'accesso ai servizi digitali e a promuovere la dematerializzazione. Nello stesso anno è stato introdotto il Sistema Pubblico di Identità Digitale (SPID), che consente a cittadini e imprese di accedere ai servizi delle amministrazioni pubbliche. Contestualmente, è stato rilanciato il programma nazionale di sostituzione delle carte d'identità cartacee con la versione elettro-

nica (Carta d'identità elettronica, CIE), già introdotta nel 1997, ma inizialmente adottata solo in modo parziale da alcuni comuni. Nello stesso periodo è stata inoltre sviluppata l'infrastruttura digitale per i pagamenti PagoPA, che connette cittadini e pubbliche amministrazioni.

La pandemia di Covid-19 ha fornito un ulteriore impulso alla digitalizzazione del governo. Nell'aprile 2020 è stata rilasciata l'applicazione IO, concepita come punto unico di accesso ai servizi pubblici digitali per cittadini e imprese. Nel quadro della strategia di ripresa post-pandemica promossa dall'UE, i fondi NextGenerationEU sono stati resi disponibili a condizione della definizione di Piani Nazionali di Ripresa allineati con l'Agenda Digitale Europea (Armingeon *et al.*, 2022). In questo contesto, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) italiano include la missione «Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA» nell'ambito della Missione 1, con l'obiettivo di sostenere la migrazione al *cloud*, garantire l'interoperabilità dei dati e rafforzare la cybersicurezza. La pandemia ha inoltre accelerato l'implementazione dell'Anagrafe Nazionale della Popolazione Residente, programma istituito nel 2005 per creare una banca dati nazionale unica contenente tutti i registri comunali italiani. Tuttavia, nonostante i considerevoli sforzi volti a standardizzare l'accesso, l'interazione tra utenti, autorità pubbliche e servizi digitali rimane distribuita in modo eterogeneo sul territorio nazionale.

1.2.2 *Il tallone d'Achille dell'Italia: l'uso dei servizi digitali da parte dei cittadini*

In Italia si registra un processo graduale di digitalizzazione del governo, che colloca il paese nel gruppo dei *catching-up* in Europa sulla base del DESI, insieme a Polonia e Romania (Borowiecki *et al.*, 2021). Tuttavia, l'Italia continua a registrare performance inferiori alla media delle economie avanzate, come confermato dal Digital Government Index, che la colloca 20mo posto su 34 paesi nel 2024, e dall'Online Service Index delle Nazioni Unite, che la colloca al 56mo posto su 193 nello stesso anno. La performance del paese è stata principalmente limitata dal basso tasso di utilizzo dell'*e-government*, ossia dalla quota di individui che ricorrono a internet per interagire con le autorità pubbliche. Nel 2022, l'Italia si collocava al terzultimo posto in Europa, appena sopra Bulgaria e Romania, con solo il 39,3% della popolazione coinvolta in tali interazioni. I dati Eurostat a livello NUTS-2 evidenziano, nello stesso anno, marcate differenze interregionali: si passa, per esempio, dal 47,3% della Provincia autonoma di Bolzano al 23,3% della Calabria (Eurostat, 2025d).

I bassi livelli di utilizzo sono riconducibili sia a fattori di domanda sia di offerta. Dal lato della domanda, competenze digitali di base limitate riducono

la capacità degli utenti di ricorrere agli strumenti digitali per interagire con le istituzioni, come verrà approfondito nel paragrafo 1.4. Dal lato dell'offerta, la dimensione relativa ai «servizi pubblici digitali per i cittadini» del DESI è passata da un punteggio di 59,6 su 100 nel 2018 a 68,3 nel 2024, mantenendo tuttavia un divario di circa 10 punti rispetto alla media dell'UE. Ulteriori disuguaglianze nell'offerta emergono dai confronti interregionali, confermando il persistente divario Nord-Sud (Benecchi *et al.*, 2021, 2023). I dati di indagine raccolti da Istat a livello comunale nel 2022 (Istat, 2023) evidenziano tali differenze, mostrando come le amministrazioni locali del Veneto figurino tra le più avanzate in termini di digitalizzazione, mentre quelle del Molise risultano tra le meno sviluppate.

Mentre le iniziative relative ai sistemi di identificazione digitale e ai pagamenti, come evidenziato nel paragrafo 1.2.1, sono prevalentemente realizzate a livello nazionale e affidate a fornitori privati, la digitalizzazione delle amministrazioni regionali e dei settori di policy di competenza concorrente e/o residuale è gestita direttamente dalle regioni. In base alla loro capacità amministrativa, queste possono sviluppare soluzioni interne oppure ricorrere all'esternalizzazione verso imprese private, modalità che risulta generalmente prevalente. Nel complesso, sebbene singoli progetti promossi dal governo centrale possano produrre effetti positivi sulla digitalizzazione del settore pubblico, manca ancora un approccio sistemico in grado di coinvolgere in modo coordinato i livelli di governo subnazionali e i cittadini. Ne deriva un impatto complessivo eterogeneo e poco strutturato.

1.2.3 *Un ecosistema regionalizzato e frammentato*

Gli elementi di successo della strategia di digitalizzazione del governo italiano riguardano principalmente la standardizzazione e la valorizzazione dei dati, perseguite attraverso progetti mirati che hanno coinvolto, seppur in misura limitata, anche attori privati e cittadini. Iniziative come PagoPA e SPID hanno infatti visto la partecipazione di progettisti e sviluppatori sia interni sia esterni alla pubblica amministrazione. In questi casi, il governo centrale ha fatto ricorso a imprese private per integrare gli sforzi di implementazione delle autorità pubbliche. In particolare, i fornitori privati di identità (in inglese: *Identity Providers*) rilasciano le credenziali SPID e gestiscono l'autenticazione degli utenti in conformità alle linee guida stabilite da AgID, garantendo al contempo la protezione dei dati personali. Per operare come fornitori SPID, le organizzazioni devono rispettare stringenti requisiti tecnici e amministrativi definiti da AgID, mentre i costi di manutenzione dei servizi restano a loro carico.

Nel complesso, gli sforzi legati a singole iniziative delineano una traiettoria positiva, che tuttavia si confronta con un sistema ancora, nella sua struttura di base, poco coordinato e regionalizzato. L'analisi della governance della digitalizzazione in Italia mette in luce dinamiche contrastanti, che indeboliscono i tentativi di omogeneizzazione promossi dal governo centrale. Tra questi rientrano l'istituzione del Ministero per l'innovazione e le tecnologie (MIT) e l'adozione del CAD nel 2005. Tuttavia, come evidenziato da Di Mascio e Natalini (2022), il MIT è stato più volte soppresso e reintrodotto nel corso dei diversi governi, mostrando al contempo una limitata capacità di esercitare un'efficace funzione di coordinamento tra le amministrazioni. Analogamente, il CAD non è riuscito a garantire una piena unificazione e standardizzazione della normativa sulla digitalizzazione a tutti i livelli di governo. Ciò è dovuto, da un lato, al fatto che non tutte le disposizioni introdotte successivamente sono state integrate nel Codice; dall'altro, a un livello di conformità complessivamente debole. Quest'ultimo aspetto è riconducibile in larga misura alla difficoltà delle norme e dei principi del CAD di adattarsi alla rapidità dei cambiamenti tecnologici.

Parallelamente, i processi di *agencification* e regionalizzazione hanno ulteriormente indebolito i tentativi di centralizzazione. La prima si è tradotta nella progressiva istituzione di agenzie e dipartimenti legati alla leadership politica, tra cui l'Autorità per l'informatica nella pubblica amministrazione (1993), l'AgID (2012) e il Team per la Trasformazione Digitale (2016), successivamente confluiti nel Dipartimento per la Trasformazione Digitale nel 2019. La regionalizzazione, invece, ha comportato l'attribuzione alle amministrazioni regionali delle responsabilità di progettazione e attuazione delle politiche digitali.

In particolare, nel 2000 il Ministro per la Funzione Pubblica del governo di centro-sinistra, Franco Bassanini, avviò una riforma che introdusse per la prima volta l'*e-government* in Italia. Il Piano d'azione per l'*e-government*, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 23 gennaio 2001, prevedeva un duplice orientamento: da un lato, la definizione di un quadro normativo omogeneo a livello centrale; dall'altro, e in misura prevalente, il coinvolgimento delle amministrazioni regionali e locali quali attori principali nella progettazione e nell'attuazione delle politiche digitali, nel rispetto di principi e linee guida nazionali. Tali sviluppi sono da leggere nel più ampio processo di rafforzamento dell'autorità regionale nel sistema di governance multilivello italiano, in particolare a seguito della riforma del Titolo V della Costituzione del 2001. La revisione costituzionale del 2001 ha infatti ampliato le competenze regionali, rafforzando il passaggio verso un modello di governance più decentralizzato. In tale contesto, la Conferenza Stato-regioni, istituita nel 1983, è stata tradizionalmente conside-

rata il principale canale di cooperazione tra i due livelli di governo (Polacchini, 2016). Tuttavia, il suo ruolo di coordinamento è stato frequentemente oggetto di critiche (Ruggiu, 2006), soprattutto per l'assenza dei poteri propri di un organo costituzionale (Dell'Atti, 2016).

La combinazione di questi fattori ha contribuito alla lentezza del processo di digitalizzazione in Italia, nonché alla sua diffusione disomogenea sul territorio (Di Mascio & Natalini, 2022). Come si vedrà nel paragrafo 1.3, la performance del paese nella dimensione della connettività presenta una dinamica significativamente diversa, in cui una forte leadership centrale è stata favorita dalla costruzione di interessi condivisi con altri stakeholder nell'ambito della policy.

1.3 Connettività

Nel quadro della strategia italiana per la connettività, il governo centrale ha progressivamente assunto un ruolo di leadership a partire dagli anni 2010, privilegiando lo sviluppo delle infrastrutture rispetto alle politiche di stimolo della domanda. Tale orientamento ha prodotto un miglioramento significativo e relativamente uniforme della copertura della banda larga, anche nelle aree caratterizzate da potenziali fallimenti di mercato, senza tuttavia tradursi in un aumento altrettanto uniforme dell'utilizzo della connettività da parte della popolazione. Quest'ultimo rimane infatti inferiore alla media dell'UE e distribuito in modo eterogeneo tra le famiglie nelle diverse regioni.

I risultati più positivi della strategia sono riconducibili, in larga misura, alla costruzione di sinergie con il settore privato all'interno dell'ecosistema digitale, attraverso meccanismi di incentivazione di mercato, nonché al rafforzamento dei rapporti di coordinamento – sia verticali sia orizzontali – con altri attori e con le amministrazioni regionali, cui compete la responsabilità principale in materia di politiche per la connettività.

1.3.1 *Strategia italiana per la connettività e ruolo dell'offerta infrastrutturale*

Le politiche per la connettività in Italia hanno ricevuto un impulso significativo a partire dallo scorso decennio, in concomitanza con l'Agenda Digitale Europea del 2010 (Ciapanna & Roma, 2020). In precedenza, le amministrazioni regionali rappresentavano i principali attori nello sviluppo delle infrastrutture, seppur con un supporto limitato (Ciapanna & Sabbatini, 2008). Nel 2010, solo il 58% delle famiglie italiane disponeva di accesso a internet a domicilio, mentre il 48,9% aveva accesso a una connessione a banda larga. L'Agenda fissava

per gli Stati membri l'obiettivo di garantire la copertura universale della banda larga e l'accesso a connessioni veloci per almeno il 50% delle famiglie entro il 2020.

A sostegno di tale transizione, sono stati mobilitati il Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) e il Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR). Già nel 2009, la Comunicazione della Commissione europea 2009/C 235/04 aveva definito i criteri territoriali per l'intervento pubblico, individuando in particolare le cosiddette aree «bianche», prive di infrastrutture a banda larga e caratterizzate da scarsa redditività per gli investimenti privati, quindi assimilabili a situazioni di «fallimento di mercato». Tali aree si affiancano alle aree «nere» e «grigie», identificate rispettivamente come zone con almeno due o un operatore di rete a banda larga. La conformazione del territorio italiano, caratterizzato in larga parte da aree rurali e semi-rurali, tende a scoraggiare gli investimenti privati: si stima infatti che circa il 26% delle unità immobiliari sia localizzato in aree potenzialmente riconducibili a condizioni di fallimento di mercato (Ciapanna & Roma, 2020).

L'espansione dell'offerta infrastrutturale di connettività è stata quindi al centro dei successivi interventi di policy. Nel 2011, il Piano Nazionale Banda Larga si è allineato alla Comunicazione della Commissione europea 2009/C 235/04 in materia di aiuti di Stato, prevedendo la realizzazione di infrastrutture nelle aree «bianche» in collaborazione con operatori privati, in condizioni di mercato agevolate. Il piano mirava inoltre a promuovere la concorrenza nelle aree «grigie», tradizionalmente dominate dall'operatore storico Telecom Italia, attraverso il sostegno finanziario ad altri operatori delle telecomunicazioni. Promosso nel quadro delle politiche europee e sostenuto a livello nazionale dal governo di centro-destra guidato da Silvio Berlusconi, il piano è stato preceduto da una consultazione pubblica avviata dal Ministero dello sviluppo economico (MISE), volta a mappare le aree prive di infrastrutture a banda larga e a raccogliere manifestazioni di interesse da parte degli operatori per l'utilizzo di infrastrutture pubbliche.

Nel 2015 è stata poi lanciata la Strategia Italiana per la Banda Ultralarga, finalizzata a stimolare l'offerta attraverso la riduzione delle barriere di costo, mediante semplificazioni normative e misure di incentivo quali agevolazioni fiscali e condizioni di credito favorevoli. Nel 2020, il *lockdown* legato alla pandemia di Covid-19 ha determinato un forte shock della domanda, rendendo necessari ulteriori interventi sul lato dell'offerta. In questo contesto, il PNRR ha destinato 6,71 miliardi di euro alla missione «Banda Ultralarga e 5G», attuata attraverso il Piano Italia 5G, il Piano Italia a 1 Giga e una serie di interventi mirati rivolti, tra gli altri, a ospedali, scuole e isole minori.

Le politiche rivolte alla domanda di connettività e allo sviluppo equo delle competenze digitali nella popolazione hanno avuto un ruolo meno centrale rispetto a quelle orientate all'offerta, come si discuterà più avanti nel capitolo. Gli interventi si sono tradizionalmente concentrati sulla riduzione delle barriere di costo, attraverso l'erogazione di voucher con il Piano Voucher del 2020 e il Piano Voucher per le imprese. Il Piano Voucher 2020 per i cittadini ha stanziato 200 milioni di euro, sostenuti anche da fondi europei, inclusi quelli di NextGenerationEU, con l'obiettivo di incentivare la domanda delle famiglie a basso reddito per servizi di connettività a banda ultralarga (almeno 30 Mbps) e per l'acquisto di dispositivi digitali quali computer e tablet. Tale intervento si fondava sul riconoscimento dell'accesso alla banda ultralarga come condizione abilitante per l'esercizio di diritti fondamentali, quali l'istruzione e il lavoro. L'attuazione del piano è stata affidata dal MISE a Infratel Italia S.p.A., società in house del Ministero. Tuttavia, una quota rilevante delle risorse disponibili risultava ancora inutilizzata nel 2025, con una media del 53,1% dei voucher effettivamente attivati nelle regioni italiane (MISE, 2025).

Il principale problema individuato dalle istituzioni centrali è stato il limitato livello di informazione dei cittadini circa la disponibilità dello schema. In risposta, la Strategia Banda Ultralarga del 2023 ha previsto l'avvio di campagne di comunicazione volte a promuovere l'adozione della banda larga. Persistono tuttavia rilevanti differenze regionali: la Lombardia, nel Nord, ha attivato il 98,9% dei voucher, mentre il Molise, nel Sud, si ferma al 13% (MISE, 2025). Questo divario suggerisce la presenza di ulteriori fattori alla base delle differenze nei livelli di adozione. Da un lato, pesa la distribuzione diseguale delle competenze digitali nel paese, come discusso nei paragrafi successivi; dall'altro, incide la diversa domanda di utilizzo degli strumenti digitali offerti da servizi pubblici e privati, come evidenziato nel paragrafo 1.2.

1.3.2 *I fattori dell'avanzamento italiano: infrastrutture 5G e banda larga*

Negli ultimi anni, l'Italia ha registrato una performance positiva nel campo della connettività. Nel 2024 si è classificata al 43mo posto su 193 paesi nell'Indice delle infrastrutture di telecomunicazione delle Nazioni Unite e rientra tra i paesi in fase di convergenza nell'UE, insieme a Cipro e Ungheria, con risultati superiori alla media europea negli ultimi anni (Borowiecki *et al.*, 2021). Anche la dimensione «connettività» del DESI evidenzia un miglioramento significativo: l'Italia ha guadagnato diciotto posizioni, passando dal 25esimo posto nel 2017, con un punteggio di 19,5, al settimo posto nel 2022, raggiungendo 61,2 punti, ossia 1,3 punti al di sopra della media UE. Questo progresso è stato favorito, tra

l'altro, dalla *joint venture* tra due principali operatori italiani, TIM e Vodafone, che ha portato alla creazione di Infrastrutture Wireless Italiane S.p.A. (INWIT), operatore di infrastrutture passive per le telecomunicazioni mobili attivo anche nelle aree meno densamente popolate. L'iniziativa è stata accolta favorevolmente dalla Commissione europea (European Commission, 2020).

L'apertura progressiva del mercato a un numero più ampio di operatori negli ultimi due decenni ha avuto un effetto positivo anche sull'accessibilità economica della banda larga, come rilevato dall'indice dei prezzi della banda larga del DESI nel 2022[1]. Per quanto riguarda la copertura della banda larga fissa, il paese mostra un miglioramento generale, pur rimanendo stabilmente al di sotto della media UE. Il ritardo è dovuto principalmente alla copertura delle reti a capacità molto elevata (VHCN, in inglese: *Very High Capacity Networks*) e, in misura minore, alla copertura FTTP (in inglese: *Fiber To The Premises*). Come già evidenziato, le principali difficoltà riguardano la morfologia montuosa del territorio e la bassa densità abitativa nelle aree rurali, che riducono l'attrattività degli investimenti nonostante l'accesso agli aiuti di Stato. Inoltre, la complessità burocratica ha ostacolato il rilascio di autorizzazioni locali agli operatori (Ciapanna & Roma, 2020). Dal lato della domanda, secondo il DESI, l'Italia si è collocata leggermente al di sotto della media europea nel periodo 2018-2024. Come evidenziato dalla Commissione europea, la principale criticità risiede nei bassi livelli di competenze digitali di base, che limitano l'uso di internet e l'interazione con servizi pubblici e privati, incidendo così sui livelli di adozione della connettività, come discusso nel paragrafo 1.4 (European Commission, 2019, 2019).

L'analisi a livello regionale evidenzia una minore eterogeneità Nord-Sud rispetto a quanto osservato per l'*e-government* e il capitale umano (Bruno *et al.*, 2023) (con uno scarto pari rispettivamente al 5,4% e al 5,0% per l'accesso generale a internet e alla banda larga nel 2021 (Eurostat, 2025a, 2025b). Come argomentato nel paragrafo 1.4, la migliore performance complessiva e la minore variabilità interregionale rispetto ad altre dimensioni di policy sono riconducibili principalmente alle sinergie tra settore pubblico e privato, nonché a meccanismi di coordinamento multilivello più efficaci.

[1] L'indice misura i prezzi di panieri rappresentativi di offerte di banda larga fissa, mobile e convergente e ne valuta il livello di accessibilità.

1.3.3 *Un ecosistema sinergico: la costruzione di interessi condivisi con il settore privato*

Come evidenziato, l'Italia ha registrato un significativo miglioramento della connettività negli ultimi due decenni. I progressi si sono concentrati soprattutto sul lato dell'offerta e sullo sviluppo delle infrastrutture, in particolare per quanto riguarda la copertura 5G, diffusasi in modo relativamente omogeneo sul territorio nazionale. Tale evoluzione è stata determinata principalmente dal sostegno pubblico nelle aree più fragili e dal rafforzamento della concorrenza di mercato. Letti attraverso la lente dell'approccio ecosistemico, questi sviluppi consentono di individuare due dinamiche principali nell'evoluzione della strategia italiana per la connettività: da un lato, il crescente ruolo del governo centrale; dall'altro, il consolidamento dei meccanismi di coordinamento, sia verticali sia orizzontali.

Per quanto riguarda il primo aspetto, il Piano Nazionale Banda Larga del 2011 ha rappresentato un punto di svolta, fissando l'obiettivo di definire una «strategia unica per colmare completamente il divario digitale, precedentemente affrontato dalle amministrazioni regionali in modo frammentato e con obiettivi spesso altamente diversificati» (Infratel, 2011). A questo orientamento si è affiancato un rinnovato impegno di investimento del governo centrale nelle aree di fallimento di mercato, insieme all'istituzione di nuovi organismi di coordinamento che hanno rafforzato la leadership centrale. Tra questi si annoverano il Comitato per la diffusione della Banda Ultralarga (COBUL), istituito nel 2016, e il Comitato interministeriale per la transizione digitale, istituito nel 2021, che hanno coinvolto la Presidenza del Consiglio dei Ministri, i ministeri, le amministrazioni regionali e gli operatori privati nell'attuazione congiunta delle strategie di connettività.

Ancora più rilevante, in una prospettiva ecosistemica, è il fatto che la leadership centrale non possa essere analiticamente separata dalle altre forme di coordinamento verticale e orizzontale, che rappresentano il principale elemento di novità e differenziazione rispetto ad altre dimensioni della politica digitale, quali l'*e-government* e le competenze digitali. Sul piano verticale, le sinergie con l'UE sono state particolarmente significative, sia nella definizione delle strategie sia nell'accesso ai finanziamenti. L'Agenda Digitale Europea del 2010 ha infatti inciso profondamente sull'orientamento del paese, promuovendo una maggiore concorrenza di mercato e legittimando l'intervento pubblico, oltre a garantire l'accesso ai fondi FEASR e FESR.

Tuttavia, il fattore determinante della performance del paese risiede nella crescente collaborazione con il settore privato, che ha favorito la concorrenza

tra operatori e contribuito a estendere la connettività anche ad aree tradizionalmente escluse dal mercato, come già evidenziato. Tale cooperazione, fondata su interessi condivisi, si è tradotta in un ampliamento della copertura e in una maggiore diversificazione dell'ecosistema, con un più ampio coinvolgimento degli operatori di mercato. In assenza di una piena capacità economica e operativa dello Stato di garantire infrastrutture su tutto il territorio nazionale, gli operatori privati hanno individuato nella collaborazione con le amministrazioni centrali e regionali un'opportunità di investimento sostenuta da condizioni di mercato agevolate (Infratel, 2011).

La strategia italiana ha privilegiato il lato dell'offerta, mentre i livelli di adozione rimangono relativamente contenuti. Lo strumento principale utilizzato sul versante della domanda è stato quello dei voucher, rimasti in larga parte inutilizzati a causa dei bassi livelli di competenze digitali, che incidono sulla domanda di connettività a banda ultralarga e di dispositivi ICT. A ciò si aggiunge la limitata visibilità del programma, dovuta a una comunicazione insufficiente, nonostante le strategie siano aperte alla consultazione pubblica dal 2011 e la piattaforma ParteciPa (il portale nazionale per la consultazione pubblica sulle politiche e le iniziative della PA), operativa dal 2019, sia accessibile a cittadini, imprese e organizzazioni, pur essendo stata finora utilizzata in misura limitata.

1.4 Inclusione e competenze digitali

Negli ultimi due decenni, l'agenda italiana per le competenze digitali e l'inclusione ha previsto iniziative rivolte sia all'istruzione sia al mercato del lavoro attraverso canali istituzionali formali, affiancate da interventi più trasversali di sensibilizzazione e diffusione rivolti all'intera popolazione. Nonostante il carattere innovativo di tali iniziative, esse risultano ancora prive di un disegno sistemico, lasciando ampi margini di responsabilità alle amministrazioni regionali e alle istituzioni scolastiche nella loro progettazione e attuazione, fortemente condizionate dai contesti produttivi locali. Questo assetto ha contribuito al permanere di rilevanti disuguaglianze – geografiche, educative e di genere – che si traducono in diverse forme di divario digitale e in un ecosistema poco inclusivo, nel quale le questioni legate ai diritti individuali e all'accesso equo rimangono in larga parte irrisolte.

1.4.1 *Le politiche italiane per le competenze digitali e l'inclusione: un approccio frammentato*

Le politiche rivolte alle competenze digitali e all'inclusione in Italia sono state, fino al 2011, prevalentemente di carattere non sistematico. A partire da quell'anno, il governo centrale ha rafforzato la propria leadership, anche sotto l'influenza dell'UE, con l'adozione del Piano Nazionale Banda Larga. I primi interventi per il rafforzamento delle competenze digitali si sono concentrati soprattutto sul sistema educativo e sull'integrazione degli strumenti digitali nella didattica tra il 2008 e il 2011. Tra questi si collocano l'introduzione della Lavagna Interattiva Multimediale nel 2009, l'avvio di pratiche didattiche innovative con l'Azione Cl@ssi 2.0 nello stesso anno e la riorganizzazione del personale amministrativo, insieme al potenziamento delle infrastrutture, attraverso l'Azione Scuol@ 2.0 nel 2010. Tuttavia, tali interventi risultavano frammentati e limitati nella loro portata, coinvolgendo un numero ristretto di istituzioni scolastiche (MIUR, 2015).

In una fase successiva, una serie di sviluppi a livello nazionale ed europeo ha contribuito a rilanciare in chiave strategica le politiche per le competenze digitali e l'inclusione. Tra questi si annoverano l'Agenda Digitale Europea del 2010, DigComp 1.0 del 2013 e DigComp 2.1 del 2017, nonché la Strategia italiana per la Banda Ultralarga del 2015. In questo contesto, il Piano Nazionale Scuola Digitale del 2015 ha rappresentato il primo tentativo sistematico di digitalizzazione del sistema scolastico su scala nazionale, fornendo linee guida la cui attuazione è rimasta tuttavia demandata alle singole istituzioni scolastiche. L'iniziativa si è basata in larga misura sul Fondo Sociale Europeo e sul Fondo Europeo di Sviluppo Regionale. Parallelamente, il rafforzamento delle competenze digitali è stato perseguito anche attraverso interventi di *upskilling* e *reskilling* della forza lavoro. In tale ambito, il Piano Nazionale Industria 4.0 del 2017 ha istituito un fondo di 2,7 miliardi di euro a sostegno delle imprese che investono nel capitale umano digitale. Il governo ha inoltre promosso la creazione di otto Centri di Competenza e dei Punti Impresa Digitale, con l'obiettivo di favorire la diffusione di conoscenze e lo scambio di buone pratiche tra le piccole e medie imprese.

La fase più recente è stata caratterizzata da un rafforzamento dei legami tra canali formali e informali di diffusione delle competenze digitali. Le origini di questa evoluzione possono essere rintracciate già nel 2019, con la nascita di Repubblica Digitale, iniziativa strategica multi-stakeholder coordinata dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale e finalizzata a promuovere le competenze digitali nel paese. Nel 2020, durante la pandemia di Covid-19, Repubblica Digitale ha contribuito al lancio della Strategia Nazionale per le Competenze Digitali, che ha integrato

interventi nei settori dell'istruzione e del mercato del lavoro, attribuendo maggiore rilevanza alle attività di *outreach*. In questo contesto è stato istituito il Servizio Civile Digitale, con l'obiettivo di impiegare giovani come «facilitatori digitali» e sostenere l'uso degli strumenti digitali da parte delle persone con minori competenze. Il PNRR ha ulteriormente rafforzato i finanziamenti destinati allo sviluppo delle competenze digitali nelle scuole, nelle università, nella pubblica amministrazione e nelle imprese. Anche le politiche attive del lavoro sono state progressivamente valorizzate come canale di diffusione, come previsto dal Programma Garanzia di Occupabilità dei Lavoratori del 2021 (Sacchi & Scarano, 2025).

Nel complesso, nonostante la molteplicità delle iniziative che coinvolgono diversi ambiti di policy e gruppi della popolazione, la diffusione delle competenze digitali resta caratterizzata da marcate eterogeneità territoriali.

1.4.2 *Divari digitali interregionali e tra gruppi sociali*

La performance dei paesi dell'UE nelle competenze digitali, sia di base sia avanzate, è complessivamente migliorata. Tuttavia, la polarizzazione è rimasta elevata e, tra il 2017 e il 2022, non si sono osservati significativi processi di convergenza. In questo contesto, l'Italia ha registrato l'incremento più contenuto in termini percentuali, collocandosi stabilmente nel quartile più basso nello stesso periodo (Borowiecki *et al.*, 2021; Kovács *et al.*, 2022b). Tale posizionamento trova riscontro anche nell'Human Capital Index delle Nazioni Unite, nel quale il paese si è classificato al 44esimo posto su 193 nel 2024. Considerando più nello specifico la dimensione «capitale umano» del DESI, l'Italia occupava il 24esimo posto nel 2017 e il 25esimo nel 2022. A questo riguardo, la Commissione europea ha attribuito il ritardo italiano al carattere non sistemico della strategia adottata, che ha lasciato scoperti ampi segmenti della popolazione e diverse aree fragili (European Commission, 2023).

I dati Eurostat più recenti (Eurostat, 2025c) evidenziano marcate differenze tra sottogruppi della popolazione nel possesso di competenze digitali. La quota di individui con livelli di istruzione elevati e competenze digitali almeno di base raggiunge il 74,1%, a fronte del 79,8% della media UE; tra coloro con bassi livelli di istruzione, tale quota scende al 22,6%, rispetto a una media europea del 33,6%. Le differenze di genere risultano particolarmente rilevanti quando si combinano con l'avanzare dell'età e con bassi livelli di istruzione. Inoltre, la dimensione «capitale umano» del DESI evidenzia come l'Italia presenti tra le più elevate eterogeneità interregionali nell'UE, confermando l'esistenza di un persistente divario Nord-Sud (Benecchi *et al.*, 2023; Bruno *et al.*, 2023). I dati Istat del 2023 mostrano infatti che le aree del Nord e del Centro registrano ri-

spettivamente il 51,5% e il 40,9% di individui con almeno competenze digitali di base, a fronte del 35,7% nel Sud (Istat, 2023).

La letteratura evidenzia come le eterogeneità regionali nelle competenze digitali si intreccino con una domanda differenziata, legata alla diversa struttura produttiva dei territori, generalmente più intensiva in ICT nelle regioni del Nord (Buyukyazici, 2024). Come sottolineato dalla Commissione europea, i canali formali dell'istruzione non dispongono di risorse sufficienti per raggiungere in modo sistematico l'intera popolazione; di conseguenza, «più della metà delle persone in Italia non possiede ancora almeno competenze digitali di base, il che rende molto difficile per loro beneficiare delle opportunità digitali ed esercitare i propri diritti di cittadinanza in un mondo sempre più digitalizzato» (European Commission, 2023).

1.4.3 *Non sistematico e non coordinato: un ecosistema digitale esclusivo*

Negli ultimi dieci anni, la strategia italiana per le competenze digitali ha progressivamente favorito l'emergere di diverse nicchie innovative, rafforzando al contempo i legami di coordinamento orizzontale tra attori istituzionali e non istituzionali e contribuendo così a rendere più articolato e diversificato l'ecosistema digitale settoriale. Repubblica Digitale rappresenta l'espressione più evidente di questa evoluzione, sia per la sua configurazione organizzativa sia per gli obiettivi e i progetti promossi. Accanto al Servizio Civile Digitale, che ha coinvolto giovani volontari, è stata inoltre sviluppata una rete di servizi di facilitazione digitale, volta a creare un sistema di supporto in grado di offrire assistenza personalizzata e percorsi formativi sia online sia in presenza.

Pur riconoscendo il valore aggiunto di tali iniziative, esse non risultano, da sole, sufficienti a promuovere in modo significativo l'inclusione digitale e sociale né a colmare il divario digitale del paese (Olivanti & Gastaldi, 2024). Ciò è dovuto principalmente al carattere non sistematico di questi progetti, che raggiungono solo parzialmente la popolazione destinataria. Inoltre, i fondi sono insufficienti (European Commission, 2023) e l'attuazione delle politiche rimane in larga misura nelle mani delle amministrazioni regionali e locali, nonché delle università e delle scuole, che godono di ampi margini di autonomia. Le eterogeneità nelle competenze digitali hanno così aperto la strada a forme di esclusione dalla cittadinanza digitale attraverso un meccanismo di «effetto Matteo»[2]

[2] Il concetto indica che gli individui più avvantaggiati – in termini di risorse culturali, sociali ed economiche – traggono maggiori benefici dall'uso di internet, mentre quelli meno dotati tendono a essere progressivamente esclusi (Mingo e Bracciale, 2018).

(Mingo & Bracciale, 2018). In effetti, gli individui appartenenti a gruppi fragili – per livello di istruzione, genere, condizione occupazionale, nazionalità e luogo di residenza – non hanno potuto sviluppare in modo continuativo competenze digitali, perdendo così l'opportunità di utilizzare efficacemente gli strumenti digitali e di interagire in modo pieno con la comunità, il mercato del lavoro e le istituzioni pubbliche.

1.5 Conclusioni

Il percorso di digitalizzazione dell'Italia presenta un quadro complesso, caratterizzato da progressi ma anche da persistenti disparità. Sebbene il paese abbia registrato avanzamenti in alcuni ambiti, in particolare nella connettività – dove sforzi coordinati hanno sostenuto un miglioramento significativo delle infrastrutture – permangono criticità nei settori dell'*e-government* e delle competenze digitali. L'andamento disomogeneo tra regioni e gruppi demografici riflette la natura poco coordinata dell'ecosistema digitale nazionale, radicata in una struttura di governance decentralizzata. Tale frammentazione ha prodotto esiti discontinui, con alcune aree e gruppi che beneficiano dei progressi digitali, mentre altri restano esclusi.

L'esperienza italiana evidenzia quindi la rilevanza di un efficace coordinamento, sia verticale sia orizzontale, tra attori statali e non statali che compongono l'ecosistema digitale, al fine di promuovere risultati di policy più inclusivi. La maggiore centralizzazione degli interventi nel settore della connettività, accompagnata da sinergie tra settore pubblico e privato, ha favorito il miglioramento delle infrastrutture. Al contrario, l'assenza di un approccio coerente nei campi dell'*e-government* e delle competenze ha contribuito a un accesso diseguale ai servizi e allo sviluppo delle capacità digitali, perpetuando divari sociali e territoriali.

Affinché l'Italia possa cogliere pienamente le opportunità offerte dalla digitalizzazione, risulta quindi essenziale rafforzare i meccanismi di coordinamento e garantire che i benefici della trasformazione digitale siano distribuiti in modo equo tra territori e gruppi della popolazione.

2 L'E-GOVERNMENT REGIONALE IN ITALIA: MISURAZIONE, TREND, E IL RUOLO DEI FONDI STRUTTURALI EUROPEI

Anna Di Palma[*], Gregorio Buzzelli[*], Stefano Sacchi[*]

2.1 Introduzione

Negli ultimi due decenni, la digitalizzazione del settore pubblico è diventata sempre più rilevante nel dibattito pubblico e istituzionale. Sebbene le sue concettualizzazioni siano eterogenee (Bockshecker *et al.*, 2018; Meijer *et al.*, 2018), la definizione convenzionale del termine fa riferimento all'offerta online di servizi e informazioni, etichettata anche come *e-government*, che è la definizione adottata in questo capitolo (Gil-García & Pardo, 2005; Grönlund & Horan, 2004; Moon, 2002; Yildiz, 2007). La rilevanza del tema è duplice. Da un lato, si sostiene che la digitalizzazione favorisca l'efficienza nella gestione interna della pubblica amministrazione e aumenti la qualità nell'erogazione dei servizi pubblici (Moreno-Enguix *et al.*, 2019; Nam, 2019). Dall'altro, essa migliora l'accesso individuale ai servizi e la partecipazione ai processi democratici, contribuendo così a un miglioramento della qualità della vita (Latupeirissa *et al.*, 2024; Steinbach *et al.*, 2019).

L'Unione europea (UE) è stata un motore cruciale della digitalizzazione del settore pubblico negli Stati membri (Criado, 2009; de la Porte & Jensen, 2021; Noordt *et al.*, 2020). Dai primi anni Duemila, gli investimenti nella digitalizzazione sono cresciuti in modo costante – largamente sostenuti dai Fondi strutturali europei. Questa traiettoria ha accelerato ulteriormente dopo la pandemia di Covid-19, quando l'accesso alle risorse di NextGenerationEU è stato subordinato alla presentazione dei Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza, che

[*] Politecnico di Torino

destinassero almeno il 20% della spesa al sostegno alla digitalizzazione (European Commission, 2021). Di conseguenza, gli strumenti di misurazione sono diventati sempre più importanti per valutare i progressi degli Stati membri verso gli obiettivi di *e-government*. In questo contesto, il *Digital Economy and Society Index* (DESI) (European Commission, 2022) – un indicatore composito delle performance digitali nazionali – è utilizzato dal 2017 ed è integrato negli attuali quadri di valutazione (European Commission, 2025c). Tuttavia, poiché l'indice è misurato a livello nazionale, la sua adeguatezza per il monitoraggio delle politiche risulta indebolita nei sistemi di governance regionalizzati, dove il livello geografico di tracciamento degli output non coincide con il livello amministrativo responsabile delle politiche, ossia le amministrazioni regionali (Benecchi *et al*., 2021, 2023).

Poiché i paesi europei hanno conosciuto riforme di decentramento e devoluzione di ampia portata dalla fine degli anni Ottanta (De Vries, 2000; Hooghe *et al*., 2010; Keating, 1998), i *pattern* di *e-government* subnazionale richiedono un monitoraggio dedicato. L'*e-government* subnazionale è particolarmente rilevante perché opera più vicino ai cittadini e riguarda spesso servizi che incidono direttamente sulla vita quotidiana, inclusa l'erogazione delle prestazioni sociali (Bennett & Meers, 2025). In molti sistemi di governance decentralizzati, i livelli subnazionali di governo sono direttamente responsabili delle politiche digitali, occupandosi della progettazione e implementazione dei servizi digitali (Benecchi *et al*., 2023) e agendo come principali destinatari dei fondi per l'innovazione provenienti da istituzioni nazionali e sovranazionali (European Committee of the Regions, 2018; OECD, 2020b). Ciò sottolinea la necessità di strumenti di misurazione tarati sulle amministrazioni regionali, che amplino le possibilità di *accountability* e facilitino il *policy learning* (Benecchi *et al*., 2023, p. 38).

In letteratura sono stati proposti diversi indici subnazionali (Arduini *et al*., 2010; Damanpour & Schneider, 2008; Feeney & Brown, 2017; Nasi *et al*., 2011; Reggi *et al*., 2014; Welch *et al*., 2016), incluse versioni regionali del DESI, spesso applicate al caso italiano (Benecchi *et al*., 2021, 2023; Bruno *et al*., 2023; Politecnico di Milano, 2018, 2020, 2021, 2022; Traversa *et al*., 2022). Tuttavia, individuiamo due aspetti delle misurazioni esistenti che meritano miglioramenti, ossia la scelta dell'unità di analisi e la coerenza intertemporale. In primo luogo, i contributi esistenti si basano su strategie di misurazione che non riflettono pienamente la dimensione regionale dell'erogazione dei servizi. Queste misurazioni spesso si concentrano su settori di policy che non rientrano nel dominio di competenza delle regioni, utilizzando i comuni come unità di analisi – successivamente aggregati al livello geografico regionale. In secondo luogo, tali indici privilegiano l'allineamento con assetti tecnologici e istituzionali sempre aggior-

nati rispetto alla coerenza intertemporale (Benecchi *et al.*, 2021, 2023). Di conseguenza, queste misurazioni sono in larga parte cross-sezionali: gli indicatori sottostanti e le fonti dati cambiano nel tempo, ostacolando analisi longitudinali. Questa mancanza di comparabilità temporale limita verosimilmente sia l'affidabilità sia l'utilizzabilità di tali misure per la ricerca comparata, indebolendo in ultima analisi la funzione stessa di monitoraggio (Booysen, 2002).

Contribuiamo a questo filone proponendo l'indice «Regional e-government DESI» (ReG DESI), che misura il livello di digitalizzazione dei servizi pubblici regionali, ricalcando la componente *e-government* della dimensione «servizi pubblici digitali», e lo applichiamo al caso italiano. L'obiettivo è duplice: il primo è proporre una versione longitudinale migliorata dell'indice, tarata sui livelli regionali di governo nei sistemi regionalizzati. Il secondo è fare luce sull'evoluzione dei servizi digitali regionali in Italia, caso paradigmatico di governance regionalizzata. In Italia, le amministrazioni regionali mantengono significative responsabilità di policy, con esiti che spesso si traducono in pattern di diffusione disomogenei sul territorio (Arduini *et al.*, 2010, 2013; Benecchi *et al.*, 2021, 2023; Bisogno *et al.*, 2024; Bruno *et al.*, 2023; Reggi *et al.*, 2014; Traversa *et al.*, 2022; Traversa & Ivaldi, 2025). La nostra nuova misurazione consente indagini robuste sia cross-sezionali sia longitudinali, permettendoci in particolare di esaminare trend di convergenza o divergenza tra regioni ed esplorare i fattori associati all'implementazione dell'*e-government* nelle amministrazioni regionali, con un focus specifico sul ruolo dei Fondi strutturali UE.

I risultati mostrano un avanzamento significativo nella digitalizzazione delle amministrazioni regionali in tutto il paese, evidenziando in particolare una notevole convergenza tra regioni del Nord e del Sud Italia. I miglioramenti nel Mezzogiorno riguardano soprattutto il grado di digitalizzazione dei servizi dedicati a cittadini e imprese, nonché la disponibilità di *open data*. Evidenze di natura correlazionale suggeriscono che la ricezione di Fondi strutturali dedicati alla digitalizzazione costituisce una covariata significativa e robusta delle nuove tendenze identificate nella nostra analisi. La replica e l'estensione di questa misurazione sono rilevanti per altri sistemi UE regionalizzati, nei quali le amministrazioni regionali svolgono un ruolo centrale nella progettazione e implementazione dell'*e-government*.

Il resto del capitolo è organizzato come segue. Il paragrafo 2.2 passa in rassegna la letteratura sull'*e-government* regionale e fornisce elementi interpretativi sul caso italiano. Il paragrafo 2.3 descrive la nostra strategia di misurazione per costruire il ReG DESI. Il paragrafo 2.4 presenta i principali risultati sui trend del ReG DESI, sui *pattern* di convergenza e sulle evidenze correlazionali. Il paragrafo 2.5 conclude e discute i limiti dell'analisi.

2.2 Background concettuale ed empirico

Negli ultimi vent'anni, una letteratura crescente ha analizzato i trend di performance della digitalizzazione della pubblica amministrazione, intesa come il grado in cui gli output della digitalizzazione vengono implementati all'interno delle organizzazioni pubbliche (Agostino & Costantini, 2022; Morgeson, 2012; Suri & Sushil, 2017). Le indagini empiriche sono numerose e spesso si basano su indici compositi concepiti come strumenti di riferimento per il monitoraggio comparato e per orientare l'implementazione delle politiche (Booysen, 2002; Nasi *et al*., 2018). Tali misure concettualizzano tipicamente la digitalizzazione del settore pubblico nei termini dell'*e-government*, concentrandosi sull'erogazione online di servizi e informazioni (Gil-García & Pardo, 2005; Grönlund & Horan, 2004; Moon, 2002; Yildiz, 2007)[1]. Esempi ampiamente utilizzati di indici compositi digitali includono l'*E-government Development Index* (EGDI) delle Nazioni Unite (United Nations, 2025), il *Digital Government Index* (DGI) dell'OCSE (OECD, 2025c), il *GovTech Maturity Index* (GTMI) della Banca Mondiale (World Bank, 2025b) e la dimensione «servizi pubblici digitali» del *Digital Economy and Society Index* (DESI) dell'UE (European Commission, 2022). Quest'ultimo ha acquisito una rilevanza di policy considerevole tra gli Stati membri, soprattutto dopo l'avvio del programma NextGenerationEU, ed è utilizzato per valutare l'efficacia degli investimenti nella digitalizzazione del settore pubblico (European Commission, 2025c).

Pur offrendo la possibilità di confrontare trend tra paesi (Kovács *et al*., 2022a, 2022b; Kovács & Bittner, 2022; Szajt *et al*., 2024), questi indici perdono però di vista i processi di digitalizzazione che avvengono a livelli di governo inferiori (Benecchi *et al*., 2023). L'efficacia di tali misurazioni risulta particolarmente ridotta quando vi è un disallineamento tra la scala territoriale alla quale i dati vengono raccolti e il livello di governo responsabile dell'azione di policy. In questi casi, i dati non riflettono la performance delle istituzioni effettivamente responsabili, indebolendo sia l'affidabilità dei risultati sia la loro utilità per informare i decisori.

[1] Altre concettualizzazioni della digitalizzazione pubblica includono, per esempio, la trasformazione digitale (Mergel *et al*., 2019), la governance digitale (Dunleavy *et al*., 2006; Margetts & Dunleavy, 2013) e l'*open government* (Gascó-Hernández *et al*., 2018; Meijer *et al*., 2018). Mentre la prima enfatizza gli impatti trasformativi sulle organizzazioni e sulla società, nonché i driver contestuali e culturali di tali trasformazioni, la seconda mette in evidenza i meccanismi di coordinamento tra gli attori di policy, mentre la terza si concentra sulla disponibilità dei dati pubblici. Si veda anche Bockshecker *et al*. (2018) per un'analisi delle somiglianze e delle differenze tra i termini.

Dalla fine degli anni Ottanta, molti Stati europei hanno avviato riforme che hanno rafforzato i livelli regionali di governo, producendo quella che è stata descritta come un'ampia – sebbene disomogenea – ondata di regionalizzazione e devoluzione in Europa (De Vries, 2000; Hooghe *et al.*, 2010; Keating, 1998). Queste riforme – guidate da pressioni funzionali, integrazione europea e mobilitazione regionalista – hanno ampliato l'autorità formale e l'ambito di policy dei governi regionali, ponendo le basi affinché le regioni emergessero come attori di policy rilevanti a pieno titolo (Hooghe *et al.*, 2010; Jeffery, 2006).

Nei sistemi regionalizzati, le amministrazioni regionali non sono meri agenti di implementazione delle politiche nazionali, ma attori autonomi responsabili di un ampio ventaglio di ambiti di policy (Hooghe *et al.*, 2010). L'eterogeneità che ne deriva condiziona in modo significativo l'accesso dei cittadini ai servizi (Charron *et al.*, 2014), inclusi quelli nel dominio delle politiche digitali (Verdin *et al.*, 2023). Di conseguenza, i paesi europei nei quali le regioni detengono competenze rilevanti nell'erogazione dei servizi hanno compiuto sforzi significativi per valutare la digitalizzazione pubblica a livello regionale. Esempi di rilievo includono la Spagna (Open Government of Catalunya, 2025) e l'Italia (Arduini *et al.*, 2010, 2013; ForumPA, 2024; Nasi *et al.*, 2018; Reggi *et al.*, 2014; Traversa & Ivaldi, 2025).

Il caso italiano è stato oggetto di crescente attenzione accademica, sia perché le amministrazioni regionali svolgono un ruolo significativo nella progettazione e implementazione dei servizi digitali sia, più in generale, per la marcata eterogeneità interregionale del paese. Il processo di regionalizzazione è iniziato nei primi anni Duemila (Di Mascio & Natalini, 2022), quando il Piano d'azione per l'*e-government* (Gazzetta Ufficiale, 2001a) ha designato le amministrazioni regionali come principale livello istituzionale responsabile del suo sviluppo. Il ruolo centrale delle regioni nella digitalizzazione è stato riaffermato nel 2005 con l'adozione del Codice dell'Amministrazione Digitale (Gazzetta Ufficiale, 2005). Queste iniziative si sono inserite in una più ampia ondata di riforma costituzionale avviata nel 2001, che ha rafforzato in modo significativo le competenze regionali in diverse aree di policy, tra cui sanità e lavoro (Gazzetta Ufficiale, 2001b).

Questo processo non è avvenuto senza difficoltà, e le analisi empiriche sull'efficacia del sistema regionalizzato di erogazione dei servizi digitali evidenziano pattern di adozione diseguali e frammentati (Arduini *et al.*, 2010, 2013; Benecchi *et al.*, 2021, 2023; Bisogno *et al.*, 2024; Bruno *et al.*, 2023; Traversa *et al.*, 2022; Traversa & Ivaldi, 2025). L'erogazione dei servizi digitali è stata fortemente influenzata da caratteristiche strutturali del territorio, quali la ricchezza economica regionale, la composizione demografica, la densità di popolazione e il livello

di istruzione (Arduini *et al.*, 2010, 2013). In questo contesto, i finanziamenti UE – e in particolare i Fondi strutturali – hanno rappresentato una delle principali fonti di investimento per l'innovazione e la digitalizzazione dei servizi pubblici, nonché per la promozione della convergenza tra regioni (Caravaggio *et al.*, 2025).

La marcata attenzione sul caso italiano ha prodotto diversi contributi di misurazione che, richiamandosi al DESI, hanno mirato a valutare il grado di digitalizzazione delle amministrazioni pubbliche regionali italiane. Alcuni di questi indici sono stati proposti dalle amministrazioni regionali di Emilia-Romagna, Lombardia e Piemonte, che hanno arricchito indici esistenti o costruito misurazioni proprie tramite dati amministrativi regionali originali (Emilia-Romagna, 2025c; Lombardia, 2025; Piemonte, 2022). Inoltre, l'Osservatorio Agenda Digitale del Politecnico di Milano ha pubblicato annualmente un DESI al livello NUTS-2 tra il 2018 e il 2023, seguendo le modifiche metodologiche del DESI europeo fino all'ultima versione del 2022 (Politecnico di Milano, 2018, 2020, 2021, 2022). Altri contributi accademici hanno proposto stime regionali simili, come Traversa *et al.* (2022) e Benecchi *et al.* (2021, 2023). Infine, Bruno *et al.* (2023), in linea con strategie operative adottate in altre analisi (Banhidi *et al.*, 2020; Święcicki, 2022), hanno proposto una versione semplificata dell'indice e l'hanno applicata alle regioni italiane.

Individuiamo due principali aree di miglioramento nella progettazione delle misurazioni esistenti. In primo luogo, la maggior parte degli indici considera le regioni come aggregazioni geografiche di comuni, perdendo così di vista lo specifico dominio di competenza delle amministrazioni regionali, in particolare per quanto riguarda l'erogazione dei servizi digitali. In secondo luogo, i contributi esistenti forniscono misure cross-sezionali che ostacolano l'analisi longitudinale, impedendo quindi di valutare pattern di convergenza o divergenza nell'implementazione dell'*e-government* da parte delle amministrazioni regionali.

2.3 Il disegno del Regional e-government DESI (ReG DESI)

Sulla scorta del DESI, proponiamo un nuovo indicatore di *e-government* regionale – il «Regional e-government DESI» (ReG DESI) – progettato per affrontare le due criticità evidenziate nel paragrafo precedente, ossia l'unità di analisi e la comparabilità intertemporale, e specificamente calibrato per l'applicazione in contesti di governance regionalizzata. Il ReG DESI misura il livello di digitalizzazione dei servizi forniti dalle amministrazioni pubbliche regionali (livello NUTS-2), replicando il disegno della componente *e-government* della dimensione «servizi pubblici digitali» del DESI (versione rilasciata nel 2022). L'indice adotta una

definizione di *e-government* come erogazione online di servizi e informazioni (Gil-García & Pardo, 2005; Grönlund & Horan, 2004; Meijer *et al.*, 2018; Moon, 2002; Yildiz, 2007), concentrandosi in particolare su tre dimensioni analitiche della digitalizzazione del settore pubblico che la letteratura ha individuato con continuità come rilevanti: interazione digitale con i cittadini, erogazione digitale dei servizi e condivisione dei dati (Skargren & Garcia Ambrosiani, 2022). L'indice è costruito come media non pesata di quattro dimensioni: 1) la quota di utenti dell'*e-government*, il grado di digitalizzazione dei servizi per 2) i cittadini e 3) le imprese, 4) la quota di *open data* (Tabella 2.1). La misurazione si basa su fonti dati compositive e su tre punti di osservazione – 2015, 2018 e 2022 – coprendo così un periodo in cui la digitalizzazione ha acquisito una salienza significativa nel dibattito di policy italiano (Bressanelli *et al.*, 2025; Di Giulio & Vecchi, 2025; Di Mascio & Natalini, 2022; Italia Domani, 2021; Dipartimento per la Trasformazione Digitale, 2025; Presidenza del Consiglio dei Ministri, 2015).

La quota di utenti dell'*e-government* a livello regionale 1) è ricavata dall'indagine Eurostat su «l'uso delle TIC (Tecnologie dell'informazione e della comunicazione) nelle famiglie e da parte degli individui» (quota della popolazione regionale che ha interagito online con la pubblica amministrazione almeno una volta negli ultimi 12 mesi). Il grado di digitalizzazione dei servizi per i cittadini 2) e per le imprese 3) è ricavato dalla *Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e comunicazione nelle PA* dell'Istat. I dati sono accessibili gratuitamente previa richiesta progettuale ai laboratori di analisi dati Istat (ADELE), dove possono essere analizzati[2]. Non sono state individuate fonti alternative open access per operativizzare queste dimensioni: la maggior parte dei dati disponibili utilizzati negli studi precedenti riguarda i comuni più che le regioni.

In linea con l'operativizzazione del DESI, il grado di digitalizzazione dei servizi pubblici (3-4) è misurato come «la quota di passaggi amministrativi che possono essere svolti online» per accedere a un servizio (European Commission, 2024)[3]. La scala va da nessuna digitalizzazione (0%), all'accesso online alle informazioni (25%), al download della documentazione amministrativa (50%),

[2] Le analisi sono state condotte presso il Laboratorio per l'Analisi dei Dati Elementari dell'Istat (ADELE), nel rispetto della normativa in materia di riservatezza statistica e protezione dei dati personali. I risultati e le opinioni espresse sono di esclusiva responsabilità degli autori, non costituiscono statistiche ufficiali e non impegnano in alcun modo l'Istat.

[3] I «passaggi» includono l'accesso alle informazioni, la possibilità di interagire online con le autorità pubbliche e l'accesso a portali dedicati per la categoria di servizi considerata (European Commission, 2022).

Tabella 2.1 **Regional *e-government* DESI (2015-2022)**

Dimensioni	Indicatori	Fonti
1. Utenti dell'*e-government*	Individui che hanno utilizzato internet, negli ultimi 12 mesi, per interagire con le autorità pubbliche su siti web o applicazioni mobili (% della popolazione regionale)	Eurostat – Indagine dell'Unione Europea sull'uso delle ICT nelle famiglie e da parte degli individui (ISOC_CIEGI_AC [I_IGOVANYS]) – 2015, 2018, 2021
2. Servizi pubblici digitali per i cittadini	Grado di digitalizzazione del servizio di esenzione ticket	Istat – Rilevazione sulle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle pubbliche amministrazioni – 2015, 2018, 2022
	Grado di digitalizzazione della richiesta del medico di medicina generale	
	Grado di digitalizzazione delle candidature a posizioni lavorative	
	Grado di digitalizzazione della procedura di iscrizione ai corsi di formazione	
3. Servizi pubblici digitali per le imprese	Grado di digitalizzazione dell'accesso agli avvisi di concorso pubblico	
	Grado di digitalizzazione dell'accesso agli Sportelli Unici per le Attività Produttive (SUAP)	
	Grado di digitalizzazione dell'avvio della Dichiarazione di Inizio e modifica di Attività Produttiva (DIAP)	
4. Open data	Quota di *dataset* resi pubblicamente disponibili dalle amministrazioni regionali all'interno di una raccolta selezionata	AGID – Raccolta dinamica su «La disponibilità delle banche dati pubbliche»

Fonte: elaborazione degli autori.

all'invio della documentazione amministrativa (75%) fino all'erogazione completa online del servizio (100%)[4]. Poiché le amministrazioni regionali sono le unità di analisi principali, per i servizi rivolti ai cittadini (2) abbiamo selezionato quattro procedure amministrative particolarmente rilevanti per l'accesso ai ser-

[4] Abbiamo ricodificato le variabili binarie originarie in variabili categoriche per ciascuna procedura, che aumentano di un quarto per ogni ulteriore passaggio digitalizzato.

vizi sanitari e per l'accesso ai servizi per l'impiego, entrambi ambiti primari della potestà legislativa regionale in Italia (fatti salvi i principi fondamentali statali ai sensi dell'art. 117 della Costituzione) (Gazzetta Ufficiale, 2001b).

I servizi sanitari includono la procedura basata su *means test* per l'esenzione dalla compartecipazione alla spesa sanitaria (ticket sanitario) e la procedura per la scelta del medico di famiglia. I servizi per l'impiego includono la candidatura a posti pubblici assegnati tramite concorsi pubblici e la procedura di iscrizione a corsi di formazione pubblici. Il grado di digitalizzazione dei servizi pubblici per le imprese (3) è misurato utilizzando tre procedure fondamentali che regolano l'interazione delle imprese con le pubbliche amministrazioni: gli avvisi di concorso pubblico, lo sportello unico regionale per le attività produttive (Sportello Unico per le Attività Produttive, SUAP) e la procedura per l'avvio di un'attività produttiva («Dichiarazione di Inizio e modifica di Attività Produttiva», DIAP). I singoli indicatori sono aggregati nelle due dimensioni tramite medie non pesate. I dati sulla disponibilità di *open data* a livello regionale (4) provengono dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AGID), che fornisce informazioni longitudinali sulla quota di *dataset* resi pubblicamente disponibili dalle amministrazioni regionali all'interno di un elenco di 48 *dataset* selezionati dall'Agenzia[5]. Tale elenco include, per esempio, *dataset* su monitoraggio e rischi ambientali (qualità dell'aria, sensori meteo, aree protette, siti contaminati, incendi boschivi), settore pubblico e spesa (pagamenti, canoni di locazione, listini prezzi di opere pubbliche, patrimonio/edilizia residenziale pubblica), e servizi e infrastrutture locali chiave (orari del trasporto pubblico, incidenti stradali, strutture sanitarie e sociali, confini comunali/cartografia).

Seguendo la metodologia DESI (European Commission, 2022), costruiamo le dimensioni del ReG DESI tramite una media aritmetica non pesata delle dimensioni appena presentate, i cui valori variano tra 0% e 100%. Come tecnica alternativa di aggregazione, forniamo una versione ponderata dell'indice basata sulla *principal component analysis* (PCA). La strategia di misurazione segue Benecchi *et al.* (2023) e prevede di pesare ciascuna dimensione standardizzata sulla base della somma dei prodotti tra i suoi *component loadings* e il corrispondente *eigenvalue* (Mahida & Ramadas, 2017)[6].

---

[5] A causa di limiti nei dati, abbiamo imputato i valori del 2016 al 2015 e quelli del 2021 al 2022, così da allinearli all'arco temporale delle altre dimensioni. Per la prima ondata utilizzata, i dati relativi alla Regione Trentino-Alto Adige non sono separati tra le due province autonome di Trento e Bolzano; pertanto, abbiamo imputato a entrambe le province lo stesso valore regionale.

[6] Manteniamo solo le prime due componenti che presentano *eigenvalues* uguali o superiori a uno.

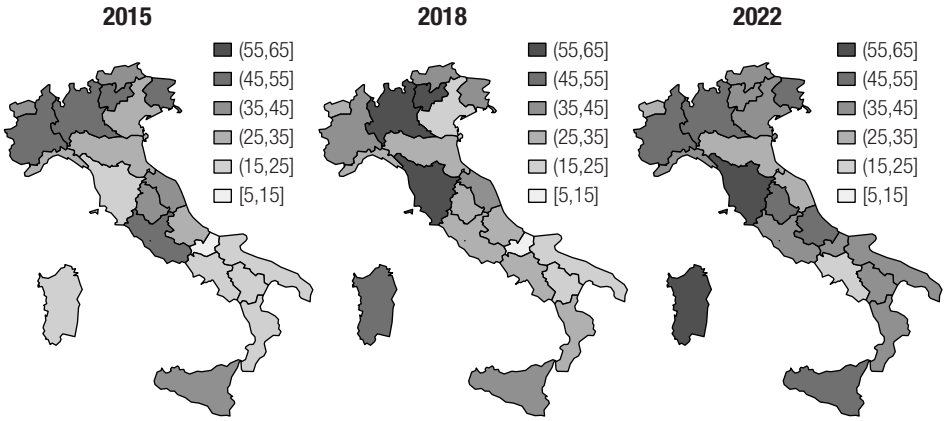
2.4 Distribuzione del ReG DESI

La distribuzione del ReG DESI rivela una variazione significativa tra amministrazioni regionali (Figura 2.1). I risultati sono riportati in percentuale e vanno interpretati come il grado di digitalizzazione raggiunto rispetto a tutte le dimensioni considerate, variando approssimativamente tra il 7% e il 60% nei dati. In particolare, il ReG DESI evidenzia un divario Nord-Sud meno pronunciato rispetto ad altre versioni regionali del DESI focalizzate sui comuni italiani (Benecchi *et al.*, 2021, 2023; Bruno *et al.*, 2023; Traversa *et al.*, 2022), e tale divario tende inoltre a ridursi nel tempo.

Le performance più basse sono registrate da Molise e Basilicata (sotto il 20%), che occupano le ultime posizioni nel 2015 e nel 2018, ma mostrano miglioramenti significativi nel 2022 (intorno al 40%). Seguono Campania e Puglia. I livelli più alti di digitalizzazione lungo il panel sono mantenuti dalla Lombardia – il cui punteggio medio è intorno al 50% – assieme a Trento, Friuli Venezia-Giulia, Sardegna, Toscana e Piemonte, che si avvicinano a tale valore. In prospettiva longitudinale, le regioni del Sud mostrano i maggiori avanzamenti nella digitalizzazione: Molise e Sardegna aumentano entrambe di oltre 35 punti percentuali tra 2015 e 2022, mentre Abruzzo, Basilicata e Calabria migliorano di circa 20 punti. Con l'eccezione di Piemonte, Liguria, Toscana e Veneto, la maggior parte delle regioni del Centro-Nord sperimenta stagnazione o addirittura cali nel tempo. Riduzioni intertemporali ampie (superiori ai 10 punti percentuali) si registrano in particolare in Lazio, Valle d'Aosta, Veneto e Umbria nel 2018, e in Lombardia, Marche e Trento nel 2022.

Per quanto possa apparire controintuitivo, attribuiamo queste variazioni negative – che persistono attraverso dimensioni e fonti dati (con la parziale eccezione delle informazioni sugli utenti dell'*e-government*) – a possibili battute d'arresto nei processi di digitalizzazione, ampiamente documentati in letteratura come sequenze non lineari di innovazioni intrappolate nella complessità organizzativa del settore pubblico (Nasi *et al.*, 2018; Terlizzi, 2021). In particolare, le regioni che hanno avviato precocemente la digitalizzazione hanno probabilmente attraversato una fase di assestamento associata al rinnovamento delle piattaforme online – sia esso stimolato da avanzamenti tecnologici o da direttive del governo nazionale nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – sperimentando potenziali arretramenti e «de-digitalizzando» temporaneamente alcune fasi delle procedure più lunghe. Evidenze qualitative tratte da interviste con funzionari pubblici italiani supportano questa interpretazione. Un dirigente pubblico di una regione del Nord ha riferito che la transizione verso procedure standardizzate dei servizi per l'impiego, nell'ambito del programma finanziato

Figura 2.1 **Distribuzione del ReG DESI (%)**



Fonte: elaborazione degli autori su Istat, Eurostat, e AGID (2015, 2018, 2022).

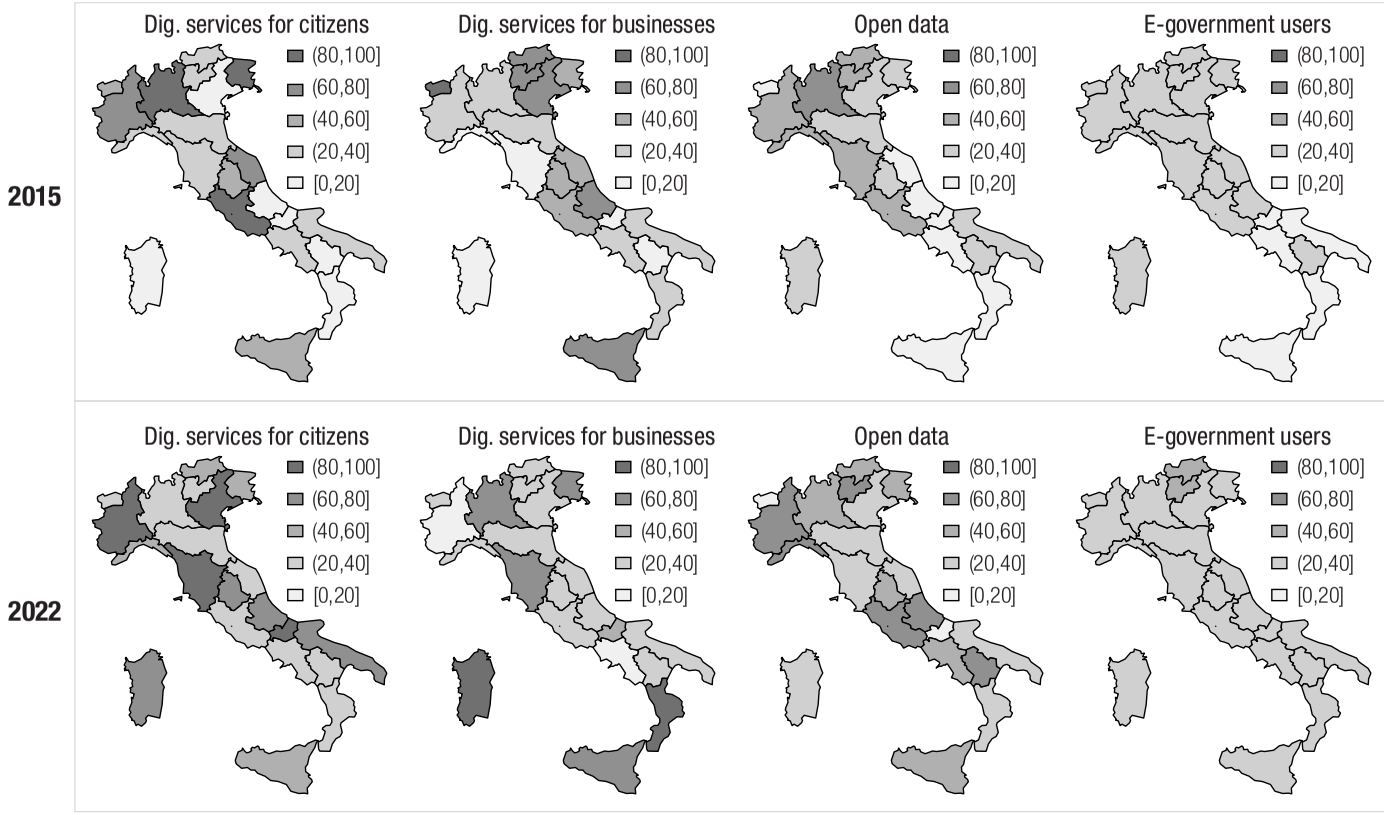
dall'UE *Garanzia Occupabilità dei Lavoratori* (GOL), ha richiesto un prolungato periodo di adattamento mentre le amministrazioni migravano dai sistemi *legacy* al nuovo *framework*[7]. Analogamente, un dirigente pubblico di una regione del Sud ha osservato che i requisiti di standardizzazione hanno inizialmente rallentato l'erogazione dei servizi nella prima fase di implementazione[8].

Dinamiche di *catching-up* significative da parte delle regioni meridionali riguardano tutte le dimensioni del ReG DESI (Figura 2.2), sebbene emergano

[7] Il programma GOL è stato avviato nel 2021 e ha previsto investimenti pari a 5,4 miliardi di euro per il periodo 2021–2025, con l'obiettivo di sostenere l'attivazione delle persone in cerca di occupazione. Nell'ambito del programma, i beneficiari sono assegnati a uno dei cinque percorsi di attivazione, gestiti dalle amministrazioni regionali in coordinamento con il livello nazionale (Sacchi & Scarano, 2025). L'intervista è stata condotta online, in forma anonima, con un dirigente pubblico dell'agenzia provinciale del lavoro il 15 maggio 2025. Secondo l'intervistato, «GOL ci ha costretti ad adottare un paradigma nazionale. Sono fermamente convinto che questo ci abbia certamente costretti a rimanere in una modalità che, da alcuni punti di vista, forse ha ostacolato la nostra azione».

[8] L'intervista è stata condotta online, in forma anonima, con un dirigente pubblico dell'agenzia provinciale del lavoro il 28 ottobre 2025. Secondo l'intervistato, «Tra la fase di *assessment* e l'attuazione della politica attiva, c'è stato un rallentamento che di fatto ha impedito il pieno raggiungimento del target. […] A mio avviso c'erano troppi vincoli».

Figura 2.2 **Distribuzione delle dimensioni del ReG DESI (%)**



Fonti: elaborazione degli autori su Istat, Eurostat, e AGID (2015, 2022).

differenze rilevanti tra indicatori. Il grado di digitalizzazione dei servizi migliora generalmente in tutto il Mezzogiorno (fatta eccezione per i servizi alle imprese in Campania e Abruzzo nel 2022). Al contrario, le regioni del Centro-Nord mostrano traiettorie più eterogenee, che vanno da miglioramenti (soprattutto in Toscana) alla stabilità (per esempio, Emilia-Romagna), a contrazioni (Lombardia per i servizi ai cittadini; Piemonte, Valle d'Aosta e Trentino-Alto Adige per i servizi alle imprese). Si registra inoltre un aumento generale della disponibilità di *open data*, in particolare tra le regioni del Centro-Sud, che nel 2015 presentavano i livelli iniziali più bassi. Lievi arretramenti si osservano in Lombardia e Toscana. La variazione è più contenuta per la quota di utenti dell'*e-government* – compresa tra il 30% e il 40% a livello nazionale – ma persiste un lieve gradiente Nord-Sud.

La robustezza della misurazione è confermata utilizzando l'indice basato sulla *principal component analysis*, poiché le due versioni mostrano una correlazione quasi perfetta (r=0,97) e trend comparabili. La PCA indica che tutte le dimensioni del ReG DESI caricano fortemente sulla prima componente principale, con l'eccezione della dimensione relativa alla digitalizzazione dei servizi alle imprese, che carica principalmente sulla seconda componente (Tabella A4 in Appendice). La nostra PCA produce *eigenvalues* più bassi per le componenti principali rispetto all'analisi di Benecchi *et al.* (2023), che applica la tecnica all'intero set di dimensioni del DESI e costituisce la base del nostro approccio operativo. Ciononostante, la proporzione di indicatori che caricano in modo elevato e positivo sulla prima componente rimane simile.

2.5 Analisi esplorativa: convergenza e covariate dell'e-government

Nel complesso, le evidenze descrittive indicano una riduzione del divario nelle performance di digitalizzazione tra regioni del Centro-Nord e regioni del Sud, motivando analisi esplorative che pongono le basi per future ricerche empiriche. Per approfondire la comprensione dei pattern longitudinali osservati, conduciamo due insiemi di esercizi correlazionali: un'analisi di convergenza e una valutazione esplorativa delle covariate della digitalizzazione.

In primo luogo, verifichiamo se il processo di *catching-up* suggerito dalle evidenze descrittive sia corroborato da un'analisi di convergenza. Seguendo Kovács *et al.* (2022a), testiamo sia la convergenza *sigma* sia la convergenza beta del ReG DESI. Il metodo della convergenza sigma consente di verificare se la dispersione dei punteggi regionali si riduce nel tempo, rappresentando così una convergenza delle performance regionali verso un livello comune di digitalizzazione. Il

coefficiente *sigma* si ottiene tramite il rapporto, specifico per anno, tra la deviazione standard e la media del ReG DESI[9]. Il metodo della convergenza *beta* consente una stima dinamica della convergenza, testando la correlazione tra i valori iniziali dell'indice e la variazione successiva. Il coefficiente *beta* è ottenuto regredendo la crescita media annua del ReG DESI – divisa per il numero di anni intercorsi tra le osservazioni (in media 3,5) – sul valore iniziale del ReG DESI (entrambi i termini sono sottoposti a trasformazione logaritmica).

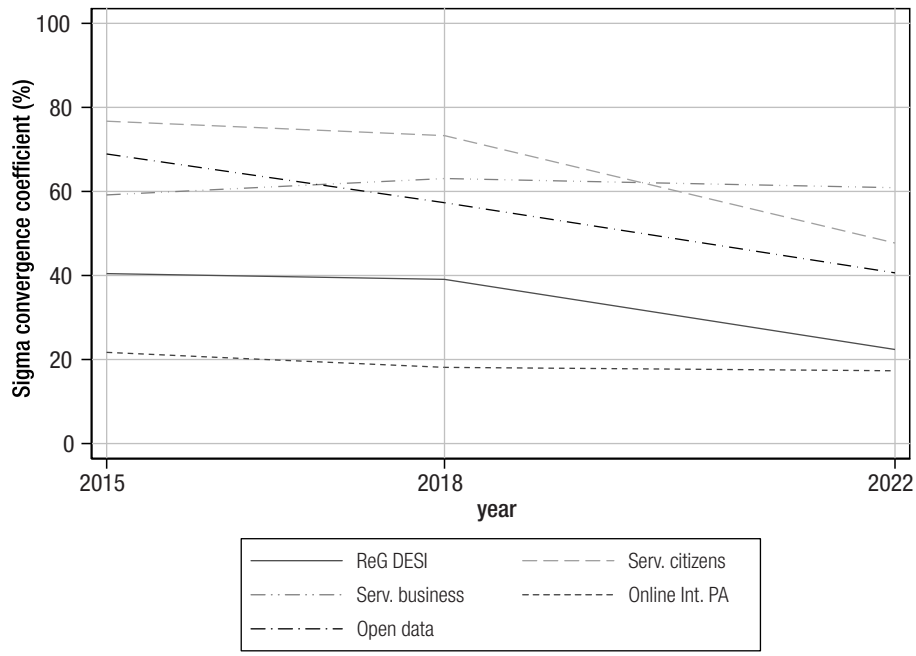
L'analisi di convergenza sigma mostra che la dispersione dell'indice principale si è ridotta di quasi la metà tra il 2015 e il 2022 (dal 40% al 22%) (Figura 2.3, linea continua). Tra le dimensioni che compongono l'indice, la convergenza è guidata soprattutto dalla riduzione della dispersione nel grado di digitalizzazione dei servizi per i cittadini e nella quota di *open data* disponibili (circa -40%). La dispersione rimane invece sostanzialmente costante per i servizi alle imprese e per la quota di utenti dell'*e-government*.

L'analisi di convergenza beta conferma che la riduzione della dispersione è in larga misura trainata da forti dinamiche di *catching-up* tra le regioni meno digitalizzate. Il coefficiente *beta* significativo pari a -0,28 indica una marcata riduzione del divario tra amministrazioni con performance elevate e amministrazioni con performance basse tra il 2015 e il 2022 (Figura 2.4). Sebbene la tecnica non consenta di distinguere se la convergenza sia dovuta principalmente a cali tra i «top performer» o a miglioramenti tra i «low performer», forniamo un supporto preliminare alla seconda interpretazione stimando modelli separati per le regioni che presentano variazioni longitudinali negative e positive del ReG DESI. Il coefficiente *beta* mantiene significatività e una magnitudo simile (-0,25) quando si escludono dall'analisi le regioni che hanno leggermente ridotto il proprio livello di digitalizzazione nell'arco temporale considerato, mentre l'esclusione delle osservazioni con variazioni positive produce un'associazione nulla. Ciò suggerisce che la convergenza è principalmente guidata dal recupero delle regioni meridionali. Guardando alle singole dimensioni, la convergenza più marcata nel tempo riguarda la digitalizzazione dei servizi pubblici e la disponibilità di *open data*. Pur a fronte di differenze di misurazione, l'analisi di Kovács *et al*. (2022a) sulla digitalizzazione a livello UE offre un utile *benchmark*, mostrando una convergenza interna all'Italia nettamente più forte rispetto a quella osservata tra paesi UE.

Un trend di convergenza così marcato nella digitalizzazione delle amministrazioni regionali italiane non trova riscontro nella letteratura esistente che si

[9] Il coefficiente *sigma* varia tra 0 e 1 ed è moltiplicato per 100 per migliorare la granularità visiva, riportando i risultati in percentuale.

Figura 2.3 **Convergenza sigma del ReG DESI (linea continua) e delle sue dimensioni. Coefficienti riscalati 0-100%**

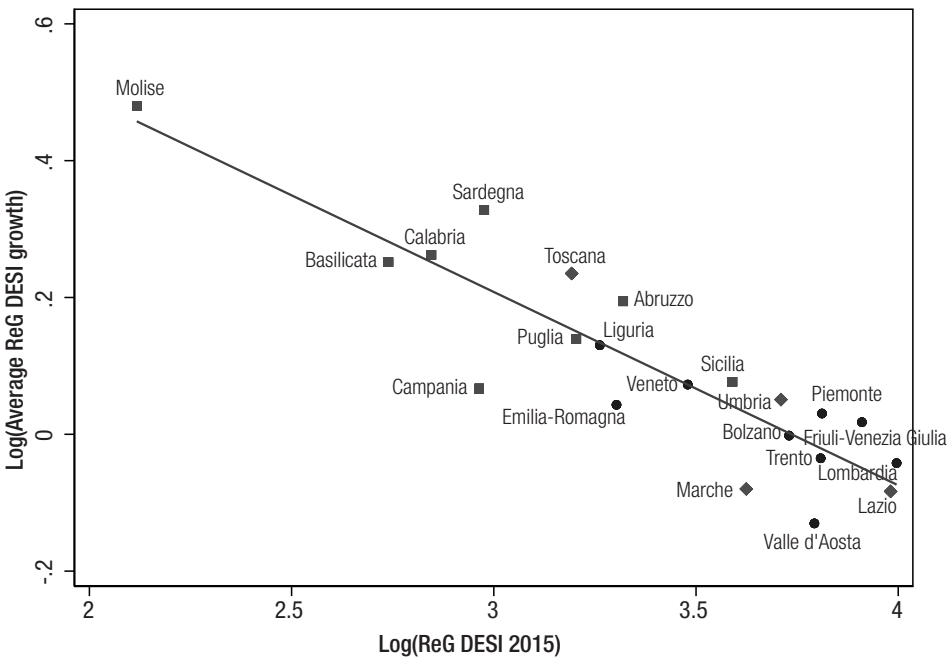


Fonte: elaborazione degli autori su Istat, Eurostat, e AGID (2015, 2018, 2022).

concentra sull'*e-government* comunale. Questi risultati divergono in parte da quelli di Benecchi *et al*. (2021, 2023), Bruno *et al*. (2023) e Traversa *et al*. (2022), che collocano sistematicamente i comuni delle regioni del Nord – soprattutto la Lombardia – tra i top performer e quelli delle regioni del Sud – come Calabria e Abruzzo – tra i ritardatari. Un lieve trend di *catching-up* Sud-Nord nella digitalizzazione dei servizi per le imprese è invece rinvenuto dal Politecnico di Milano a partire dal 2020, con la Sardegna al primo posto in questa dimensione nel 2021 e nel 2022 (Politecnico di Milano, 2021, 2022). I risultati suggeriscono dunque trend di performance divergenti nell'erogazione di servizi e informazioni digitali tra il livello comunale e quello regionale, con maggiori margini di convergenza per quest'ultimo.

Data la novità dell'esercizio di misurazione e dei risultati ottenuti, esploriamo la correlazione del ReG DESI con diverse covariate strutturali della digitalizzazione pubblica comunemente discusse in letteratura (Arduini *et al*., 2010,

Figura 2.4 **Convergenza beta del ReG DESI. Equazione della regressione OLS**



Fonte: Elaborazione degli Autori su Istat (2015, 2018, 2022).

2013; Damanpour & Schneider, 2008; Feeney & Brown, 2017; Kunstelj & Vintar, 2004; Moon, 2002; Seri & Zanfei, 2013). Poiché non esiste un *benchmark* preciso per il nostro indicatore, questa analisi non costituisce un test di validazione; piuttosto, indaga la covariazione al fine di identificare potenziali driver della digitalizzazione regionale che potrebbero essere esaminati causalmente in ricerche con numerosità campionaria maggiore o con tecniche di *process-tracing.* In particolare, includiamo il livello di ricchezza della regione (PIL pro capite), il livello di istruzione (quota di individui con istruzione terziaria), la dimensione della popolazione, la densità e la composizione per età (età mediana e indice di dipendenza degli anziani) (Fonte: Istat)[10]. Nel loro insieme, tali condizioni sono ritenute in grado sia di stimolare la domanda di digitalizzazione sia di creare un

[10] Dati disponibili presso https://esploradati.istat.it/databrowser/#/it/dw/categories

ambiente favorevole all'adozione, all'erogazione e all'utilizzo di strumenti digitali da parte dei cittadini (Iermakova, 2022).

Includiamo inoltre i Fondi strutturali UE (European Commission, 2025d) come ulteriore covariata, in particolare la quota del Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR/ERDF) e del Fondo sociale europeo (FSE/ESF) allocata dalle amministrazioni regionali a «Reti e servizi digitali». Come menzionato nel paragrafo 2.2, i Fondi strutturali rappresentano una delle principali fonti di investimento per l'innovazione e la digitalizzazione dei servizi pubblici, nonché per la promozione della convergenza tra regioni (Caravaggio *et al.*, 2025; Pellegrin & Colnot, 2023; Ștefan *et al.*, 2025). In Italia, le amministrazioni regionali sono responsabili dell'allocazione dei Fondi strutturali attraverso i Programmi Operativi Regionali (POR), che sono documenti strategici e di programmazione orientati a un insieme di priorità di policy che includono, tra le altre, innovazione e digitalizzazione regionali (Agenzia per la Coesione Territoriale, 2025). Utilizziamo dati di allocazione dal portale «OpenCoesione» del governo italiano[11]. Per ciascun anno di osservazione, la misura dei Fondi strutturali corrisponde all'allocazione cumulata ricevuta dalla regione nel triennio precedente.

Correlazioni di Pearson e modelli di regressione (basati su valori standardizzati) indicano che i Fondi strutturali, il PIL pro capite regionale e la dimensione della popolazione sono le uniche covariate del ReG DESI a restare significative e positive in entrambe le misurazioni (Tabella 2.2). Per isolare gli effetti longitudinali, replichiamo l'analisi correlazionale utilizzando covariate riscalate rispetto alle medie regionali e stimando modelli a effetti fissi. Entrambi gli approcci confermano esclusivamente la significatività dei Fondi strutturali. Ciò suggerisce che i Fondi strutturali destinati alla digitalizzazione regionale possono sostenere efficacemente la modernizzazione delle amministrazioni regionali e l'erogazione dei loro servizi digitali, mitigando vincoli strutturali che altrimenti potrebbero ostacolare i progressi verso la transizione digitale.

Nel complesso, l'analisi esplorativa rafforza le evidenze descrittive secondo cui la convergenza nella digitalizzazione è trainata dal progresso accelerato delle regioni meridionali. Le evidenze correlazionali suggeriscono che la ricezione di Fondi strutturali dedicati alla digitalizzazione costituisce una covariata significativa associata ai nuovi trend identificati nella nostra analisi.

[11] Dati disponibili presso https://opencoesione.gov.it/it/opendata/#!progetti_tema_section

Tabella 2.2 **Covariate del ReG DESI: coefficienti delle correlazioni di Pearson e coefficienti di regressione**

Covariate regionali della digitalizzazione	Correlazioni di Pearson	Modelli OLS	Correlazioni di Pearson *within-region*	Modelli a effetti fissi
Fondi Strutturali per la digitalizzazione	0.27**	4.31**	0.43**	3.98*
Età mediana	0.26**	- 0.83	0.49**	33.67
Densità di popolazione	0.05	-4.24	-0.38**	-17.04
Dipendenza degli anziani	0.21*	3.67	0.55**	-3.63
PIL pro capite	0.37**	5.27**	0.29**	-21.11*
Quota degli individui con istruzione terziaria	0.28**	- 0.31	0.30**	-14.77**
Dimensione della popolazione	0.17*	6.23**	-0.40**	285.78

**p < 0.05; *p<0.1

Fonte: elaborazione degli autori.

2.6 Considerazioni conclusive e sviluppi futuri della ricerca

Sulla scorta della regionalizzazione delle politiche pubbliche per la digitalizzazione in Europa, questo capitolo propone un nuovo indice regionale costruito sulla componente *e-government* della dimensione «servizi pubblici digitali» del *Digital Economy and Society Index* dell'UE (versione 2022) e lo applica al caso italiano in tre punti temporali (2015, 2018 e 2022). Il capitolo esamina inoltre i trend di convergenza tra regioni italiane ed esplora le correlazioni tra fattori strutturali e implementazione dell'*e-government* regionale, includendo il ruolo dei Fondi strutturali UE.

L'analisi documenta progressi sostanziali nella digitalizzazione dei servizi pubblici regionali in Italia e segnala una marcata convergenza tra regioni del Nord e del Sud. Questo risultato integra la ricerca esistente sull'*e-government* subnazionale, che si è concentrata in larga misura sul livello comunale (Arduini *et al*., 2011, 2013; Reggi, 2014; Bisogno *et al*., 2024; Traversa, Ivaldi, 2024) e tende a sottolineare la persistenza del classico divario Nord-Sud. Nei nostri risultati, i miglioramenti più pronunciati tra le regioni meridionali riguardano il grado di

digitalizzazione dei servizi per i cittadini (servizi sanitari e per l'impiego) e per le imprese, nonché la disponibilità di *open data*. L'analisi correlazionale mostra inoltre che, tra le covariate strutturali comunemente esaminate in letteratura, la ricezione di Fondi strutturali UE correla significativamente con il ReG DESI. Nel complesso, i risultati offrono una valutazione più ottimistica della capacità delle regioni italiane di ridurre nel corso dell'ultimo decennio divari storici nell'*e-government*, suggerendo che un sostegno UE mirato abbia contribuito a rafforzare le capacità digitali subnazionali.

Dal punto di vista metodologico, il capitolo avanza due principali contributi. In primo luogo, integrando le misurazioni esistenti focalizzate sul livello comunale (Benecchi *et al*., 2021, 2023; Bruno *et al*., 2023; Traversa *et al*., 2022), il ReG DESI consente una regionalizzazione più fine dell'indice, poiché si concentra specificamente sul livello delle amministrazioni regionali e su settori di policy di competenza regionale in Italia, quali sanità e servizi per l'impiego. In secondo luogo, l'indice è costruito adottando una strategia di misurazione stabile nel tempo, rendendo possibili confronti intertemporali e contribuendo al dibattito sulla convergenza digitale all'interno dei paesi dell'UE (Kovács *et al*., 2022a, 2022b, 2022c; Borowiecki *et al*., 2021; Szajt *et al*., 2024). Nel complesso, il capitolo delinea una strategia di misurazione robusta che – una volta adattata alle caratteristiche istituzionali di altri paesi regionalizzati (per esempio, allocazione delle competenze tra livelli di governo e disponibilità dei dati) – può supportare una comprensione comparata dell'*e-government* regionale in Europa.

Ciononostante, condurre un'analisi longitudinale comporta sfide rilevanti legate al *trade-off* tra coerenza intertemporale e necessità di tenere conto dell'innovazione tecnologica (Benecchi *et al*., 2023). Nel caso qui esaminato, l'adozione di tecnologie di automazione da parte delle regioni più innovative potrebbe non essere pienamente catturata dal focus del ReG DESI su procedure amministrative standardizzate (Banhidi *et al*., 2020). Tale limite potrebbe contribuire a spiegare alcuni dei cali osservati nella digitalizzazione tra le regioni con performance più elevate nel periodo considerato. Il tema è particolarmente saliente per le applicazioni basate su Intelligenza Artificiale (IA) – per esempio, il *decision-making* automatizzato nei servizi di *job-matching* o l'ottimizzazione delle operazioni del trasporto pubblico – la cui integrazione nella dimensione *e-government* del DESI richiede una riflessione più attenta. Sebbene ciò esuli dall'obiettivo del presente contributo, le evidenze descrittive provenienti dai dati Istat sulle ICT nelle pubbliche amministrazioni utilizzati in questo capitolo sono coerenti con tale interpretazione. Esse indicano che una prima adozione dell'IA (misurata come indicatore binario) era limitata nel 2018 a un ristretto insieme di regioni

del Centro-Nord (Emilia-Romagna, Marche, Piemonte, Toscana, Trento, Veneto), mentre la diffusione dell'IA diventa ampia solo nel 2022.

Più in generale, il DESI concettualizza la digitalizzazione principalmente come trasferimento online delle interazioni tra pubbliche amministrazioni e utenti. Di conseguenza, non cattura adeguatamente forme di automazione che riducono la necessità di interazione diretta con i cittadini. Eppure, tali sviluppi possono rappresentare una fase più avanzata dell'innovazione digitale nelle pubbliche amministrazioni (Potluka *et al*., 2025). Il rischio, pertanto, è che un servizio venga codificato come «non digitalizzato» non perché privo di capacità digitali, ma perché l'interazione è stata automatizzata anziché mediata digitalmente. Questo limite riguarda anche le versioni più recenti dell'indice allineate con l'agenda del Digital Decade (European Commission, 2026c). Ciò richiama la necessità di una versione aggiornata del DESI che incorpori forme emergenti di servizi pubblici automatizzati.

Nel complesso, questo capitolo fornisce un *framework* di misurazione che può essere utilizzato per valutare l'*e-government* regionale negli Stati membri dell'UE, consentendo una comprensione comparata più robusta di questi cambiamenti amministrativi, la cui implementazione ricade spesso sui livelli subnazionali di governo. L'estensione transnazionale dell'indice permetterebbe inoltre di ottenere una numerosità campionaria adeguata per investigare i driver comuni dell'implementazione dell'*e-government* regionale, con particolare attenzione ai Fondi strutturali UE e ai finanziamenti NextGenerationEU. Un disegno di ricerca alternativo potrebbe, invece, far leva su analisi di *process-tracing*, in grado di identificare nelle traiettorie di digitalizzazione regionale driver e colli di bottiglia contestuali.

3 IL RAPPORTO TRA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE E DIGITALIZZAZIONE: QUALI FATTORI FACILITANO E QUALI SONO D'OSTACOLO?

Sara De Martino*, David Natali*

3.1 Introduzione

Dalla metà degli anni Ottanta, lo sviluppo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) ha gradualmente spinto molti governi ad adottarle nell'ambito delle proprie amministrazioni pubbliche. Tali processi di digitalizzazione si sono concretizzati, dapprima, nel miglioramento dei processi amministrativi attraverso l'introduzione di nuove tecnologie digitali. Successivamente, l'innovazione tecnologica ha portato alla riflessione su cambiamenti più profondi nella logica di organizzazione della pubblica amministrazione (PA) (Haug *et al*., 2024). In quest'ottica, la trasformazione digitale può essere interpretata come un ampio processo che implica un'enfasi sui cambiamenti culturali, organizzativi e relazionali in linea con gli obiettivi e le finalità delle riforme dei governi (Gascó-Hernández, 2024; Terlizzi, 2021).

Il processo di digitalizzazione ha suscitato crescente interesse nelle scienze sociali. Negli ultimi anni, numerose rassegne sistematiche hanno analizzato i fattori abilitanti e gli ostacoli alla trasformazione digitale della PA, sia a livello generale (Kawabata & Camargo, 2023) sia in specifici ambiti di policy, tra cui le smart cities (Mora *et al*., 2023) e l'adozione dell'intelligenza artificiale (IA) nelle pubbliche amministrazioni (Tomazevic *et al*., 2024).

Sebbene le rassegne sistematiche della letteratura aiutino a orientarsi nella vasta produzione di studi primari sui processi di digitalizzazione, oggi emerge

* Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa

il paradosso di una crescente difficoltà nel muoversi tra le numerose rassegne prodotte. Sintetizzare i risultati provenienti da studi differenti sulle barriere e sui fattori abilitanti della digitalizzazione in un quadro interpretativo coerente rappresenta infatti una sfida significativa. Inoltre, risulta complesso individuare quali fattori siano effettivamente rilevanti quando si passa dalle elaborazioni teoriche all'analisi di specifici paesi o iniziative, passaggio essenziale per tradurre le conoscenze accumulate in raccomandazioni di policy concretamente attuabili.

In questo contesto, il presente capitolo sviluppa una sintesi della letteratura adottando un approccio di rassegna narrativa e integrativa. La rassegna proposta nelle pagine seguenti utilizza un approccio qualitativo per identificare i principali fattori esplicativi della digitalizzazione nella PA. In linea con la tradizione delle rassegne narrative, l'obiettivo è di produrre una sintesi critica volta a delineare lo «stato dell'arte» dello studio dei processi di digitalizzazione nella PA (Sutton, 2016). Sono stati selezionati contributi seminali e studi recenti che hanno maggiormente influenzato l'analisi di questi processi in ambito europeo e internazionale. L'obiettivo è ricostruire l'evoluzione dei concetti che hanno caratterizzato nel tempo questo campo di studi. La rassegna integra, inoltre, diverse prospettive analitiche e metodologiche presenti in letteratura, con l'intento di contribuire al superamento delle lacune esistenti. Attraverso un'analisi critica della letteratura, il capitolo mira infine a mettere in luce l'evoluzione del dibattito, le specificità dei diversi contesti nazionali e le differenti pratiche di digitalizzazione ai vari livelli di governo e nei diversi settori di policy. Tali elementi vengono integrati al fine di individuare i principali fattori esplicativi della diffusione, più o meno ampia, delle tecnologie digitali.

Più nel dettaglio, la rassegna qui presentata si articola in tre passaggi. Il primo prevede l'analisi di alcune rassegne della letteratura già pubblicate, dalle quali emergono categorie interpretative e temi rilevanti. Il secondo passaggio consiste in un'analisi critica dei temi individuati e nella loro ricomposizione all'interno di concatenazioni causali più ampie, che trovano un certo riscontro nella letteratura esistente. La terza fase riguarda l'esame di contributi specifici, articoli scientifici e capitoli in volumi collettanei, dedicati allo studio delle strategie di digitalizzazione della PA, con particolare attenzione al caso italiano. In questo modo, si intende individuare i fattori potenzialmente esplicativi dei progressi e dei ritardi nei processi di digitalizzazione. Tali nessi hanno necessariamente carattere contestuale: non assumono il valore di leggi generali, ma quello di spiegazioni o correlazioni riferite a specifici contesti storici e geografici.

Questo capitolo è articolato come segue. Il paragrafo 3.2 illustra la metodologia adottata per l'individuazione e l'analisi critica dei contributi selezionati, in

coerenza con la strategia di rassegna articolata nei tre passaggi precedentemente richiamati. Il paragrafo 3.3 esamina le principali rassegne della letteratura dedicate agli ostacoli e ai fattori abilitanti dei processi di digitalizzazione della pubblica amministrazione. Il paragrafo 3.4 approfondisce la prospettiva relazionale, focalizzata sull'interazione tra i diversi fattori rilevanti, che nelle pubblicazioni più recenti ha progressivamente sostituito l'approccio basato sulla semplice elencazione dei fattori esplicativi. Infine, il paragrafo 3.5 presenta alcune riflessioni conclusive.

3.2 La rassegna della letteratura in tre passaggi

Come anticipato nell'introduzione, il capitolo sviluppa una rassegna narrativa e integrativa della letteratura sulla digitalizzazione nella PA. L'analisi adotta un approccio qualitativo finalizzato all'individuazione dei principali fattori esplicativi e alla ricostruzione dello stato dell'arte relativo ai processi di digitalizzazione nella pubblica amministrazione. Tale ricostruzione mira a offrire un quadro sintetico ma coerente di un dibattito spesso frammentato (Snyder, 2019). Si tratta, inoltre, di un approccio di ricerca volto a esaminare, analizzare criticamente e sintetizzare i contributi più rilevanti sul tema, così da porre le basi per nuove prospettive interpretative. Il corpus analizzato comprende gli studi che affrontano, in una prospettiva integrata, il problema della diffusione delle tecnologie digitali e dei fattori che ne spiegano lo sviluppo (Dixon-Woods *et al.*, 2006).

Con l'obiettivo di ricostruire una panoramica dei fattori abilitanti e degli ostacoli alla digitalizzazione della PA, abbiamo iniziato raccogliendo alcune delle numerose rassegne sistematiche effettuate negli ultimi anni. Queste sono state individuate su Google Scholar tra gli articoli pubblicati negli ultimi dieci anni, in lingua inglese e disponibili in open access. Dopo una prima selezione basata sugli argomenti, sulla qualità e sull'affidabilità metodologica delle revisioni, sono stati selezionati otto prodotti focalizzati sui fattori abilitanti e degli ostacoli alla digitalizzazione della PA (si veda la Tabella A1 in appendice). Inoltre, al fine di anticipare la rilevanza di fattori che potrebbero essere salienti per la digitalizzazione della PA in Italia, sono state incluse quattro ulteriori rassegne sistematiche che, sebbene non incentrate esclusivamente su questo argomento, coprono alcune sottodimensioni rilevanti. Infine è stata inclusa la rassegna completa di De Vries *et al.* (2016) sui processi di innovazione nel settore pubblico; la rassegna di Saigi-Rubio *et al.* (2022), quella di Mora *et al.* (2023) sul tema delle città intelligenti e, infine, quella di Tomazevic *et al.* (2024) sull'adozione dell'in-

telligenza artificiale nella PA. Data l'ampiezza di queste rassegne, l'analisi si è concentrata esclusivamente sugli aspetti ritenuti rilevanti per il nostro specifico oggetto di ricerca.

A partire dalle dodici rassegne selezionate, sono stati identificati i principali fattori abilitanti e gli ostacoli alla digitalizzazione. I temi analitici emersi sono stati successivamente aggregati in categorie interpretative più ampie (si veda la Tabella A2 in appendice). Particolare attenzione è stata inoltre dedicata alla rilevanza di tali temi nel contesto italiano[1].

Successivamente, l'analisi è stata approfondita selezionando articoli (non rassegne) che esplorano i temi e i concetti più ampi già identificati, con un'attenzione specifica al caso italiano o a paesi europei con caratteristiche amministrative comparabili (per esempio, Germania e Spagna). La Tabella A3 (in appendice) sintetizza gli studi che si concentrano sulla comprensione dei principali ostacoli, come le interazioni multilivello e i punti di veto (per esempio, Kuhlmann & Heuberger, 2023; Cacciatore *et al*., 2024), oppure, al contrario, individuano fattori abilitanti quali la leadership digitale (Ushaka Adie *et al*., 2024) e le task force dedicate (Di Giulio & Vecchi, 2023a, 2023b). Nel complesso, l'analisi di questi ulteriori contributi ha consentito di affinare e ridefinire l'insieme dei fattori che favoriscono o ostacolano la digitalizzazione della PA, con particolare riferimento al caso italiano. La rassegna critica così strutturata contribuisce a sviluppare un modello interpretativo coerente che collega e spiega i fattori potenzialmente esplicativi, andando oltre la loro semplice identificazione e classificazione statica. L'obiettivo è infatti quello di comprendere come e perché tali fattori intervengano, nonché il modo in cui interagiscono tra loro nel plasmare i processi di digitalizzazione (Petticrew *et al*., 2019).

3.3 Risultati: ostacoli e fattori abilitanti la digitalizzazione della PA

Questo paragrafo illustra i risultati del processo di analisi richiamato nel precedente. La discussione sui fattori abilitanti e sugli ostacoli seguirà la struttura dei temi delineati (Tabella A2).

[1] Per esempio, tutte le rassegne sollevano la questione dell'inadeguatezza delle competenze del personale della PA, mentre altre hanno fatto riferimento alle disuguaglianze territoriali che si correlano allo stesso livello di conoscenze e competenze della PA (Picucci & Xilo, 2019; Terlizzi, 2021). Tali tematiche sono state ricollegate al tema più generale della «capacità amministrativa».

3.3.1 *Gli ostacoli a livello contestuale*

Numerosi studi hanno contribuito a un'analisi approfondita dei principali fattori che, sebbene esogeni al processo di digitalizzazione, influenzano inevitabilmente l'adozione (o meno) delle tecnologie digitali nelle amministrazioni pubbliche. Molti degli ostacoli possono essere ricondotti al più ampio tema del *quadro regolativo*, sia con riferimento alla normativa specifica in materia di digitalizzazione sia a settori ad essa collegati, come la tutela della privacy (Wirtz *et al.*, 2017; Haug *et al.*, 2024). Le normative nazionali e regionali in materia di appalti pubblici possono ostacolare l'acquisizione di tecnologie innovative e infrastrutture ICT (per esempio, hardware, software, connettività internet ecc.). Infatti, queste ultime sono spesso obsolete e incapaci di soddisfare le esigenze di applicazioni più innovative (Mora *et al.*, 2023). Inoltre, l'uso intensivo della scienza dei dati e dei sistemi di IA ha fatto emergere una serie di questioni che fungono da fattori di ulteriore ostacolo: la sicurezza informatica (per esempio, la vulnerabilità delle infrastrutture a malware, spyware e altre forme di attacco) e l'incertezza che circonda le responsabilità relative alla protezione dei dati e della privacy degli utenti (Bogaert *et al.*, 2021)[2].

Infine, il quadro regolatorio influisce sulle modalità di scambio dei dati tra le diverse unità amministrative (Kuhlmann & Heuberger, 2023), incidendo in modo diretto sull'interoperabilità delle pubbliche amministrazioni. Quest'ultima assume un'importanza crescente in quanto consente di sfruttare il potenziale della digitalizzazione e di migliorare l'uso dei dati all'interno delle amministrazioni: per esempio, nella valutazione e nella gestione dei bisogni dei cittadini. Essa costituisce inoltre un presupposto per l'attuazione del principio *once only*, secondo il quale i cittadini devono fornire i propri dati una sola volta (Hellberg & Grönlund, 2013). Le autorità competenti gestiscono poi i successivi scambi informativi tra le unità coinvolte, anche attraverso registri digitali interconnessi. Dal punto di vista tecnico, la letteratura evidenzia come sistemi di archiviazione unificati e regole condivise per l'utilizzo dei dati rappresentino fattori chiave per la diffusione dell'interoperabilità (Bogaert *et al.*, 2021). Tuttavia, la protezione dei dati e l'incertezza sulle responsabilità legate al loro utiliz-

[2] Gli studiosi sostengono che sia necessario un nuovo quadro giuridico per regolamentare la quantità sempre crescente di dati disponibili e le modalità di gestione degli stessi. Uno sforzo coordinato di questo tipo affronterebbe le preoccupazioni relative alla privacy e incoraggerebbe gli amministratori a partecipare alla definizione dei protocolli (per migliorare il coinvolgimento nella produzione e nell'uso dei dati: ibid.) (Barcevičius *et al.*, 2019).

zo spesso ostacolano lo scambio effettivo di informazioni tra amministrazioni (Barcevičius *et al*., 2019).

Accanto a questi elementi, altri fattori esogeni riguardano il contesto socio-economico in cui operano le specifiche organizzazioni pubbliche. Come sottolineato da numerose rassegne sistematiche sulla digitalizzazione della PA (Savoldelli *et al*., 2014; De Vries *et al*., 2016; Terlizzi, 2021), si possono identificare sei categorie distinte: le infrastrutture tecnologiche generali (banda larga ecc.); le dimensioni dell'amministrazione (quelle più piccole dispongono di minori risorse per l'impiego di servizi innovativi); la densità demografica e la dispersione spaziale (le aree scarsamente popolate e interne/montuose hanno una minore capacità di innovazione); il benessere della popolazione (in quanto determina la capacità fiscale delle amministrazioni); il livello di istruzione (in quanto fattore che determina la domanda di digitalizzazione da parte dei cittadini e delle imprese); il dinamismo e il grado di innovatività del settore produttivo regionale/locale. Tutti questi fattori possono avere un impatto diretto sui processi di digitalizzazione. Per esempio, i risultati di ricerche come quelle condotte da Tolbert *et al.* (2008) per gli Stati Uniti e Arduini *et al.* (2013) per l'Italia dimostrano che gli Stati e le regioni con popolazioni più ricche e istruite sono significativamente più propensi a sviluppare sistemi informatici. I risultati di Kuhlmann & Heuberger (2023), in linea con questa prospettiva, sottolineano che in Germania le amministrazioni locali spesso non dispongono delle risorse economiche necessarie per investire in progetti di digitalizzazione. Tale situazione è stata aggravata dalla crisi finanziaria, che ha determinato una riduzione della spesa pubblica. In altri termini, emerge una correlazione significativa tra capacità amministrativa e livello di benessere nel contesto considerato.

Passando ad analizzare i fattori endogeni, gran parte della letteratura sottolinea che la carenza di *risorse finanziarie* è uno dei principali ostacoli organizzativi, soprattutto per le amministrazioni che operano in contesti marginali (Kawabata & Camargo, 2023; Terlizzi, 2021). Tuttavia, dati i notevoli investimenti effettuati negli ultimi anni nella digitalizzazione della PA (per esempio, in Italia con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, PNRR), è ragionevole aspettarsi che questo ostacolo diminuisca gradualmente di importanza.

Al contempo, la maggior parte delle rassegne (per esempio, De Vries *et al*., 2016; David *et al*., 2023; Haug *et al*., 2024; Tomazevic *et al*., 2024) evidenzia il problema della limitata disponibilità di risorse umane nelle amministrazioni e della loro capacità amministrativa. Nel complesso, la carenza di personale e l'inadeguatezza delle competenze digitali rappresentano un ostacolo ricorrente nel contesto della digitalizzazione della PA (Savoldelli *et al*., 2014; Wirtz *et al*., 2017; Mountasser & Abdellatif, 2023), così come in relazione ad altre

iniziative di digitalizzazione affini (per esempio, Saigi-Rubiò *et al*., 2022; Mora *et al*., 2023).

È stato inoltre sottolineato che una forza lavoro meno motivata e mediamente più anziana tende a essere meno reattiva alle pressioni esterne (Musella e Reda, 2023). Per questi motivi, la riqualificazione del personale rappresenta una misura essenziale. Gli stessi autori (*ibid*.) suggeriscono inoltre l'inserimento nelle amministrazioni pubbliche di nuovi profili con competenze digitali specifiche. Di conseguenza, per l'implementazione efficace di servizi digitali complessi, le amministrazioni beneficerebbero dell'impiego di professionisti altamente qualificati con competenze adeguatamente diversificate in questi ambiti. Tuttavia, soprattutto nelle piccole amministrazioni locali, la capacità di competere con le retribuzioni offerte dal settore privato ai professionisti ICT risulta limitata (Kuhlmann & Heuberger, 2023). In assenza di investimenti mirati, vi è il rischio che il divario di competenze tra settore pubblico e privato non solo persista, ma si ampli nel tempo.

Collegato ai fattori esplicativi appena citati, vi è il tema della *resistenza al cambiamento* da parte del personale, che è strettamente connesso alle competenze dei lavoratori. Non sorprende che la necessità di una revisione approfondita delle pratiche di lavoro possa portare a resistenze da parte dei dipendenti (come spesso rilevato, per esempio, da Haug *et al*., 2024; Kawabata & Camargo, 2023), in particolare tra coloro maggiormente «colpiti» dall'innovazione prevista. In tale prospettiva, sono necessarie misure di sostegno per aiutare il personale a rivedere e reinterpretare le proprie routine lavorative (Sacchi & Scarano, 2025), consentendo loro di comprendere i vantaggi dello sfruttamento delle sinergie tra risorse umane e tecniche e, spesso, tra diversi settori operativi.

Molti casi di mancata implementazione dell'innovazione tecnologica sono poi legati a processi di *cambiamento organizzativo* mal pianificati. Come ha dimostrato Gascó-Hernández (2024), la maggior parte degli attuali lavori di ricerca considera il ruolo della tecnologia come una variabile indipendente e la struttura organizzativa, i processi e l'erogazione dei servizi pubblici come variabili dipendenti, adottando una prospettiva deterministica della tecnologia. In tal senso, spesso prevale una visione poco trasformativa, sintetizzabile nel principio del «fare le stesse cose in modo diverso» piuttosto che del «fare cose diverse» (Terlizzi, 2021). Alla luce di ciò, risulta opportuno considerare che la tecnologia modella l'organizzazione, tanto quanto l'organizzazione modella il modo in cui la tecnologia viene utilizzata (Gascó-Hernández, 2024).

Infine, la letteratura evidenzia come strategie inefficaci includano una limitata attenzione alle collaborazioni inter- e intra-organizzative, una scarsa chiarezza delle responsabilità e una mancanza di coordinamento, elementi che con-

tribuiscono ad alimentare la «mentalità a compartimenti stagni» e i conflitti di potere (Savoldelli *et al*., 2014; De Vries *et al*., 2016; Mora *et al*., 2023; Kawabata & Camargo, 2023; Haug *et al*., 2024). Pertanto, un ulteriore fattore critico è rappresentato dagli effetti negativi di tale mentalità all'interno di organizzazioni che, al contrario, richiedono elevati livelli di integrazione e collaborazione. In sintesi, il processo di digitalizzazione della PA può potenzialmente incontrare una pluralità di ostacoli riconducibili a prerequisiti, fattori esogeni (quadro regolativo, contesto socioeconomico ecc.) e fattori endogeni (personale, modelli organizzativi ecc.).

3.3.2 *I fattori abilitanti a livello intra-organizzativo e inter-organizzativo*

I fattori identificati in letteratura come potenziali facilitatori del processo di digitalizzazione riguardano non solo la dimensione interna delle organizzazioni, ma anche le dinamiche di collaborazione interistituzionale e multilivello.

Come anticipato, in relazione al livello *intra-organizzativo*, la letteratura ha sottolineato che la digitalizzazione deve essere accompagnata da una strategia di cambiamento tarato sulle caratteristiche specifiche delle tecnologie e dei «gruppi sociali» interessati (Barcevičius *et al*., 2019). Tali strategie devono definire una visione chiara degli impatti attesi e delle misure necessarie per conseguirli. Esse devono inoltre specificare le organizzazioni coinvolte, i rispettivi ruoli e le responsabilità, nonché garantire finanziamenti adeguati a sostenere il processo di transizione (Datta *et al*., 2020; Mora *et al*., 2023).

In questa prospettiva, alcuni studi hanno evidenziato il ruolo positivo svolto dalla *leadership digitale* nel sostenere le strategie di cambiamento. Uno studio recente (Ushaka Adie *et al*., 2024) ha discusso in dettaglio quali tipi di competenze potrebbero essere utili ai «leader digitali» che accompagnano le amministrazioni pubbliche nel processo di trasformazione digitale. Partendo da una rassegna sistematica della letteratura sulla leadership, gli autori sottolineano la necessità di un mix equilibrato di competenze tecnologiche e trasversali, sostenuto da un approccio olistico. Quest'ultimo può evitare di enfatizzare eccessivamente un insieme di competenze a scapito di altre, come le competenze fondamentali di leadership o la comprensione del business. Pertanto, le competenze richieste per la trasformazione digitale non sono meramente tecniche, ma includono anche una comprensione più ampia dei processi di costruzione e gestione delle informazioni, nonché del loro ruolo nel favorire l'evoluzione delle organizzazioni (Barcevičius *et al*., 2019).

Ulteriori evidenze empiriche dimostrano che, al fine di superare ostacoli quali la mancanza di coordinamento intra-organizzativo e di competenze specifiche

all'interno delle organizzazioni, può essere utile istituire organismi organizzativi dedicati e/o *task force* (Datta *et al*., 2020; Di Giulio & Vecchi 2023a; 2023b). Questi organismi devono facilitare la formazione di partnership intra e intersettoriali, supervisionando gli sforzi di attuazione e rafforzando una «cultura dell'apprendimento» (Mora *et al*., 2023). Tuttavia, per essere efficaci, questi organismi necessitano di alcune precondizioni: risorse economiche adeguate; agilità decisionale e capacità di incentivazione nei confronti delle amministrazioni; capacità di assorbimento di personale con competenze tecnico-amministrative, e di guida dello sviluppo dell'innovazione (Di Giulio & Vecchi, 2023a).

Quanto discusso finora evidenzia l'importanza non solo della quantità e della qualità delle risorse (finanziarie, umane ecc.), ma anche dei processi interattivi tra i fattori (per esempio, la resistenza comportamentale al cambiamento). Tali dinamiche all'interno dell'organizzazione amministrativa diventano ancora più rilevanti se rapportate alle relazioni tra organizzazioni complesse (fattori *inter-organizzativi*).

La digitalizzazione può trarre vantaggio dall'integrazione delle risorse e delle competenze promossa attraverso la collaborazione tra le amministrazioni pubbliche, ma anche tra queste ultime e gli attori privati (cioè i partenariati pubblico-privati) (Haug *et al*., 2024; Mora *et al*., 2023). Queste collaborazioni mirano ad aumentare le competenze, le risorse e le infrastrutture ICT rilevanti, al di là di quelle che possono essere mobilitate dal settore pubblico (Datta *et al*., 2020). Allo stesso tempo, queste collaborazioni devono essere progettate in modo appropriato per prevenire il rischio di dipendenza pubblica dagli attori privati e l'emergere di monopoli digitali (Barcevičius *et al*., 2019). La sfida consiste quindi nel trovare il giusto equilibrio tra le pratiche di esternalizzazione (molto efficaci nel breve termine), l'acquisizione di tecnologia da parte dell'amministrazione e le pratiche di gestione «interna» (Arduini *et al*., 2013). Infatti, nonostante le pratiche di gestione interna siano più costose, esse consentono l'accumulo di competenze interne essenziali per attuare efficacemente l'innovazione e persino per governare i processi di *outsourcing* (*ibid*.).

Inoltre, una strategia di governance multilivello efficace può rappresentare uno strumento per guidare e facilitare la trasformazione digitale, orientando le interazioni tra risorse e flussi nella direzione desiderata. Numerose esperienze passate mostrano infatti come molte iniziative di innovazione siano fallite a causa della mancanza di allineamento tra amministrazioni centrali e locali (Barcevičius *et al*., 2019). È quindi fondamentale trovare il modello di governance adeguato al processo di digitalizzazione in relazione al tipo di processo/servizio da implementare e in funzione dell'architettura di governance preesistente (Haug *et al*., 2024). Ciò implica la necessità di individuare architetture organizzative ade-

guate ai diversi contesti, in grado di allineare molteplici variabili. In altre parole, diversi modelli organizzativi possono funzionare a condizione che siano coerenti con i contesti in cui vengono applicati.

In linea con questo ragionamento, alcuni studi hanno osservato che differenti architetture amministrative possono produrre risultati simili. In particolare, la letteratura evidenzia come assetti maggiormente centralizzati – sia in termini di processo decisionale sia di gestione dell'attuazione – possano risultare più efficaci nel promuovere la creazione di servizi digitali innovativi (Bogumil-Uçan & Klenk, 2021; Di Giulio & Vecchi, 2023a), in quanto capaci di superare i numerosi punti di veto presenti nei sistemi decentralizzati (Kuhlmann & Heuberger, 2023; Cacciatore *et al*., 2024).

Un ulteriore contributo empirico recente (Marienfeldt *et al*., 2024), basato sul confronto tra due servizi digitali implementati in diverse amministrazioni locali tedesche, giunge a conclusioni analoghe. Lo studio sottolinea il ruolo cruciale della struttura di implementazione, definita «autorità di digitalizzazione», evidenziando come il grado di controllo centrale sull'amministrazione e la discrezionalità locale nell'attuazione delle politiche costituiscano dimensioni decisive per il successo delle strategie di digitalizzazione. Secondo gli autori, un approccio volontario e decentralizzato di tipo *bottom-up* tende a produrre stratificazione normativa, limitati cambiamenti organizzativi e deficit di performance. Al contrario, un approccio maggiormente centralizzato e gerarchico facilita l'abrogazione delle norme esistenti e l'introduzione di trasformazioni organizzative più ampie, risultando associato, nel caso analizzato, a migliori performance.

Tali indicazioni non hanno tuttavia portata universale. Altri studiosi sono giunti a conclusioni differenti, sostenendo che un'ampia partecipazione e il consenso delle istituzioni locali rappresentino fattori decisivi, soprattutto per promuovere il coinvolgimento effettivo degli attori, considerato essenziale per il funzionamento degli strumenti di digitalizzazione, per esempio, nel popolamento delle banche dati (Barcevičius *et al*., 2019). Nel complesso, diverse modalità di governance possono produrre effetti differenti sui processi di digitalizzazione del settore pubblico. Ciò suggerisce la necessità di individuare un equilibrio tra centralizzazione e collaborazione, calibrato sulle caratteristiche specifiche delle tecnologie da sviluppare. Inoltre, la digitalizzazione apre la strada a soluzioni ibride che superano la tradizionale dicotomia tra centralizzazione e decentralizzazione, offrendo la flessibilità necessaria per alleggerire le pressioni a livello locale attraverso la concentrazione di specifiche funzioni amministrative (Marienfeldt *et al*., 2024).

3.4 Dai fattori «ostacolanti e facilitanti» ai percorsi di digitalizzazione

Lo studio della digitalizzazione ha quindi attraversato diverse fasi, ciascuna caratterizzata da spiegazioni distinte e approcci metodologici diversi. La comprensione della digitalizzazione è passata da un determinismo tecnologico, che enfatizza la tecnologia stessa come motore primario dell'innovazione, ad approcci più sensibili al contesto che considerano l'influenza dell'insieme dei fattori organizzativi, sociali, politici ed economici nel plasmare i processi di digitalizzazione.

Nel tempo, lo studio della digitalizzazione nelle amministrazioni pubbliche si è progressivamente ampliato, riconoscendo un ruolo crescente ai fattori organizzativi, sociali, politici ed economici che ne influenzano lo sviluppo. In aggiunta, la digitalizzazione è stata progressivamente associata non solo al miglioramento dell'efficacia e dell'efficienza dei servizi pubblici, ma anche alla ridefinizione di potenziali nuovi interventi volti a promuovere una maggiore responsabilità, trasparenza e valori normativi correlati. Questa evoluzione è legata alle più ampie sfide emergenti della trasformazione digitale che hanno iniziato ad avere un impatto «sia sulla dimensione politica che su quella normativa attraverso il rafforzamento di nuovi tipi di attori (come le aziende tecnologiche globali) e l'indebolimento di quelli tradizionali (come i sindacati), o promuovendo lo sviluppo di nuovi strumenti di policy in risposta a nuovi tipi di rischi» (Busemeyer, 2020). Considerati gli elementi discussi, la letteratura evidenzia come la digitalizzazione della PA emerga dall'interazione di molteplici fattori. Di conseguenza, appare più appropriato concettualizzare la digitalizzazione come un insieme di percorsi distinti, modellati da specifiche dinamiche istituzionali, organizzative e contestuali. Molti fattori possono ostacolare o facilitare la digitalizzazione della PA, a seconda del contesto in cui operano. Alcuni fattori, considerati barriere in determinati contesti (per esempio, a livello regionale), possono invece agire come fattori abilitanti in altri. Per esempio, sebbene un'elevata capacità amministrativa sia spesso identificata come un fattore facilitante, il suo effetto concreto può variare in funzione delle caratteristiche del contesto. Nelle amministrazioni caratterizzate dalla presenza di personale qualificato e da una cultura dell'innovazione favorevole al cambiamento, l'introduzione di tecnologie digitali e la trasformazione delle pratiche lavorative risultano generalmente agevolate. Al contrario, quando tale capacità amministrativa si combina con assetti organizzativi rigidi e resistenti al cambiamento, la medesima variabile può trasformarsi in un ostacolo ai processi di digitalizzazione.

Adottando una prospettiva analoga, il quadro regolativo può rappresentare tanto un freno quanto un catalizzatore della digitalizzazione. Da un lato, un'eccessiva produzione normativa può favorire assetti rigidi e poco flessibili; dall'al-

tro, il quadro regolativo può sostenere i processi di innovazione, per esempio, attraverso la promozione di strumenti strategici come le agende digitali. In altre parole, un fattore interpretato come barriera in un determinato contesto può assumere, in circostanze differenti, una funzione abilitante. Il contesto regionale italiano, altamente eterogeneo, sembra rispondere bene alla pluralità di esiti derivanti dai vari fattori che caratterizzano la digitalizzazione della PA (Gascó-Hernández *et al*., 2022). Alla luce di ciò, nella progettazione delle strategie di digitalizzazione, i decisori pubblici dovrebbero considerare l'intera gamma di fattori, sia abilitanti sia ostacolanti, sintetizzati nella Tabella A2, che incidono sul processo a diversi livelli.

Ciò è in linea con la crescente attenzione ai modelli di governance multilivello nella promozione dei processi di digitalizzazione delle pubbliche amministrazioni. Una revisione dei meccanismi di governance può rappresentare un fattore chiave per il successo della digitalizzazione nel contesto italiano. È essenziale individuare la combinazione più efficace di strategie *top-down* e *bottom-up*, garantendo l'allineamento con l'obiettivo generale senza compromettere partecipazione e autonomia degli attori coinvolti. È stato infatti evidenziato che «l'approccio razionale e pianificato alla formulazione della strategia (per la digitalizzazione) e all'implementazione all'interno di una struttura centralizzata» è efficace solo quando l'obiettivo è il miglioramento dei servizi esistenti (Kuhler *et al*., 2025, p. 2).

In definitiva, la letteratura interpreta sempre più la trasformazione digitale come una forza di ristrutturazione complessiva delle organizzazioni complesse, dei processi decisionali e delle modalità di gestione dei servizi. In quest'ottica, emerge la necessità di bilanciare la guida strategica dei processi con un'effettiva partecipazione. Quest'ultima dovrebbe coinvolgere non solo i livelli sovranazionale e nazionale, ma anche quello subnazionale, includendo attori locali interni ed esterni alla PA. In questa prospettiva, il rafforzamento delle partnership, a sostegno di processi decisionali collaborativi, può contribuire a valorizzare le diverse competenze e risorse necessarie alla trasformazione digitale. In particolare, alcuni fattori abilitanti, come i partenariati pubblico-privati intersettoriali, possono accelerare la digitalizzazione favorendo lo sviluppo di un ecosistema digitale efficace, con un effetto catalizzatore sui processi di innovazione nelle istituzioni pubbliche. A conferma di ciò, nelle regioni in cui si è sviluppato un ecosistema digitale basato su reti collaborative che coinvolgono hub tecnologici (come università e centri di competenza) e una pluralità di attori pubblico-privati, i processi di digitalizzazione risultano non solo più avanzati ma anche spesso sviluppati attraverso un approccio dal basso.

3.5 Conclusioni

La rassegna della letteratura ha evidenziato l'esistenza di diverse prospettive nello studio della digitalizzazione nella PA. Una prima prospettiva consiste nell'analisi dettagliata e nella classificazione sequenziale dei fattori che influenzano i processi di innovazione digitale. Tra i tanti fattori di ostacolo sono stati individuati: il quadro regolativo (iper-regolazione), la carenza di risorse finanziarie e umane, le culture organizzative resistenti all'innovazione, le condizioni del contesto socioeconomico che limitano le prospettive di digitalizzazione, come bassi livelli di ricchezza e benessere della popolazione o ridotte competenze tecnologiche sia dei cittadini sia dei funzionari e dirigenti della PA. Altri filoni della letteratura hanno evidenziato i fattori abilitanti, individuati nella leadership digitale, nella creazione di agenzie e organismi dedicati e nello sviluppo di partnership orizzontali (pubblico-private) e verticali (tra diversi livelli di governo). Tale prospettiva è stata successivamente ampliata includendo riferimenti più ampi ai sistemi amministrativi e alla costellazione di fattori che interagiscono reciprocamente. In questo quadro dinamico, come discusso, i fattori interagiscono tra loro producendo contesti caratterizzati da una maggiore ambivalenza. Infatti, fattori che ostacolano la diffusione delle tecnologie digitali in alcuni contesti possono, in altri, favorirne l'adozione. La crescente attenzione alle interazioni tra fattori e alla natura processuale delle riforme per la digitalizzazione ha determinato una crescente focalizzazione sulle scelte strategiche dei decisori politici. Al di là delle variabili associate allo sviluppo o alla stagnazione dei processi di digitalizzazione, la letteratura si è progressivamente concentrata sulle azioni intraprese dal legislatore e dalle strutture amministrative per affrontare gli ostacoli e rafforzare i fattori che incentivano l'innovazione digitale. La trasformazione digitale della PA può essere dunque definita come un processo complesso e non lineare, i cui meccanismi di funzionamento dipendono da diversi fattori, la cui intensità può variare a seconda del contesto di partenza. In particolare, a livello regionale la trasformazione digitale risulta spesso lenta e priva di traiettorie univoche. Ciò anche perché la letteratura si è concentrata prevalentemente su valutazioni dei risultati in termini di indicatori tradizionali di efficienza (per esempio, risparmi di costo) o di efficacia (per esempio, output), mentre altri aspetti risultano ancora meno esplorati.

La ricerca sulla trasformazione digitale della PA si è progressivamente orientata dai singoli fattori all'analisi dei processi complessivi, con particolare attenzione ai livelli regionale e locale, ancora in larga parte inesplorati. Sebbene gli enti locali si occupino del fenomeno della digitalizzazione da diversi decenni, la complessità della sua gestione è progressivamente aumentata. Con la rapida

diffusione delle tecnologie avanzate, si registra una crescente domanda di azioni strategiche da parte dei decisori politici e del top management regionale e locale. Per queste ragioni, appare utile sviluppare futuri percorsi di ricerca focalizzati sulle amministrazioni regionali e locali. È a questo livello, infatti, che studi empirici comparati possono contribuire a chiarire i più ampi processi di digitalizzazione della PA, l'evoluzione del rapporto tra amministrazioni e cittadini e la progettazione e implementazione delle politiche. Approfondimenti dedicati alla governance subnazionale possono inoltre contribuire a colmare il limitato grado di generalizzabilità dei casi studiati e a superare l'idea che la trasformazione digitale della PA sia un processo lineare e universalmente replicabile.

4 LE AGENDE DIGITALI DELLE REGIONI ITALIANE: UN'ANALISI COMPARATA DELLE STRATEGIE IN EMILIA-ROMAGNA E TOSCANA

Sara De Martino[*] e David Natali[*]

4.1 Introduzione

Questo capitolo si concentra sull'analisi dei principali fattori che rallentano o facilitano il percorso di digitalizzazione delle amministrazioni regionali, prendendo in esame due casi di studio emblematici. Emilia-Romagna e Toscana sono tra le regioni più avanzate in Italia in tema di innovazione digitale della pubblica amministrazione (PA). L'Emilia-Romagna è un esempio di alta performance, mentre la Toscana si colloca su livelli medi nel panorama nazionale. Secondo i dati del 2025 dell'Osservatorio Agenda Digitale del Politecnico di Milano[1], aggiornati sull'indice DESI regionale (Digital Economy and Society Index), l'Emilia-Romagna registra il punteggio più alto tra tutte le regioni italiane (59%), seguita da Trentino-Alto Adige (58%) e Lombardia (57%). La regione si distingue soprattutto per l'eccellenza nei servizi pubblici digitali, nella diffusione dell'*e-government* e nei servizi digitali sanitari. La Toscana, pur posizionandosi leggermente più indietro, mostra un livello di digitalizzazione elevato e in rapida crescita, con punti di forza nei servizi pubblici digitali, nell'apertura dei dati e nell'implementazione del Fascicolo Sanitario Elettronico.

[*] Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa

[1] L'aggiornamento di novembre 2025 ha allineato l'indice agli obiettivi del Digital Decade 2030 della Commissione europea, che si concentra su competenze, infrastrutture e trasformazione digitale delle imprese e digitalizzazione dei servizi pubblici.

Nonostante questi risultati di rilievo, entrambe le regioni continuano a fronteggiare ostacoli che ne limitano la piena diffusione e trasformazione digitale, soprattutto se confrontate con gli standard dei paesi europei più avanzati.

Da un punto di vista metodologico, il nostro studio corrisponde all'analisi dei casi estremi. La scelta del caso estremo si caratterizza come un *esperimento cruciale:* se anche in un caso estremo la relazione causale viene confermata, allora può ritenersi valida anche per i casi «normali» (Lanzalaco & Prontera, 2012). In altre parole, se determinati fattori di ostacolo risultano rilevanti in contesti ad alta digitalizzazione, lo saranno ancor più in quelli meno avanzati.

Questo capitolo esamina le agende digitali regionali con una prospettiva integrata che consente di cogliere le interconnessioni tra politiche e processi di trasformazione. L'analisi mette in luce i principali fattori che rallentano il processo digitale e mostra come le agende stesse delineino strategie per favorire ulteriormente lo sviluppo digitale. A differenza di analisi più settoriali, qui l'attenzione è rivolta a una prospettiva più ampia e integrata, che consente di osservare la pluralità delle politiche regionali coinvolte e di comprendere i collegamenti tra le singole azioni e i progetti di trasformazione digitale complessiva.

Il capitolo è strutturato come segue. Il paragrafo 4.2 fornisce una panoramica dei principali ostacoli alla digitalizzazione nelle due regioni, basata su fonti primarie e secondarie. I paragrafi successivi presentano i casi regionali: Emilia-Romagna, con l'Agenda digitale approvata nel 2025, e Toscana, con l'Agenda digitale del 2023. Entrambi i paragrafi sono organizzati in modo parallelo, analizzando prima gli obiettivi e le azioni strategici, le risorse destinate agli investimenti e gli ecosistemi territoriali predisposti per l'attuazione. Il paragrafo conclusivo sintetizza le evidenze emerse in chiave comparata. Le due agende sono accomunate da un disegno proattivo che definisce il processo di digitalizzazione in modo olistico con obiettivi di lungo termine. Al contempo, tali strategie sono implementate con modelli di governance con diversi gradi di guida delle autorità regionali.

4.2 La digitalizzazione della PA in Emilia-Romagna e Toscana: i principali ostacoli

La vasta letteratura sul processo di digitalizzazione della pubblica amministrazione offre un quadro consolidato dei principali ostacoli e dei fattori che ne influenzano l'attuazione. Tra le barriere più ricorrenti emergono quattro dimensioni fondamentali (per una rassegna sistematica si veda il Capitolo 3):

- le competenze digitali limitate del personale amministrativo e la presenza di modelli organizzativi tradizionali;
- la frammentazione tecnologica tra amministrazioni e livelli di governo, che limita la comunicazione e lo scambio di informazioni tra sistemi e reparti;
- il divario digitale territoriale (*territorial digital divide*), che genera diseguaglianze nell'accesso e nell'implementazione delle tecnologie tra grandi centri urbani e contesti periferici, come piccoli comuni nelle zone interne;
- la complessità regolativa e procedurale, che rallenta l'adozione di soluzioni innovative, limitando la capacità di adattamento delle amministrazioni.

Emilia-Romagna e Toscana presentano profili simili: i quattro fattori barriera operano in entrambi i contesti territoriali. Tuttavia, emergono specificità regionali che saranno esaminate nei prossimi paragrafi.

4.2.1 *Le competenze digitali limitate in Emilia-Romagna e Toscana*

Il rapporto DESIER 2025[2] (Digital Economy and Society Index Emilia-Romagna) individua nel capitale umano uno dei principali fattori critici per la trasformazione digitale. In particolare, l'elevata età media dei dipendenti pubblici e la carenza di competenze tecniche specialistiche, come quelle legate alla cybersecurity, incidono negativamente sulla capacità di innovazione delle amministrazioni. A questo si aggiunge la persistenza di modelli organizzativi regionali rigidi, che tendono a riprodurre nel digitale logiche proprie dell'amministrazione analogica (Bacci *et al.*, 2021). In questo contesto, la trasformazione digitale fatica a tradursi in un reale cambiamento delle pratiche operative. Criticità analoghe emergono anche in Toscana, dove i dati Istat (2024) evidenziano come l'età media elevata del personale rappresenti un fattore di rallentamento della digitalizzazione.

A questi fattori tecnici si aggiunge una resistenza culturale al cambiamento, che ostacola la comprensione delle sfide gestionali e organizzative dei servizi pubblici digitali. Sebbene siano attivati percorsi formativi, questi non sempre producono un effettivo cambiamento nei comportamenti organizzativi (AgID, 2022), lasciando, in entrambe le regioni, ampi margini di miglioramento nell'utilizzo delle tecnologie digitali.

---

[2] DESIER è un indice sviluppato e utilizzato esclusivamente dalla Regione Emilia-Romagna per misurare il livello di digitalizzazione di oltre 300 Comuni e Unioni di Comuni, analizzando connettività, capitale umano, integrazione tecnologica e servizi pubblici digitali. Non va confuso con il DESI regionale dell'Osservatorio Agenda Digitale del Politecnico di Milano, che confronta tutte le regioni italiane.

4.2.2 *La frammentazione tecnologica e l'interoperabilità delle PA*

Un ulteriore ostacolo rilevante è rappresentato dalla frammentazione dei sistemi informativi e dalla loro limitata interoperabilità. Molte amministrazioni locali, soprattutto nei piccoli comuni o nelle aree periferiche, utilizzano ancora sistemi informatici tra loro non compatibili. Questa mancanza di interoperabilità favorisce la creazione dei cosiddetti «silos informativi», in cui i dati si accumulano senza integrarsi in modo efficiente. Una delle conseguenze più evidenti è la duplicazione delle attività richieste ai cittadini, spesso costretti a fornire più volte le stesse informazioni a diverse amministrazioni (Osservatorio Agenda Digitale, 2023).

In Emilia-Romagna, nonostante gli investimenti significativi nelle infrastrutture digitali, permane un divario tra la disponibilità di strumenti, come la banda ultra-larga, e la reale capacità degli enti di migrare i dati verso infrastrutture *cloud* sicure e integrate, secondo le direttive nazionali e gli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (Regione Emilia-Romagna, 2025a).

In Toscana, la frammentazione risulta più accentuata, anche a causa della presenza diffusa di piccoli comuni con risorse limitate. Ciò determina una maggiore difficoltà nel coordinamento dei sistemi informativi e nell'adozione di soluzioni condivise (Dipartimento per la Trasformazione Digitale, 2023a).

4.2.3 *Territorial digital divide*

Il divario territoriale costituisce un ulteriore ostacolo alla digitalizzazione. Quest'ultimo rappresenta la disparità di accesso ai servizi digitali tra grandi centri urbani e aree montane o interne. I dati sulla diffusione delle tecnologie digitali in Emilia-Romagna (Agenda Digitale Emilia-Romagna, 2024) mostrano che, sebbene le performance complessive siano elevate rispetto al livello nazionale, persistono forti differenze tra le diverse zone. In particolare, la media regionale è fortemente influenzata dai risultati dei capoluoghi maggiori, lasciando ampie aree interne e montane in condizione di svantaggio competitivo.

In Toscana, tali disparità risultano più marcate, anche per effetto della conformazione territoriale e della disomogeneità delle infrastrutture digitali. Nonostante gli investimenti nella banda ultra-larga, permangono zone con connettività insufficiente, che limitano l'accesso ai servizi digitali da parte di cittadini e amministrazioni locali (Regione Toscana, 2024). Complessivamente, le differenze territoriali in Toscana risultano più accentuate rispetto all'Emilia-Romagna, con difficoltà persistenti nella diffusione del digitale tra le amministrazioni locali delle aree interne.

4.2.4 *Complessità tecnologica e regolativa nella digitalizzazione dei servizi pubblici*

La complessità tecnologica e regolativa costituisce un ulteriore ostacolo alla digitalizzazione. Dal punto di vista tecnologico, strumenti di autenticazione avanzati (SPID) e interfacce digitali non sempre risultano accessibili per tutte le fasce della popolazione, in particolare per utenti con minore alfabetizzazione digitale. Senza servizi *user-centred* e un adeguato sostegno sul territorio, la digitalizzazione rischia di consolidare i divari esistenti. Questo fenomeno è alimentato dalla cosiddetta «burocrazia digitale», dove il passaggio al digitale si riduce a una mera trasposizione di vecchi schemi analogici.

La complessità regolativa costituisce una barriera strutturale più ampia: norme e requisiti formali rendono i processi più rigidi e meno adattabili alle nuove tecnologie, rallentando l'adozione di soluzioni digitali integrate e limitando la capacità delle PA di innovare sia nei servizi sia nella gestione interna delle informazioni. Queste criticità evidenziano ritardi nell'organizzazione dei servizi digitali secondo logiche orientate all'efficienza e alla partecipazione dei cittadini, come sottolineato dalla letteratura (Mason & Zilio, 2019).

Nonostante l'Emilia-Romagna si collochi ai vertici delle classifiche nazionali per la diffusione delle tecnologie digitali, la regione registra un rallentamento nella digitalizzazione dovuto alla necessità di riorganizzare le infrastrutture secondo le linee guida nazionali ed europee (si veda il Capitolo 3). Analogamente, la Toscana, pur con progressi significativi e un contesto tecnologico avanzato, continua a evidenziare resistenze strutturali (Galligani & Natali, 2024). Queste criticità mostrano come la trasformazione digitale non sia soltanto una questione tecnologica, ma richieda strategie di governance e interventi mirati. Le agende digitali regionali emergono come strumenti fondamentali per affrontare gli ostacoli identificati, guidare gli investimenti e rafforzare le competenze, consentendo a Emilia-Romagna e Toscana di progredire nella digitalizzazione dei servizi pubblici. Nei paragrafi successivi, l'analisi dei casi studio regionali approfondirà come ciascuna regione ha strutturato obiettivi, risorse e azioni per superare questi ostacoli, evidenziando punti di forza, limiti e strategie adottate.

4.3 L'Agenda Digitale (2025-2029) della Regione Emilia-Romagna

L'analisi dell'Agenda Digitale (AD) 2025-2029 della Regione Emilia-Romagna consente di comprendere come la strategia regionale affronti gli ostacoli alla digitalizzazione appena richiamati. L'esame si articola lungo diverse dimensioni:

obiettivi e azioni strategiche, livello e tipologia degli investimenti, assetto degli attori, rete territoriale e infrastrutture, nonché modalità di *outsourcing* e di erogazione dei servizi.

4.3.1 *Obiettivi strategici per la digitalizzazione*

Un elemento centrale della strategia regionale è l'adozione di un modello di governance collaborativo e multilivello che coinvolge istituzioni, imprese e cittadini. In questo quadro, la regione persegue la costruzione di un'«architettura comune» della digitalizzazione, fondata sui principi di *open government* e cooperazione interistituzionale.

La strategia riconosce alcune criticità già evidenziate, in particolare la frammentazione dell'infrastruttura digitale e la persistenza di una cultura amministrativa tradizionale, che tende a interpretare la digitalizzazione come una semplice transizione tecnica, senza un effettivo ripensamento dei modelli organizzativi e del rapporto tra amministrazione e utenti.

In questo contesto, l'AD si articola attorno a tre principi guida, coerenti con il quadro normativo europeo e nazionale:

1. *Intelligenza Artificiale Affidabile* (IA): orientata a un uso etico, sicuro e responsabile delle tecnologie, con particolare attenzione alla persona e alla tutela dei suoi diritti fondamentali;
2. *Sviluppo Digitale Sostenibile*: volto a promuovere una trasformazione equa, attenta agli impatti ambientali e alla riduzione dei divari sociali e territoriali;
3. *Dati al Servizio di Territori e Comunità*: valorizza i dati come bene comune[3] e risorsa strategica per migliorare i servizi pubblici e supportare decisioni informate.

Questi principi operano in modo trasversale e si traducono in quattro principali aree di intervento:

- il rafforzamento delle *infrastrutture digitali e della cybersecurity*, attraverso lo sviluppo di reti sicure e diffuse sul territorio;
- il rafforzamento delle *competenze digitali*, con interventi di alfabetizzazione e formazione avanzata per il personale pubblico;

[3] Questo principio è in continuità con la programmazione strategica precedente, l'agenda digitale (2020) intitolata «Data Valley come bene comune».

- l'*innovazione della pubblica amministrazione*, con particolare attenzione all'interoperabilità dei sistemi, alla semplificazione dei processi (*once only*) e alla progettazione di servizi orientati all'utente;
- il *supporto alla trasformazione digitale delle imprese*, soprattutto di piccole e medie dimensioni, attraverso strumenti di accompagnamento e trasferimento tecnologico, valorizzazione della competitività e delle infrastrutture di ricerca regionali come il Tecnopolo DAMA[4].

Un ulteriore elemento strategico è rappresentato dal coordinamento interassessorile. Questo approccio consente di integrare priorità e interventi dei diversi ambiti di policy, promuovendo una visione unitaria dell'innovazione digitale. In tale prospettiva, l'Agenda definisce per ciascun assessorato linee di azione e iniziative di riferimento, con l'obiettivo di garantire coerenza e continuità nell'attuazione delle politiche.

L'AD si fonda su una visione olistica della trasformazione digitale, orientata non solo al miglioramento dell'efficienza dei servizi, ma anche all'inclusione dei cittadini e alla tutela dei loro diritti. In questa prospettiva, il digitale è concepito come una leva trasversale per l'insieme delle politiche pubbliche, segnando un passaggio da una logica di adozione tecnologica a un vero e proprio cambio di paradigma. Rispetto al ciclo precedente, la strategia 2025-2029 evolve verso un modello di innovazione più integrato, antropocentrico e sostenibile. In tale quadro, particolare rilievo assume la promozione di un'IA affidabile e trasparente, con un chiaro mantenimento del controllo umano nei processi decisionali. Tra gli strumenti previsti, la regione introduce un Osservatorio permanente sull'impatto delle tecnologie digitali e un Centro di competenza per l'IA affidabile. Il primo è finalizzato al monitoraggio dell'evoluzione tecnologica e alla valutazione dei suoi effetti su cittadini, imprese e pubblica amministrazione; il secondo svolge funzioni di coordinamento, sperimentazione e diffusione di competenze, contribuendo alla definizione di linee guida e alla condivisione di buone pratiche. La strategia regionale promuove poi la capacità critica diffusa nell'uso delle tecnologie avanzate, con l'adozione del quadro DigComp 3.0, che definisce le competenze digitali necessarie per cittadini, lavoratori e professionisti, garantendo un uso consapevole e responsabile delle tecnologie. Infine, la regione orienta la propria strategia verso un modello di governance anticipatoria, basato su un approccio *proattivo* alla gestione delle trasformazioni digitali in grado di prevedere e affrontare efficacemente le sfide future legate all'innovazione tecnologica.

[4] https://www.damatecnopolo.it/it

Questo approccio, rafforzato anche dall'esperienza della pandemia Covid-19, mira a superare la logica d'azione *reattiva,* centrata solo sulla risposta emergenziale ai problemi e ai nuovi bisogni sociali.

4.3.2 *Tipologia e quantità di investimenti per la digitalizzazione in Emilia-Romagna*

I finanziamenti per la digitalizzazione della Regione Emilia-Romagna nel periodo 2025-2029 si inseriscono in un modello di governance multilivello, che combina risorse europee, nazionali e regionali. In questo quadro, il PNRR svolge un ruolo centrale, destinando circa il 27% delle risorse complessive alla transizione digitale, con interventi rivolti alla pubblica amministrazione, alle imprese e ai cittadini. A livello nazionale, la strategia Italia Digitale 2026, in coerenza con la Bussola Digitale 2030, definisce le principali direttrici di sviluppo, articolate lungo due assi: il potenziamento delle infrastrutture digitali e la trasformazione della pubblica amministrazione, con attenzione ai servizi, alle competenze e all'adozione di tecnologie emergenti. In tale contesto, il PNRR ha finanziato anche programmi di formazione per il rafforzamento delle competenze digitali nella PA. Il PNRR ha mobilitato in Emilia-Romagna risorse superiori ai 10 miliardi di euro (quota RRF), che salgono a oltre 13 miliardi di euro considerando il Piano Nazionale Complementare e i fondi correlati. Di questi, il 9,9% è stato attribuito a interventi di digitalizzazione.

Accanto a queste risorse, il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) contribuisce al finanziamento di interventi in ricerca e innovazione, in sinergia con la *Smart Specialisation Strategy* (S3), orientata allo sviluppo di tecnologie avanzate come intelligenza artificiale e *big data*.

Ulteriori programmi nazionali, tra cui «Italia a 1 Giga», «Italia 5G», «Scuole connesse» e «Sanità connessa», hanno rafforzato le infrastrutture digitali e sostenuto settori strategici quali sanità, agricoltura e turismo. Nel complesso, emerge una forte attenzione al potenziamento infrastrutturale e allo sviluppo di servizi digitali avanzati.

A livello regionale, la strategia di investimento si fonda sulla promozione dell'*open innovation* e sulla collaborazione tra imprese, università e istituzioni, anche attraverso strumenti normativi come le leggi regionali 7/2002 e 7/2019. La regione investe il 2,02% del PIL in ricerca e sviluppo, con una quota significativa proveniente dal settore privato (1,5%), e presenta un'elevata incidenza di laureati nella fascia 30-34 anni. Questi dati collocano l'Emilia-Romagna tra gli «innovatori forti» in Europa. Gli interventi per la digitalizzazione sono allineati al Documento di Economia e Finanza Regionale (DEFR) e attuati attraverso

programmi annuali coordinati con il Piano Integrato di Attività e Organizzazione (PIAO). L'Agenda Digitale 2025-2029 prevede inoltre strumenti di sostegno specifici per i progetti orientati alla transizione digitale, con particolare attenzione a settori ad alto potenziale innovativo. Tra questi, il comparto agricolo assume un ruolo rilevante: sono previsti incentivi e meccanismi premiali per progetti di agricoltura di precisione e per l'adozione di tecnologie avanzate, come robotica e IA, finalizzate al miglioramento della produzione, alla tracciabilità e alla gestione predittiva dei rischi. In sintesi, il modello di intervento e finanziamento regionale favorisce sinergie strutturate tra settore pubblico e privato, rafforzando la capacità dell'Emilia-Romagna di guidare la trasformazione digitale sul territorio.

4.3.3 *L'ecosistema regionale per l'innovazione della PA: gli attori della digitalizzazione*

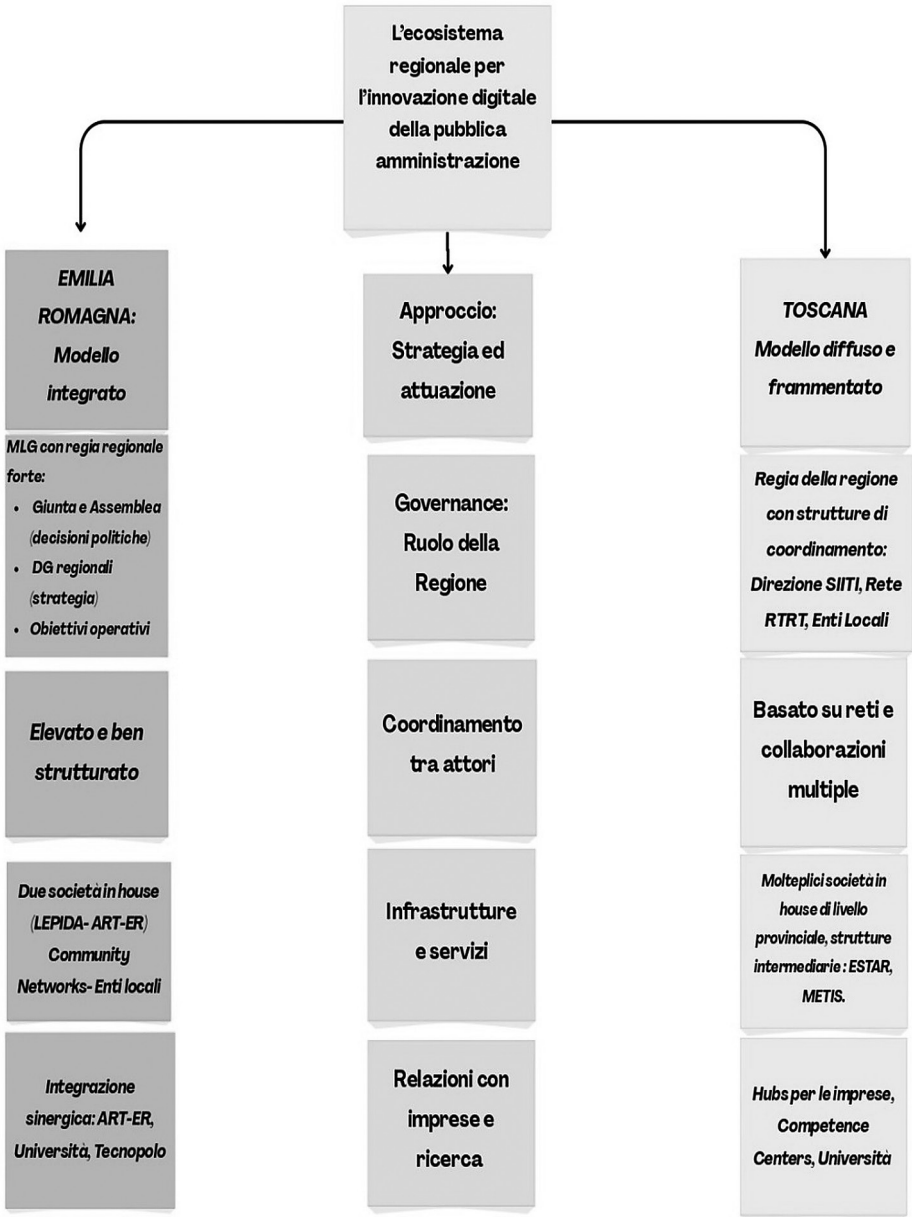
L'ecosistema regionale per l'innovazione della PA in Emilia-Romagna si basa su un modello di governance multilivello, che coinvolge una pluralità di attori istituzionali e territoriali (Figura 4.1). Questi soggetti collaborano per tradurre le linee strategiche in servizi concreti per cittadini e imprese, operando su tre livelli distinti: indirizzo politico, definizione della strategia e attuazione operativa.

Il livello politico, esercitato dalla Presidenza, dalla Giunta e dall'Assemblea Legislativa, definisce le priorità e gli indirizzi generali, costituendo la cornice entro cui si sviluppa l'AD. L'Assemblea approva il documento e, attraverso strumenti di coordinamento interassessorile, garantisce l'integrazione del digitale nelle diverse politiche di settore. Il secondo livello riguarda la definizione della strategia digitale. Il Coordinamento dell'Agenda Digitale e le Direzioni Generali, supportati da organismi come il Comitato di Direzione e la Cabina di Regia per il Digitale, assicurano coerenza e allineamento tra le diverse linee di intervento.

Il terzo livello riguarda, infine, l'attuazione operativa degli obiettivi e delle strategie definite all'interno dell'Agenda Digitale, attraverso progetti, iniziative e strumenti che rendono effettivo il processo di digitalizzazione a beneficio di cittadini, imprese e amministrazioni locali. In questa fase, un ruolo centrale è svolto dalle società in house Lepida e ART-ER, che rappresentano il principale supporto tecnico e strategico della regione.

Lepida opera prevalentemente sul piano infrastrutturale e operativo, occupandosi della gestione delle infrastrutture ICT, dello sviluppo dei servizi digitali e del supporto alla transizione digitale di imprese, pubbliche amministrazioni, istituzioni locali e del sistema sanitario, gestione di progetti di ricerca e sviluppo. Il suo ruolo è centrale per l'ecosistema digitale regionale: coordina i progetti di

Figura 4.1 L'ecosistema regionale per l'innovazione digitale della PA



Fonte: elaborazione degli autori.

trasformazione e gestisce infrastrutture e servizi innovativi rivolti a PA, imprese e cittadini.

ART-ER svolge invece funzioni di natura strategica, con particolare riferimento alla ricerca, all'innovazione e alla competitività territoriale. L'ente supporta l'integrazione delle tecnologie avanzate (*big data*, IA, Industria 4.0) nei sistemi produttivi, promuove analisi e attività di indirizzo e contribuisce allo sviluppo delle competenze digitali. ART-ER promuove inoltre iniziative per il posizionamento internazionale dei Tecnopoli e della Rete Alta Tecnologia, favorendo l'attrazione di talenti e la collaborazione scientifica.

4.3.4 *Rete territoriale della PA*

Per sostenere l'ecosistema digitale regionale, la regione promuove iniziative di coordinamento e coinvolgimento rivolte alla Community Network regionale (CN-ER), agli enti locali e agli altri attori territoriali. La CN-ER, istituita con la legge regionale 11/2004, rappresenta un organismo di governance che connette regione, Comuni, unioni di comuni, province e aziende sanitarie, con l'obiettivo di coordinare politiche, progetti e servizi digitali integrati. Gli enti aderenti collaborano alla condivisione di strategie, strumenti e buone pratiche. All'interno di questo sistema, Lepida gestisce le infrastrutture digitali, mentre l'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI), l'Unione Province d'Italia (UPI) Emilia-Romagna e l'Unione Nazionali Comuni e Enti Montani (UNCEM) supportano i processi di riorganizzazione e innovazione amministrativa. La CN-ER svolge inoltre funzioni di promozione dell'innovazione tecnologica e sociale, favorendo la co-progettazione di interventi, la condivisione di risorse e lo sviluppo di soluzioni integrate tramite le Comunità Tematiche (COMTem). Queste ultime rappresentano uno strumento di attuazione partecipata dell'AD. Le COMTem operano come spazi di confronto e sperimentazione digitale, nei quali gli enti condividono conoscenze e sviluppano soluzioni innovative in ambito organizzativo, tecnologico e sociale. Attivo dal 2009, il sistema ha visto una riforma complessiva nel 2024 con un modello basato su trasparenza, condivisione dei processi e responsabilità condivisa. Attualmente sono attive dieci Comunità Tematiche, suddivise in quattro macroaree: strategia per il digitale, dati per un'intelligenza diffusa, competenze digitali e servizi pubblici, infrastrutture e tecnologie.

4.3.5 *L'ecosistema dell'innovazione e della ricerca*

A completamento del modello di governance integrato, l'Emilia-Romagna si avvale di un articolato ecosistema per l'innovazione. Si tratta di un sistema dina-

mico e in continua evoluzione che nasce dalla collaborazione attiva tra enti di ricerca, imprese e PA e che mira a creare un ambiente favorevole all'innovazione, alla sperimentazione e all'attrazione di investimenti e talenti per uno sviluppo sostenibile. L'ecosistema comprende attualmente oltre 100 laboratori di ricerca, 20 sedi dei Tecnopoli, 11 associazioni dei Clust-ER e 34 incubatori e acceleratori, coordinati da ART-ER. Questa infrastruttura rappresenta una leva strategica per sostenere l'innovazione digitale sia nel sistema produttivo sia nella pubblica amministrazione. Una delle principali sfide riguarda la valorizzazione di tutti i soggetti coinvolti, al fine di garantire coerenza e chiarezza dei ruoli e sinergia tra i vari attori e partecipazione attiva. In questo contesto, la regione pone grande enfasi sul ruolo dell'università e degli ITS Academy considerati centrali per lo sviluppo dell'alta formazione e delle competenze digitali avanzate.

4.3.6 *Il ruolo della Regione Emilia-Romagna e le opportunità di outsourcing*

Per quanto riguarda il rapporto tra istituzioni e attori privati, la Regione Emilia-Romagna segue una logica di *open innovation*: un modello di governance integrato, basato sulla collaborazione tra i diversi attori del sistema regionale. La regione non delega la trasformazione digitale al settore privato, ma mantiene un ruolo centrale di indirizzo e coordinamento, operando attraverso strutture pubbliche come Lepida e ART-ER, che costituiscono il principale supporto tecnico e strategico per gli enti locali. Pur mantenendo il controllo tecnico e strategico nel pubblico, la regione attiva collaborazioni mirate con partner privati, soprattutto per la valorizzazione dei dati e lo sviluppo di soluzioni innovative. Un esempio è l'Emilia-Romagna Tourism Data Hub, realizzato con il contributo di imprese specializzate e basato sull'integrazione di diverse fonti informative.

4.4 L'Agenda Digitale della Regione Toscana

Analogamente all'Emilia-Romagna, anche la Regione Toscana si è dotata di un'agenda strategica per guidare il processo di digitalizzazione della pubblica amministrazione e rafforzare la capacità innovativa del territorio. L'Agenda Digitale 2023 (Regione Toscana, 2023) definisce obiettivi, priorità e strumenti per promuovere l'adozione consapevole delle tecnologie digitali e migliorare la qualità dei servizi rivolti a cittadini e imprese. Come nel caso precedente, l'analisi si concentra sulle principali dimensioni strategiche del documento.

4.4.1 *Obiettivi strategici per la digitalizzazione*

L'AD della Toscana si articola in quattro pilastri principali, che orientano le politiche di innovazione della pubblica amministrazione:

- *la Toscana dei Dati*: questo pilastro è finalizzato alla valorizzazione e integrazione delle informazioni pubbliche, attraverso l'interoperabilità dei sistemi e delle banche dati. L'obiettivo è costruire un modello di governance dei dati coerente con le linee europee, capace di supportare decisioni pubbliche basate su approcci *data-driven* e migliorare qualità e personalizzazione dei servizi;
- *la Toscana dei Saperi*: il focus è sul potenziamento delle competenze digitali di base e avanzate di cittadini, dipendenti pubblici e professionisti. Il pilastro promuove la diffusione di nuove conoscenze attraverso interventi educativi formali e informali, favorendo una crescita culturale digitale diffusa. In questo contesto, la Regione Toscana si impegna a garantire i diritti digitali dei cittadini mediante una strategia integrata per l'apprendimento digitale continuo, aggiornato e inclusivo;
- *la Toscana dei Servizi:* mira alla semplificazione dei processi amministrativi e al miglioramento dell'efficienza dei servizi pubblici, attraverso piattaforme digitali e strumenti orientati all'utente. Un'attenzione particolare è riservata alla trasparenza e all'accessibilità, come elementi chiave per rafforzare il rapporto tra amministrazione e cittadini;
- *tutta la Toscana Smart*: rappresenta il pilastro territoriale della strategia e punta a diffondere l'innovazione in modo omogeneo sul territorio regionale. La regione assume un ruolo di coordinamento e facilitazione, promuovendo standard tecnologici e l'adozione di soluzioni integrate tra i diversi livelli amministrativi.

Nel suo insieme, l'AD toscana mira a far evolvere l'intero ecosistema della PA, migliorandone la capacità operativa, semplificando i servizi e tutelando i cittadini. La realizzazione degli interventi è vincolata ai fondi di finanziamento disponibili a livello nazionale e regionale, che saranno presentati nel paragrafo successivo. Tale strategia mira sia al miglioramento dei servizi esistenti sia all'introduzione di nuove modalità di erogazione.

In questo contesto, la programmazione distingue tra *innovazioni incrementali*, orientate all'ottimizzazione dei servizi già disponibili, e *innovazioni addizionali*, volte alla creazione di nuovi servizi digitali. La Regione Toscana vuole garantire la *semplificazione* e la *facilità di accesso* dei servizi migliorandone la qualità e ponendo, al tempo stesso «prioritaria attenzione alla sicurezza dei dati

personali e alla valorizzazione del patrimonio informativo pubblico». Tra gli interventi principali rientrano la riorganizzazione delle infrastrutture *cloud*, la digitalizzazione dei procedimenti amministrativi e l'evoluzione dello Sportello Unico per le Attività Produttive (SUAP) e dello Sportello Unico per l'Edilizia (SUE), attraverso soluzioni telematiche e modulistica dinamica. Particolare rilievo, nell'ottica d'innovazione incrementale, assume la dematerializzazione degli archivi e dei documenti, che non solo modifica le prassi interne della PA, ma trasforma profondamente le modalità di interazione tra cittadini e amministrazioni.

Parallelamente, la regione promuove innovazioni addizionali basate su logiche *data-driven* e sull'uso di *big data*, con applicazioni nei settori della mobilità, del turismo e del welfare. In questo ambito si inserisce la piattaforma «Smart Region», che consente la gestione integrata dei dati urbani attraverso una control room per le smart cities e supporta servizi in tempo reale, anche nel quadro del paradigma «Mobility as a Service». Nel campo delle politiche del lavoro e del welfare, la regione intende creare database specifici sugli sbocchi occupazionali e strumenti per l'orientamento professionale, utili a promuovere l'efficacia delle politiche del lavoro regionali, attraverso la valutazione del collegamento esistente tra i percorsi universitari e/o lavorativi e gli interventi del FSE+. A ciò si affiancano nuovi servizi digitali di supporto alla carriera e sistemi avanzati di interazione con utenti e imprese, basati su piattaforme di Citizen Relationship Management (CRM). A supporto di questi interventi e della trasformazione digitale della PA sono stati ideati, all'interno della strategia, servizi di *facilitazione digitale* e di *Servizio Civile Digitale*, per ridurre il *digital divide* e promuovere un welfare più inclusivo. Nell'ambito socio-sanitario, la strategia toscana prevede la realizzazione di un sistema informativo unico regionale e il supporto alle strutture territoriali (Case della Comunità, Centrali Operative Territoriali, Ospedali di Comunità), integrate con soluzioni di telemedicina e collaborazione clinica. Questi interventi mirano a rendere il sistema di welfare più accessibile, integrato ed efficiente.

A completamento del quadro, la creazione del centro di risposta cyber (CSIRT Toscana) assicura sicurezza, consulenza e formazione, diffusione di *awareness* cyber per tutte le PA e aziende sociosanitarie regionali. La strategia toscana si caratterizza dunque per un approccio multidimensionale, in cui l'innovazione tecnologica si accompagna alla valorizzazione dei dati, alla semplificazione dei servizi, alla sicurezza e all'inclusione digitale, contribuendo a rafforzare l'efficienza della PA e la competitività sostenibile del territorio regionale.

4.4.2 *Tipologia e quantità di investimenti per la digitalizzazione in Toscana*

La digitalizzazione della PA in Toscana è sostenuta da una pluralità di fonti di finanziamento, che integra risorse europee, nazionali e regionali. Tra queste, il PNRR rappresenta il principale motore degli investimenti, con risorse complessive attivabili pari a circa 7,7 miliardi di euro, di cui circa un miliardo destinato alla Missione 1 («Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA»). In questo contesto, la Regione Toscana svolge un duplice ruolo: da un lato, è soggetto attuatore diretto di progetti strategici; dall'altro, agisce come facilitatore per gli enti locali, promuovendo l'adesione alle misure previste. Come soggetto attuatore, la regione è destinataria di finanziamenti per interventi che includono lo Sportello Digitale Unico, l'inclusione digitale, l'accessibilità dei servizi, il rafforzamento di PagoPA e App IO, le piattaforme di notifiche digitali, nonché iniziative innovative in ambito mobilità (Mobility as a Service) e cybersecurity. Un elemento rilevante è il Piano Strategico Banda Ultra Larga (BUL), gestito a livello nazionale dal MIMIT. Rispetto alla precedente programmazione FESR, caratterizzata da governance regionale, questa centralizzazione modifica i meccanismi decisionali, pur lasciando alla regione un ruolo di coordinamento e accompagnamento degli enti locali nell'attuazione territoriale.

Accanto al PNRR, la Toscana dispone di ulteriori strumenti finanziari. Il Fondo per lo Sviluppo e la Coesione (FSC) sostiene progetti di digitalizzazione per circa 15 milioni di euro, cui si aggiungono 18,2 milioni residui della programmazione 2014-2020. Le risorse regionali, tra cui quelle previste dalla Legge n. 145/2018, hanno finanziato interventi su hardware, software, centri di facilitazione digitale e dematerializzazione; nel 2024 sono stati stanziati ulteriori 8 milioni per archivi digitali, gestione documentale e infrastrutture tecnologiche. Il FESR Toscana 2021-2027 (1,229 miliardi complessivi) destina circa 26 milioni alla digitalizzazione della PA e allo sviluppo di ecosistemi innovativi; il FSE+ (oltre un miliardo) finanzia la formazione e le competenze digitali, in linea con il pilastro «Toscana dei Saperi»; il FEASR contribuisce con 10,75 milioni allo sviluppo dell'agricoltura di precisione e della connettività nelle aree rurali. Infine, il bilancio regionale ha stanziato 83,3 milioni per il progetto «Digitalizzazione, semplificazione e innovazione del sistema toscano», a sostegno dei servizi digitali, del Fascicolo Sanitario Elettronico e delle infrastrutture *cloud*. In sintesi, la Toscana mobilita un sistema articolato di risorse multilivello che sostiene non solo l'innovazione tecnologica, ma anche lo sviluppo delle competenze e l'inclusione digitale, contribuendo a una trasformazione strutturale e coordinata del sistema pubblico.

4.4.3 *L'ecosistema regionale per l'innovazione della PA: gli attori della digitalizzazione*

In Toscana, l'ecosistema che sostiene gli obiettivi dell'Agenda Digitale è articolato e multilivello e coinvolge attori pubblici e privati, interni ed esterni all'amministrazione regionale. Questi attori operano secondo una logica di cooperazione strategica, con la regione che assume un ruolo di promotore, coordinatore e garante della governance, oltre che di facilitatore delle collaborazioni e della qualità dei servizi digitali (Figura 4.1).

4.4.4 *La struttura amministrativa digitale*

A livello interno, la Direzione Sistemi Informativi, Infrastrutture Tecnologiche e Innovazione (SIITI)[5] è responsabile dei processi di digitalizzazione, mentre il Consiglio Regionale partecipa al framework regolativo, contribuendo alla definizione di atti legislativi e norme a supporto della trasformazione digitale.

A differenza di altre regioni, la Toscana non dispone ancora di una società in house dedicata al digitale, sebbene l'AD ne preveda la possibile istituzione futura. Attualmente, il supporto alla digitalizzazione è affidato a diversi soggetti con competenze specifiche. Tra questi, ESTAR gestisce sistemi informativi, reti e datacenter del sistema sanitario regionale, mentre il Consorzio METIS, partecipato dalla regione, da ESTAR e dalle aziende sanitarie, gestisce progetti IT orizzontali e attività di inventario relative ad asset fisici e documentali.

Il modello toscano si caratterizza dunque per un elevato grado di frammentazione. Accanto agli attori regionali operano infatti numerose società in house di livello provinciale, tra cui: Terrecablate (Siena), ARTEL e Arezzo Innovazione (Arezzo), Netspring (Grosseto), Consiag Servizi Comuni (Prato) e Firenze Smart. Se da un lato questa diffusione favorisce iniziative territoriali, dall'altro evidenzia la debolezza di un coordinamento centrale, con il rischio di sovrapposizioni, inefficienze e ampliamento del divario tra amministrazioni locali. Per questo motivo, la regione punta a rafforzare la governance della digitalizzazione, promuovendo una maggiore integrazione tra gli attori e una razionalizzazione delle competenze.

[5] Per informazioni più dettagliate (https://www301.regione.toscana.it/bancadati/uffici/Strutture.xml?cmu=50132)

4.4.5 *Coordinamento tra attori pubblici e privati*

Alla luce della frammentazione del sistema, la Regione Toscana promuove un modello di governance collaborativa basato su un ampio coinvolgimento di attori pubblici e privati. Questo approccio si applica anche al sistema produttivo. Nel settore privato, le imprese ricevono servizi semplificati e supporto alla transizione tecnologica, con particolare attenzione a PMI e startup. Le politiche nazionali, a partire dal piano Calenda (2016), hanno inoltre introdotto nuovi attori come i Competence Center (tra cui il C3T per la cybersecurity), il Centro regionale per *big data* e IA e altri poli dedicati a tecnologie emergenti (5G, blockchain, open source), che collaborano con la regione rafforzando l'ecosistema dell'innovazione. In aggiunta, un ruolo centrale è svolto anche dagli enti locali, Comuni, Unioni di Comuni, Province e Città Metropolitana di Firenze, responsabili dell'attuazione delle politiche digitali sul territorio. A questi si affiancano le associazioni di rappresentanza, come ANCI Toscana, UPI Toscana e ALI, che facilitano il coordinamento istituzionale e l'emersione dei bisogni locali.

In questo contesto, un elemento chiave è rappresentato dalla Rete Telematica Regionale Toscana (RTRT), attiva dal 1997 e configurata come infrastruttura tecnologica e comunità collaborativa. La rete connette l'intero sistema pubblico regionale, incluse amministrazioni locali, enti sanitari, università, centri di ricerca e altri soggetti, garantendo interoperabilità, efficienza e sicurezza. Il suo modello di governance, definito dalla legge regionale n. 1/2004, prevede organi strategici e tecnici, nonché la possibilità di attivare gruppi di lavoro tematici.

Tra gli obiettivi dell'AD vi è il rafforzamento di questo modello, attraverso una revisione delle modalità di partecipazione e coordinamento. In particolare, la regione intende ridurre il peso degli organi assembleari, favorendo invece forme più flessibili di collaborazione, come comunità di pratica e gruppi tematici su base volontaria.

4.4.6 *Funzionari addetti alla digitalizzazione in Regione Toscana e outsourcing*

L'analisi dell'AD toscana evidenzia una carenza significativa di competenze specialistiche negli enti locali, soprattutto nei comuni di piccole dimensioni: circa la metà di quelli sotto i 5.000 abitanti non ha ancora nominato il Responsabile per la Transizione al Digitale (RTD), figura centrale per guidare i processi di innovazione.

Per colmare questo divario, la Regione Toscana prevede azioni di supporto e accompagnamento, tra cui la creazione di una rete territoriale degli RTD e il rafforzamento delle competenze interne alle amministrazioni. In questa prospetti-

va, anche per ridurre il ricorso all'*outsourcing*, la regione, nell'ambito del PNRR (misura 1.7.2), promuove l'introduzione della figura del *facilitatore digitale* e la realizzazione di 169 centri di facilitazione digitale entro il 2025, con l'obiettivo di supportare i cittadini più esposti al rischio di *digital divide*. Parallelamente, è previsto un potenziamento dell'offerta formativa rivolta a dipendenti pubblici e professionisti, finalizzato allo sviluppo di competenze ICT avanzate. Nel complesso, il modello organizzativo regionale si configura come un sistema misto, che combina funzioni di coordinamento centrale e responsabilità diffuse tra le diverse unità amministrative. Tra le principali direttrici strategiche emergono la razionalizzazione delle società *in house* locali, per ridurre sovrapposizioni e inefficienze, e il rafforzamento di una governance *bottom-up*, orientata all'ascolto degli enti territoriali e degli stakeholder. Un ruolo centrale è inoltre attribuito all'ecosistema regionale per il trasferimento tecnologico, inteso come rete collaborativa che coinvolge imprese, università, centri di ricerca, *digital innovation hub* e altri attori dell'innovazione. In questo quadro, la regione promuove forme di aggregazione territoriale e gestione associata, finalizzate alla condivisione di competenze, alla diffusione del know-how e al consolidamento di reti collaborative a supporto della trasformazione digitale.

4.5 Conclusioni e prospettive della trasformazione digitale in Emilia-Romagna e Toscana

L'analisi comparata della letteratura e delle agende digitali di Toscana ed Emilia-Romagna evidenzia come entrambe le regioni, pur collocandosi in una fascia medio-alta nel panorama nazionale per la digitalizzazione, presentino ancora alcune criticità strutturali.

In particolare, il capitale umano rappresenta un nodo centrale: la limitata diffusione di competenze digitali, l'elevata età media del personale e la persistenza di modelli organizzativi tradizionali continuano a rallentare l'adozione efficace delle tecnologie. Si riscontra inoltre un «legalismo formale», che riflette una cultura amministrativa orientata a interpretare la digitalizzazione come una mera transizione tecnica, trascurandone la portata trasformativa sulle logiche organizzative e sulle relazioni con l'utenza.

Nonostante tali criticità, entrambe le regioni hanno adottato strategie ambiziose e calibrate sulle specificità territoriali. La presentazione delle due agende illustra uno stile proattivo che, proprio partendo dall'analisi sistematica dei fattori di ostacolo, individua obiettivi di lungo termine e approcci «olistici» che integrano le varie dimensioni strategiche. Anche la previsione dei finanziamenti

(provenienti da fonti europee e nazionali/regionali) appare coerente e simile nei due contesti.

I modelli di governance della digitalizzazione appaiono però divergenti. Come illustrato nella Figura 4.1, si possono analizzare diverse dimensioni: l'approccio strategico e la struttura della governance, l'assetto degli attori e il loro coordinamento, la gestione delle infrastrutture e dei servizi digitali e le relazioni con l'ecosistema dell'innovazione.

Con riferimento all'approccio strategico e alla struttura di governance, l'Emilia-Romagna punta su un modello integrato a forte regia pubblica. La regione agisce da perno tra l'indirizzo politico e l'attuazione operativa degli obiettivi, garantendo continuità e coerenza trasversale tra le diverse politiche settoriali. La Toscana adotta un modello più diffuso e articolato, in cui la regione funge principalmente da coordinatore e facilitatore. A differenza dell'Emilia-Romagna, qui l'attuazione della trasformazione digitale non è accentrata, ma si distribuisce tra una pluralità di attori territoriali.

Le divergenze tra i due modelli diventano ancora più marcate nell'analisi dell'assetto degli attori e del loro coordinamento. In Emilia-Romagna, le società *in house* Lepida e ART-ER ricoprono ruoli distinti ma sinergici. Lepida gestisce l'infrastruttura e i servizi ICT garantendo standardizzazione e interoperabilità. ART-ER presidia l'ecosistema dell'innovazione, connettendo ricerca, imprese e istituzioni. Questa struttura permette di integrare la visione strategica all'attuazione operativa in un sistema di governance fortemente unitario.

In Toscana, al contrario, le competenze sono ripartite tra una pluralità di soggetti che operano secondo logiche più diffuse e meno strutturate. Tra i principali attori figurano ESTAR, focalizzato sul supporto tecnico-amministrativo al sistema sanitario, e il consorzio METIS, orientato alla transizione digitale. Mentre in Emilia-Romagna le diverse funzioni sono distinte ma sinergiche, nel contesto toscano esse appaiono frammentate e talvolta sovrapposte. Ne consegue che l'integrazione tra tecnologia e strategia, intrinseca nel modello emiliano, in Toscana richiede costanti sforzi di coordinamento tra attori diversi, aumentando la complessità e riducendo, in parte, la coerenza del sistema.

La capacità di coordinamento costituisce un ulteriore elemento di distinzione. Se in Emilia-Romagna essa è garantita da assetti formali e infrastrutture relazionali stabili (Community Network), in Toscana il coordinamento si basa su reti collaborative (RTRT). Tale approccio si traduce in un coordinamento aperto e più flessibile che però è meno efficace nel garantire standardizzazione e uniformità sull'intero territorio.

La terza dimensione analitica concerne la gestione delle infrastrutture e dei servizi digitali. L'Emilia-Romagna punta su un'infrastruttura unitaria e centra-

lizzata che favorisce standardizzazione e interoperabilità. In Toscana, invece, la frammentazione istituzionale e attoriale si traduce in una maggiore eterogeneità delle soluzioni adottate che limita l'integrazione e la coerenza infrastrutturale sul territorio.

Infine, sotto il profilo delle relazioni con l'ecosistema dell'innovazione, entrambi i contesti regionali favoriscono la sinergia tra pubblica amministrazione, mondo della ricerca e tessuto imprenditoriale.

Tuttavia, mentre in Emilia-Romagna tali relazioni risultano maggiormente strutturate e integrate, anche grazie al ruolo di ART-ER e dei Tecnopoli, in Toscana esse assumono una configurazione più reticolare e meno sistemica.

Nel complesso, l'analisi delinea due diverse configurazioni di governance che, pur condividendo l'obiettivo della transizione digitale, divergono per modalità attuative. L'Emilia-Romagna tende verso un modello di integrazione centralizzata, fondato su una chiara regia pubblica; la Toscana si orienta invece verso un approccio più policentrico e reticolare, basato su reti collaborative e competenze diffuse, che favoriscono flessibilità ma comportano maggiori rischi di frammentazione.

In sintesi, il modello emiliano-romagnolo garantisce coerenza e capacità di indirizzo strategico, ma richiede elevate capacità amministrative. Il modello toscano valorizza la dimensione territoriale e la partecipazione diffusa, ma necessita di un rafforzamento della governance per ridurre la frammentazione. L'analisi comparata delle agende digitali evidenzia dunque come la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione non sia riducibile a un mero adeguamento tecnologico. Essa si configura come un processo di riconfigurazione istituzionale profondo, in cui l'innovazione tecnica è indissolubilmente legata alla ridefinizione dei modelli organizzativi, degli assetti di governance e delle logiche di coordinamento territoriale.

5 INTELLIGENZA ARTIFICIALE, LAVORO E OCCUPAZIONE: TEORIE, EVIDENZE E IMPLICAZIONI PER IL MERCATO DEL LAVORO

Gregorio Buzzelli*, Costanza Gagliesi*, Stefano Sacchi*

5.1 Introduzione

Il cambiamento tecnologico è da sempre il motore delle principali trasformazioni strutturali dell'economia e della società. Sin dalle rivoluzioni agricole in Mesopotamia, passando per quelle industriali tra il XVIII e il XX secolo, il progresso delle organizzazioni umane è stato significativamente influenzato dall'introduzione di nuove tecnologie nei sistemi produttivi, alterando i processi di creazione e distribuzione della ricchezza. Nelle cosiddette economie avanzate di mercato (Beramendi *et al*., 2015), l'avvento della robotica a partire dagli anni Settanta del Novecento e, due decenni dopo, dell'informatica ha contribuito al declino del modello di sviluppo fordista, accelerando la crescita dei servizi, in particolare quelli ad alto contenuto formativo. Le moderne «economie della conoscenza» (Hall, 2022; Powell & Snellman, 2004) si trovano oggi dinanzi a una nuova sfida rappresentata dall'Intelligenza Artificiale (IA), la quale sembra destinata a ridefinire l'organizzazione e la funzione delle competenze nel mercato del lavoro.

A differenza delle precedenti tecnologie per l'automazione, l'IA – ovvero quell'insieme di tecnologie computazionali in grado di generare autonomamente abilità per risolvere problemi tramite l'addestramento su enormi banche dati (Wang, 2019) – consente di affidare alle macchine l'esecuzione di mansioni complesse e prive di schemi predeterminati (produrre immagini o testi sulla scorta di input non codificati, guidare un'auto nel traffico ecc.) (D.H. Autor, 2015). L'impiego dell'IA nei sistemi produttivi annuncia, dunque, una nuova rivoluzio-

* Politecnico di Torino

ne tecnologica, svincolando (almeno in parte) la capacità decisionale (in campo manageriale, creativo, tecnico) dal possesso di informazioni e abilità specifiche (Agrawal *et al*., 2022). Questo capitolo intende contribuire al dibattito sull'impatto dell'IA sulle professioni, sulle condizioni lavorative e sui processi aziendali tramite una rassegna multidisciplinare dei diversi filoni di letteratura scientifica sul tema.

Nel paragrafo 5.2 si analizza la letteratura economica e sociologica sull'impatto occupazionale dell'IA, partendo dai modelli predittivi *task-based*, e mostrando alcune evidenze preliminari. Se, da un lato, l'accresciuto potere computazionale suggerisce il possibile spiazzamento di alcune professioni *cognition-intensive* (programmazione, consulenza legale, servizi di traduzione) (Felten *et al*., 2018; Tolan *et al*., 2021), dall'altro la diffusione dell'IA potrebbe stimolare la formazione di nuove professionalità (soprattutto nel campo dell'ICT), nonché facilitare l'accesso ad attività ad alto contenuto formativo da parte di un'ampia platea di lavoratori non specializzati in grado di interagire con i nuovi software (Autor, 2024; Wilson *et al*., 2017). Le limitate evidenze empiriche invitano in ogni caso alla cautela. L'evidenza empirica disponibile mostra timidi segnali di crescita occupazionale e salariale tra le professionalità IT che possono maggiormente beneficiare dell'uso delle nuove tecnologie. Tuttavia, secondo alcuni recentissimi studi, le posizioni più junior mostrano una notevole contrazione a seguito dell'adozione dell'IA. Il paragrafo 5.3 si concentra sugli impatti dell'IA sull'organizzazione aziendale, sottolineando come l'IA sia un'innovazione situata, il cui impatto è significativamente influenzato dalla presenza di una serie di condizioni abilitanti (per esempio, formazione continua, contesto lavorativo flessibile ecc.). Si indicano guadagni di produttività associati all'efficientamento dei processi produttivi, in un contesto organizzativo più flessibile, inclusivo e decentralizzato (ILO, 2022; Loureiro *et al*., 2022).

Infine, il paragrafo 5.4 conclude, sintetizzando le principali evidenze emerse dalla letteratura e discutendo le questioni ancora aperte nel dibattito scientifico. L'attenzione si concentra sulle implicazioni dell'IA per la trasformazione del lavoro e delle organizzazioni, evidenziando le priorità per la futura ricerca empirica e i principali nodi che imprese e decisori pubblici saranno chiamati ad affrontare nel governo della transizione tecnologica. In questa prospettiva, il paragrafo introduce alcuni temi che saranno approfonditi nei capitoli successivi, dedicati al caso italiano, alle strategie di adozione dell'IA nelle imprese e alle sfide poste allo sviluppo delle competenze e delle politiche formative.

5.2 IA, lavoro e mansioni: framework teorico e prime evidenze

Sin dagli albori della Rivoluzione Industriale, lo sviluppo economico è guidato dal costante avanzamento della frontiera tecnologica. Quest'ultimo figura come parte integrante delle stesse definizioni di economie capitalistiche che ritroviamo nelle opere fondamentali del pensiero economico e sociologico (Schumpeter, 1961; Weber, 2003 [1905]). Allo stesso tempo, l'introduzione di nuove tecnologie nei processi produttivi richiede significative trasformazioni della forza lavoro, favorendo l'emersione di nuove competenze a danno di quelle legate al paradigma produttivo precedente (dunque obsolete). Queste transizioni sono accompagnate da cambiamenti significativi nelle condizioni occupazionali di molti lavoratori, le cui competenze possono favorire nuove opportunità di crescita o, al contrario, comportare rischi di dislocamento (Autor *et al.*, 2003). In particolare, l'industrializzazione di massa dello scorso secolo ha spinto alcuni studiosi a immaginare scenari di crescente automazione del lavoro umano, fino a ipotizzare un completo rimpiazzo delle attività umane da parte delle macchine (Keynes, 2010 [1930]).

Nonostante l'avvento della robotica e dell'informatica a partire dagli anni Sessanta (Nordhaus, 2007; Schwab, 2016), simili prospettive di una disoccupazione tecnologica di massa si sono rivelate infondate. Tuttavia, a queste innovazioni tecnologiche sono legati mutamenti strutturali dell'occupazione, che nelle economie di mercato avanzate hanno premiato soprattutto i lavoratori con formazione terziaria, limitando al contempo le opportunità di crescita per la forza lavoro meno specializzata (Antonelli & Tubiana, 2020, 2023; Atalay *et al.*, 2018). Analogamente, lo sviluppo degli algoritmi di *machine learning* e, più di recente, dell'IA generativa appare foriero di significative trasformazioni nel mercato del lavoro, sebbene ancora poco evidenti (OECD, 2023).

Allo studio dell'impatto occupazionale del cambiamento tecnologico è dedicato un voluminoso filone di ricerca che si colloca a cavallo tra l'economia politica e del lavoro e la sociologia economica. Negli ultimi tre decenni, gli studiosi di queste discipline hanno elaborato alcuni *framework* teorici, empiricamente fondati, che fanno luce sugli effetti di spiazzamento e rafforzamento della forza lavoro esposta all'automazione, fornendo un solido appiglio per l'elaborazione di previsioni circa l'impatto occupazionale dell'IA. In particolare, i principali contributi indagano la complementarità e/o competizione tra lavoro umano e nuove tecnologie a livello delle singole mansioni, fornendo un'analisi micro-fondata dell'impatto socioeconomico del cambiamento tecnologico (Felten *et al.*, 2023; Tolan *et al.*, 2021). Il riferimento a tale letteratura risulta imprescindibile per stimolare un dibattito *evidence-based* tra i vari stakeholder coinvolti nell'adozione

e nella governance di queste tecnologie, accantonando letture immotivatamente pessimistiche o ottimistiche.

5.2.1 *L'automazione prima dell'IA: il ruolo delle mansioni*

La transizione delle economie avanzate dal fordismo all'economia della conoscenza (Hall, 2022; Powell & Snellman, 2004) ha riacceso il dibattito sul ruolo delle tecnologie di automazione (ICT, robotica) nel mutamento del lavoro. Dalla fine degli anni Settanta crescono occupazione e salari nelle professioni ad alta qualificazione: i primi studi lo spiegano con la complementarità tra competenze cognitive e tecnologia, che avvantaggia i lavoratori più istruiti e penalizza quelli manuali o poco specializzati (*skill-biased technical change*) (Goldin & Katz, 1998; Murnane *et al*., 1995). Autor *et al*. (2003) rivedono questo quadro mostrando negli USA una polarizzazione: calano le professioni «intermedie» con mansioni ripetitive, automatizzabili perché codificabili, mentre crescono quelle ad alta formazione e i servizi manuali non routinari (*routine-biased technical change*).

Sebbene questo framework fornisca un'intuizione teorica convincente per identificare i gruppi professionali «potenzialmente» esposti al rischio di automazione, evidenze empiriche successive, in particolare provenienti dal mercato del lavoro europeo, smentiscono qualsiasi previsione catastrofica circa la sostituzione integrale di queste professionalità con le macchine. Infatti, diversi studi quantitativi mostrano come la stragrande maggioranza di questi lavoratori abbia mantenuto la propria occupazione, riconducendo, quindi, eventuali tendenze di polarizzazione a un graduale turnover intergenerazionale che vede il tasso di pensionamento eccedere il numero di nuovi ingressi in quel segmento della forza lavoro (Cortes, 2015; Kurer & Gallego, 2019). Analogamente, la letteratura economica che indaga l'impatto occupazionale della robotizzazione nel manifatturiero mostra evidenze contrastanti (Acemoglu & Restrepo, 2020; Caselli *et al*., 2021; Klenert *et al*., 2022).

In definitiva, i principali effetti distributivi negativi per i lavoratori con competenze (o mansioni) obsolete riguardano la qualità dell'occupazione: dinamiche salariali stagnanti o decrescenti, demansionamento, crescente insoddisfazione lavorativa (Autor, 2013; Braxton & Taska, 2023; Küstermann, 2025; Parolin, 2020). Di contro, dinamiche occupazionali e salariali ascendenti hanno sinora riguardato le professioni cognitive, a partire da quelle emerse con l'avvento delle ICT, cui queste tecnologie hanno aperto un nuovo mercato (internazionale) della conoscenza (Antonelli & Tubiana, 2020; Atalay *et al*., 2018; Schultheiss *et al*., 2023). Inoltre, l'impatto del cambiamento tecnologico sul mercato del lavoro

varia significativamente tra i paesi, svelando il ruolo fondamentale giocato dalle istituzioni e dalle politiche pubbliche, le quali condizionano l'intero processo di automazione (dall'adozione di nuove tecnologie produttive, alla protezione della forza lavoro sostituibile tramite formazione e interventi regolativi) (Fernández-Macías, 2012; Oesch & Rodriguez Menes, 2011). In particolare, l'emersione del lavoro povero come conseguenza del cambiamento tecnologico appare significativamente arginato da istituzioni e politiche del lavoro inclusive ed efficaci (Buzzelli, 2025; Parolin, 2020).

Pertanto, sulla scorta di una vasta letteratura empirica, possiamo affermare come l'ondata di automazione connessa alla diffusione delle tecnologie informatiche non sia associata a una sostituzione massiccia del lavoro umano, neppure tra le professioni caratterizzate da competenze divenute obsolete. Tuttavia, queste ultime correlano con un fenomeno di *downgrading* delle condizioni occupazionali che invita a una seria riflessione sulle soluzioni di policy volte a mitigare questa tendenza (si veda il Capitolo 8).

5.2.2 *L'impatto occupazionale dell'IA: «The jury is still out»*

Se gli studi sugli effetti occupazionali associati alla diffusione delle ICT rivelano un graduale processo di adeguamento della forza lavoro, l'avvento dell'IA – e in particolare dell'IA generativa – ha scatenato un acceso dibattito circa la rinnovata aspettativa di un'automazione su vasta scala. La novità e il rapido sviluppo di questo gruppo di tecnologie, assieme allo scarso tasso di adozione nel mercato del lavoro, rende la stima degli impatti occupazionali dell'IA un'impresa piuttosto ardua. Pertanto, le stime prodotte dagli studi esistenti sono da ritenersi come preliminari.

Le applicazioni di IA risultano difficilmente separabili dalla precedente rivoluzione ICT, poiché molte «novità» derivano da miglioramenti incrementali (Goodfellow *et al.*, 2016; Smith, 2018). Tuttavia, il *machine learning* amplia in modo qualitativo funzioni e contesti d'uso: tramite *training data-driven* produce output non interamente vincolati alla programmazione umana, aumentando la capacità predittiva e rendendo automatizzabili anche mansioni meno ripetitive, grazie alla parziale sostituzione di conoscenza tacita impiegata in situazioni complesse (Autor, 2015). Su questa base, la letteratura *task-based* converge sull'idea che l'esposizione all'IA si concentri soprattutto nelle professioni *cognition-intensive* a medio-alta formazione (analisti, programmatori, traduttori, impiegati), mentre i servizi a bassa qualificazione appaiono meno esposti (Felten *et al.*, 2018; Tolan *et al.*, 2021). Con l'IA generativa, l'esposizione cresce per mansioni basate su scrittura e codice, mentre compiti più astratti o creativi risultano meno sosti-

tuibili, suggerendo segmentazioni anche all'interno dei lavori *high-skill* (Eloundou *et al*., 2023).

Al tempo stesso, «esposizione» non equivale automaticamente a spiazzamento: può tradursi in potenziamento (*augmentation*) quando solo alcune mansioni sono automatizzabili, mentre un'ampia sovrapposizione predice maggiori rischi di sostituzione (Carbonero *et al*., 2023; Gmyrek *et al*., 2023). Guardare anche alla dispersione dell'esposizione dentro le professioni restituisce un quadro più sfumato (Pizzinelli *et al*., 2023): le professioni impiegatizie risultano più vulnerabili, mentre manager e professionisti emergono come potenziali beneficiari.

Infine, l'IA crea nuove opportunità occupazionali: cresce la domanda ICT e si affermano nuove professionalità necessarie all'integrazione dell'IA nel mercato del lavoro (AICA *et al*., 2023; Acemoglu, 2024; Wilson *et al*., 2017). L'integrazione dell'IA nella robotica potrebbe accrescere la domanda di simili professionalità anche nel manifatturiero, accelerando il processo di «servitizzazione», assieme a un ridimensionamento del lavoro più routinario (Brunetti *et al*., 2025; Leitao *et al*., 2020; Nica, 2023). Allo stesso tempo, consentendo anche a chi non possiede una competenza specialistica di partecipare al processo decisionale (Agrawal *et al*., 2022), l'IA potrebbe «democratizzare» l'accesso ad alcune mansioni sinora di esclusivo dominio di professionisti con formazione specialistica (per esempio, consultazione e stesura di documenti legali, programmazione informatica, diagnosi medica) (Autor, 2024). L'emersione di competenze di *prompt engineering*, ovvero l'abilità di progettare input ottimizzati per migliorare l'accuratezza e la pertinenza delle risposte generate dall'IA, e la loro crescente domanda nel mercato del lavoro avvalorano queste previsioni (Chen *et al*., 2024; Korzynski *et al*., 2023) – per un framework di classificazione di simili competenze si veda Federiakin *et al*. (2024).

5.2.3 *Prime evidenze e conclusioni*

Le stime qui citate prevedono che l'IA impatti principalmente sull'attività lavorativa dei professionisti a media-alta formazione, in particolare nel settore dei servizi. Sebbene la composizione tra effetti di spiazzamento e di potenziamento sia ancora da definire, analisi econometriche preliminari suggeriscono come i primi potrebbero riguardare soprattutto le professioni cognitive operanti in un contesto strutturato (per esempio, professioni impiegatizie, programmatori informatici ecc.), mentre professionisti socioculturali e manager beneficerebbero di un incremento di performance senza essere soggetti al rischio di sostituzione. Oltre all'impatto sulle mansioni esistenti, le possibili trasformazioni apportate dall'IA ai sistemi produttivi sono associate a due effetti distributivi contrastanti:

da un lato, queste potrebbero ampliare la segmentazione del mercato tra lavoro ad alta formazione e lavoro routinario avviatasi con l'avvento delle ICT; dall'altro, le capacità predittive dell'IA potrebbero consentire a lavoratori privi di formazione terziaria di svolgere alcune mansioni sinora di esclusivo dominio di professionisti specializzati.

Tali analisi predittive costituiscono gli ancoraggi teorici fondamentali per istruire delle analisi empiriche sull'impatto occupazionale dell'IA. Tuttavia, la recente diffusione di queste tecnologie nel tessuto produttivo, che ha appena raggiunto il 20% delle aziende europee (16,4% in Italia), con significativa eterogeneità tra i paesi (dal 42% in Danimarca al 5,2% in Romania) (European Commission, 2025a), limita il numero di evidenze a disposizione, le quali restituiscono un quadro ancora poco chiaro.

Sino alla prima metà del 2025, studi empirici basati su evidenze osservazionali non mostravano significativi effetti di spiazzamento occupazionale (Acemoglu *et al*., 2019; Felten *et al*., 2019; Hunt *et al*., 2022; Lane & Saint-Martin, 2021). Solo alcuni contributi rinvenivano preliminari evidenze di sostituzione in settori specifici (in particolare tra analisti finanziari e funzionari amministrativi) (Commission de l'Intelligence Artificielle, 2024; Grennan *et al*., 2020). Al contrario, l'adozione dell'IA risultava associata a opportunità lavorative e dinamiche salariali crescenti – sebbene contenute – per i avoratori con formazione terziaria, sostenute soprattutto dalla domanda di competenze digitali (Felten *et al*., 2019; Fossen & Sorgner, 2022; Georgieff & Hyee, 2022). Quest'ultima interessa diversi settori produttivi (Alekseeva *et al*., 2021; Georgieff & Hyee, 2022; Milanez, 2023), ma i principali impatti positivi, soprattutto al livello salariale, si collocano nei servizi *knowledge-intensive* (per esempio, servizi finanziari, servizi di consulenza, ICT ecc.) (Genz *et al*., 2021; Guarascio *et al*., 2024).

Questo quadro così favorevole sembra essere messo in discussione dall'evidenza empirica più recente, pubblicata nel secondo semestre del 2025. Negli ultimi mesi infatti, grazie alla crescente disponibilità di dati sull'adozione dell'IA – in particolare nei mercati del lavoro statunitense e britannico – nuovi studi con disegni causali mostrano che l'introduzione dell'IA generativa, con il lancio di ChatGPT come evento catalizzante, ha prodotto una sensibile riduzione delle posizioni più junior e delle relative retribuzioni, soprattutto nelle professioni tecniche e creative e nelle attività di analisi dei dati (Azar *et al*., 2025; Brynjolfsson *et al*., 2025; Hosseini & Lichtinger, 2025; Klein Teeselink, 2025). Le evidenze riguardanti l'impatto sulle posizioni senior, anch'esse esposte all'IA, risultano invece meno consolidate. Questi risultati, basati prevalentemente su dati di *job posting*, contrastano con quelli provenienti da studi fondati su dati amministrativi o di indagine, che registrano effetti più contenuti (Chandar, 2025; Humlum

& Vestergaard, 2025). Più che un vero e proprio spiazzamento, tali dinamiche sembrano riflettere un aggiustamento anticipatorio da parte delle imprese, in previsione di potenziali – ma ancora non pienamente verificate – possibilità di automazione. Coerentemente con quanto mostrato circa gli effetti dell'automazione pre-IA generativa dal fondamentale Employment Outlook dell'OCSE del 2020 (OECD, 2020a), il cambiamento nell'occupazione non viene (tanto) dal licenziamento di lavoratori (allora routinari a medie qualifiche, oggi analisti a qualifiche elevate), ma nella riduzione del tasso di reclutamento dei lavoratori con tali caratteristiche. Questo spiegherebbe perché l'impatto dell'IA generativa risulta visibile nelle politiche di reclutamento delle imprese, ma non ancora (o comunque meno) dei dati amministrativi, in particolare quelli aggregati che non distinguono tra nuovi entranti e personale già in forza alle aziende.

Più in dettaglio, attraverso un disegno causale Klein Teeselink (2025) mostra che i modelli di linguaggio generativo stanno trasformando il mercato del lavoro nel Regno Unito, con effetti significativi su occupazione, salari e modalità di lavoro, sia a livello di imprese sia a livello di professioni, e con conseguenze rilevanti sulle politiche di reclutamento e formazione. A livello di imprese, si verifica una riduzione del 4,5% dell'occupazione totale tra le imprese esposte all'IA, con un calo più marcato delle posizioni junior (-5,8%) rispetto a quelle senior (-2,5%). L'effetto totale è un cambiamento nella composizione della forza lavoro, con una maggiore incidenza di ruoli senior. Per quanto riguarda le offerte di lavoro, queste risultano ridotte di ben il 16,3% nelle imprese maggiormente esposte all'IA generativa, con un calo concentrato tra le posizioni tecniche e creative, come ingegneri del software e designer (e invece un aumento occupazionale verificabile per i ruoli orientati al cliente, come i rappresentanti delle vendite).

A livello di professioni, si assiste a una considerevole riduzione, pari al 23,4% delle offerte di lavoro per le professioni maggiormente esposte all'IA generativa, con una diminuzione dei salari pubblicati nelle offerte del 6,3% e un aumento nelle offerte di lavoro della richiesta di flessibilità lavorativa, con una riduzione del 3% delle posizioni che richiedono la presenza in ufficio. Tali effetti sono concentrati nei segmenti del mercato del lavoro con salari elevati. Ciò dà luogo, nel breve periodo, a una compressione della distribuzione salariale e una riduzione delle diseguaglianze di reddito.

Dal punto di vista dei mercati interni del lavoro e della formazione interna delle competenze specifiche all'azienda, la riduzione delle posizioni junior potrebbe ostacolare i percorsi tradizionali di sviluppo delle competenze, rendendo più difficile per i nuovi entranti acquisire esperienza e per le aziende, nel medio periodo, formare talenti senior internamente.

Tale evidenza è allo stato attuale la più solida disponibile, anche se ovviamente riferita a un paese come il Regno Unito, ovvero il terzo mercato mondiale per lo sviluppo dell'IA, con un'incidenza di utilizzo di queste tecnologie da parte delle imprese superiore alla media dell'UE e pari al 22%, secondo le proiezioni di statistica ufficiale per il 2024 (Office for National Statistics, 2025), con punte del 75% nel settore finanziario (Bank of England, 2024). Essa risuona con la più recente evidenza disponibile per gli Stati Uniti. Anche nel mercato del lavoro statunitense, infatti, le professioni più esposte all'AI vedono un calo dell'occupazione per i lavoratori all'inizio della carriera (Brynjolfsson *et al.*, 2025): -16% per la classe di età 22-25 anni, e un declino dell'occupazione per professioni come quella degli sviluppatori di software di quasi il 20% dal loro picco nel 2022. Al contrario, l'occupazione per lavoratori più esperti è rimasta stabile o è aumentata. Altro dato di grande rilievo: professioni con oltre il 70% di laureati mostrano un declino dell'occupazione, mentre quelle con meno del 30% di laureati mostrano una crescita, un risultato che sembrerebbe sovvertire sia gli effetti della rivoluzione ICT (con dinamiche interpretabili con lo *skill-biased technological change*), sia della «quarta rivoluzione industriale» (con dinamiche interpretabili con il *routine-biased technological change*), per fornire opportunità a lavoratori con istruzione meno elevata, come preconizzato da Autor (2024).

Nel complesso, il corpus di studi empirici oggi disponibile suggerisce una dinamica a doppio binario. Da un lato, l'esposizione all'IA appare associata a un aumento dei guadagni per i lavoratori senior con alta qualificazione; dall'altro, essa solleva interrogativi sul processo di formazione e inserimento delle nuove risorse, che potrebbero trovarsi di fronte a opportunità professionali più limitate.

Oltre alla recente ed eterogenea adozione di queste tecnologie, l'OCSE (OECD, 2023) indica come il debole impatto occupazionale dell'IA sui lavoratori senior, in linea con le evidenze sulle conseguenze distributive dell'automazione negli ultimi trent'anni, sia imputabile al comportamento delle aziende. Queste ultime – scontando un trend pluridecennale di invecchiamento della popolazione attiva – solitamente mantengono in organico le/i lavoratrici/lavoratori con competenze obsolete, sostituendo questi ultimi tramite un graduale processo di turnover. Infatti, i tempi necessari per adeguare il processo produttivo alle nuove capacità tecnologiche riduce il rischio di aggiustamenti occupazionali repentini. Al contrario, conservare il capitale umano specifico accumulato nell'azienda offre una forma di assicurazione nel caso in cui i nuovi applicativi non raggiungano i benefici produttivi previsti (Milanez, 2023).

In conclusione, la ricerca empirica sinora condotta sull'impatto occupazionale dell'IA restituisce un quadro ancora parziale, ma evidenzia una doppia

segmentazione: da un lato una divisione tra professioni più e meno qualificate – in continuità con quanto osservato per l'ICT – e dall'altro una crescente divergenza interna alle professioni maggiormente esposte tra lavoratori junior e senior. Tuttavia, occorre precisare come il cammino dell'IA sia solo all'inizio, e la «visibilità empirica» raggiunta non consente di azzardare previsioni a lungo termine. Una pervasiva diffusione dell'IA nei processi produttivi, e una conseguente evoluzione sistemica di tali processi su larga scala (Agrawal *et al.*, 2022), potrebbe dar corpo ad alcune trasformazioni occupazionali sinora solo teorizzate e in contrasto con le evidenze raccolte (per esempio, *upgrading* professionale dei lavoratori non specializzati). Indicazioni di un vero e proprio salto di paradigma tecnologico provengono dall'analisi della distribuzione dei brevetti dell'IA condotta da Damioli *et al.* (2024), i quali mostrano un graduale decentramento e spostamento dell'innovazione in questo campo dal settore ICT verso altri settori produttivi, inteso come prodromo di una trasformazione globale dei processi produttivi e dell'organizzazione del lavoro. Tracce di questi cambiamenti possono essere rinvenute da studi empirici concentrati su contesti specifici di adozione dell'IA, rilevando trasformazioni riguardanti l'organizzazione aziendale.

5.3 IA e processi organizzativi: fattori abilitanti e cambiamenti strutturali

Da decenni ormai strumenti e sistemi di IA sono entrati nelle organizzazioni produttive, e più di recente a questi si sono accostati sistemi di IA generativa e *machine learning*. Come ogni altro cambiamento organizzativo, anche l'introduzione di queste novità tecnologiche ha influito sulle dinamiche interne, richiedendo cambiamenti e aggiornamenti su molti fronti, fra cui la gestione del lavoro, la formazione, l'attenzione al benessere organizzativo (Bankins *et al.*, 2023; Issa Alhusban *et al.*, 2025). Gli impatti dell'IA sul contesto aziendale e sui singoli *task* e ruoli sono oggetto di studio da parte di un'ampia gamma di discipline tra cui, la sociologia del lavoro, la medicina, il management, la psicologia, l'economia, gli studi giuridici. Le varie discipline indagano i cambiamenti dal livello micro, inteso come le singole mansioni e ruoli, a quello macro, inteso come gerarchie e dinamiche aziendali. Come vari sono i settori in cui è stato studiato l'impatto dell'IA, altrettanto differenti sono le realtà che si sono spese per analizzare il fenomeno: università e istituti di ricerca, organizzazioni internazionali (OCSE, ILO), ma anche di agenzie per il lavoro e di consulenza aziendale interessate a conoscere e anticipare i trend del mercato (Gi Group, 2024; Ernst & Young, 2024). La rassegna di questa letteratura è imprescindibile per una

conoscenza approfondita del fenomeno, al fine di integrare in maniera efficace sistemi di IA nei processi produttivi, decisionali e gestionali.

5.3.1 *Fattori organizzativi abilitanti*

Le organizzazioni aziendali sono sistemi complessi, permeabili ai cambiamenti esterni, che possono essere accolti e sfruttati per migliorare i processi interni o, al contrario, possono scontrarsi con struttura e cultura organizzative preesistenti. Prima di approfondire quali possono essere le conseguenze delle innovazioni tecnologiche legate all'IA, si introducono brevemente due tipi di fattori abilitanti che contribuiscono a rendere un'organizzazione produttiva più ricettiva alla trasformazione tecnologica: il contesto organizzativo in senso ampio e le caratteristiche individuali delle/dei singole/i dipendenti.

5.3.2 *Conoscenza della tecnologia, del contesto, del personale e dei compiti*

Essendo l'IA uno strumento estremamente versatile e adattabile a diversi scenari, padronanza e comprensione dettagliate del contesto – tecnico, produttivo e umano – sono di vitale importanza per identificare quando, dove e come utilizzare l'IA in azienda (Gi Group, 2024). Sarebbe, infatti, complesso integrare un sistema di IA all'interno di processi di cui non si conoscono le componenti funzionali e le responsabilità, presagendo una transizione tardiva e infruttuosa (se non addirittura dannosa per la competitività e la qualità del lavoro).

Le competenze, sia del personale sia del management, rivestono ovviamente un ruolo cruciale nell'adozione efficace delle tecnologie di IA all'interno delle imprese. L'ultimo rapporto OCSE (2025) sull'adozione dell'IA nelle aziende segnala come l'assenza di risorse interne con competenze specialistiche e la difficoltà ad attrarre talenti qualificati in ambito IA rappresentino ostacoli significativi – in particolare per le PMI – limitando la capacità di implementare con successo queste tecnologie. Parallelamente, anche nelle imprese dotate di personale ad alta qualifica, il management evidenzia talvolta una comprensione insufficiente delle caratteristiche e delle implicazioni organizzative connesse all'adozione di tali tecnologie, sottovalutando i cambiamenti che l'introduzione dell'IA può comportare in termini di processi e cultura aziendale.

Approfondendo la questione delle responsabilità, è importante che le figure di riferimento abbiano la legittimazione e l'expertise necessarie per ideare e applicare sistemi di governance solidi e definiti, comprensivi di indicazioni di policy, linee guida e strumenti di monitoraggio; e deve essere semplice poterle identificare nell'organigramma aziendale. Tali figure non necessariamente rico-

prono ruoli apicali dell'azienda ma sono centrali nel singolo processo di sviluppo tecnologico (responsabili di linea e/o personale HR, a seconda del settore). Tale definizione chiara dei processi organizzativi e dei ruoli aiuta a massimizzare i benefici che un'azienda può trarre dall'utilizzo dell'IA e dell'IA generativa, nonché far fronte alle sfide e ridurre eventuali conflitti e resistenze (Issa Alhusban *et al.*, 2025). Per contro, un'azione imprecisa e l'assenza di obiettivi chiari, seppur non presupponga necessariamente un fallimento delle nuove politiche di utilizzo dell'IA, si traduce in maggiori resistenze, che potrebbero compromettere l'introduzione di strumenti e tecnologie innovative (Nguyen & Nydal, 2020).

Il ruolo dell'incertezza si rivela centrale anche rispetto alla prevedibilità del ritorno sugli investimenti (ROI). Il rapporto OCSE (2025) sopracitato mostra infatti come la difficoltà di effettuare una valutazione attendibile del ritorno degli investimenti in IA rappresenti un ostacolo significativo all'adozione di queste tecnologie, aggravato da incertezze di natura regolamentare e legislativa. Accanto al ruolo cruciale delle competenze specialistiche in ambito IT, emerge inoltre l'importanza dell'esistenza di un sistema di fornitori in grado di offrire soluzioni di IA personalizzate sulle esigenze delle imprese.

5.3.3 *Condizioni organizzative*

Per quanto concerne la cultura organizzativa, intesa come insieme di credenze, valori e dinamiche sociali, la presenza di un ambiente lavorativo non punitivo è associato a impatti positivi sulla ricezione dell'IA, stimolando la proattività e la ricerca di innovazione anche da parte dei singoli individui. Un contesto lavorativo tollerante e inclusivo, dove i lavoratori vengono incoraggiati a sperimentare nuovi metodi e pratiche di lavoro – prevedendo iniziali errori e ritardi insiti nei processi di innovazione – favorisce l'adozione, anche in via sperimentale, di strumenti di IA (Bankins, 2023). Infatti, un ambiente più permissivo stimola processi di innovazione *bottom-up*, fondamentali per una transizione agevole e inclusiva verso un nuovo paradigma produttivo. Pertanto, la letteratura indica come i contesti organizzativi con maggiori probabilità di successo in questa transizione tecnologica sono quelli con una struttura flessibile, ma al contempo ben definita con riguardo all'assegnazione delle responsabilità interne e ai luoghi di applicazione delle innovazioni. Un luogo dove dipendenti e manager sono incoraggiati, da un clima organizzativo propositivo e tollerante, ad accogliere e a sperimentare nella pratica tecniche e strumenti innovativi nel campo delle tecnologie.

Inoltre, una barriera organizzativa fondamentale è rappresentata dalla maturità dei dati interni alle aziende, che spesso non dispongono di dati in quantità e qualità sufficienti per alimentare in modo efficace i sistemi di IA, evidenziando

la necessità di una gestione dei dati più strutturata e sistematica per favorire l'adozione di queste tecnologie (OECD, 2025b). In particolare, per le aziende che collaborano con il settore pubblico, si evidenziano anche difficoltà nella gestione dei diritti di proprietà intellettuale (IP) tra istituzioni di ricerca e imprese (OECD/UNESCO, 2024).

A questo si aggiunge la questione della compatibilità delle soluzioni di IA con le infrastrutture informatiche già presenti in azienda, un fattore spesso trascurato, ma che incide direttamente sui costi e sulle tempistiche di adozione, soprattutto in settori dove le tecnologie *legacy* sono diffuse (Hansen & Bøgh, 2021; Polas *et al.*, 2022; Chowdhury *et al.*, 2023). Un ulteriore elemento abilitante è il ruolo delle reti collaborative con università, centri di ricerca e altre imprese, che possono agevolare l'accesso a competenze e risorse altrimenti inaccessibili, contribuendo a ridurre le barriere economiche e tecniche all'adozione dell'IA (Haddoud *et al.*, 2023; Arroyabe *et al.*, 2024).

5.3.4 *Caratteristiche individuali*

Oltre a una cultura organizzativa favorevole, anche le caratteristiche attitudinali dei singoli dipendenti giocano un ruolo importante per il successo dei cambiamenti tecnologici in azienda. Questo rende il processo di selezione del personale ancor più centrale nel determinare il benessere complessivo dell'organizzazione (Gi Group, 2024). Il rapporto dell'agenzia per lavoro e formazione Gi Group del 2024 sullo stato dell'arte sull'adozione dell'IA generativa identifica alcune caratteristiche individuali che emergono più spesso nelle/nei lavoratrici/lavoratori che meglio utilizzano applicativi basati sull'IA generativa:

- curiosità: la volontà di capire e utilizzare strumenti nuovi è sicuramente un presupposto importante per sostenere l'utilizzo dell'IA (generativa) nel contesto lavorativo;
- costanza: il primo approccio con uno strumento nuovo può generare frustrazione, soprattutto se le modalità di utilizzo non sono immediatamente comprensibili e il contesto d'adozione è multiforme. In questo senso, la perseveranza è importante per superare le prime fasi di difficoltà;
- spirito critico: soprattutto nell'utilizzo dell'IA generativa, è importante valutare i risultati del lavoro con cautela, essendo pronti a metterli in discussione e a fare un ulteriore controllo nel caso di dubbi rispetto alla qualità del risultato.

Ai dati emersi dal rapporto di Gi Group si accostano le ipotesi dello studio di Bankins *et al.* (2023) e di Loureiro *et al.* (2022), che indagano l'importanza dei

fattori individuali nel processo di introduzione di nuove tecnologie nelle organizzazioni produttive, evidenziando altri due tratti facilitanti che ricalcano quelli precedentemente elencati:

- Bankins *et al*. (2023) indicano il *locus of control* interno, ovvero la convinzione che il proprio comportamento possa influenzare il mondo esterno intervenendo nei rapporti causa-effetto (Cobb-Clark, 2015), il quale sostiene l'iniziativa della dipendente nel cercare di comprendere e controllare i nuovi sistemi di IA;
- Loureiro *et al*. (2022) indicano una forte autostima, definita come un senso soggettivo complessivo del valore personale. Secondo la ricerca, un'alta autostima aumenterebbe il livello di *engagement* e di impegno nella gestione e comprensione dei sistemi IA.

Restando sul tema delle attitudini personali, Rudko *et al*. (2021) teorizzano quattro gruppi in cui i lavoratori possono essere suddivisi in base al loro approccio verso l'introduzione di sistemi di IA: *skeptics*, *doubtful skeptics*, *optimists*, *doubtful optimists*. Ogni gruppo di lavoratori ha la capacità di influenzare gli altri e l'ambiente organizzativo, diventando fattore trainante o, al contrario, antagonista dell'inserimento di sistemi di IA nel contesto aziendale. I risultati dello studio mostrano che è la categoria *doubtful optimists* (principalmente composta da persone che si identificano nel genere femminile, under 30 e iscritte a un corso di formazione) quella su cui l'organizzazione produttiva dovrebbe puntare maggiormente, poiché la loro attitudine verso il cambiamento organizzativo è cautamente positiva. Questo atteggiamento flessibile lo rende un sottogruppo in grado di influenzare i sottogruppi *skeptics and doubtful skeptics*. Inoltre, le caratteristiche demografiche lo collocano nella categoria di *cultural intermediaries* (Featherstone, 1987), ovvero persone che, anche al di fuori del contesto lavorativo, hanno la tendenza ad approcciarsi per prime a nuove tecnologie, stili di vita, canoni estetici e che condividono con altre tali novità, diventando motore del cambiamento (Rudko *et al*., 2021).

5.3.5 *IA e produttività del lavoro*

Oltre agli impatti organizzativi, l'integrazione dell'IA nello svolgimento delle mansioni lavorative si traduce in un incremento della produttività, intervenendo soprattutto sui tempi di lavoro. Diversi studi quantitativi internazionali hanno approntato varie stime dell'impatto dell'IA sulla produttività del lavoro, in diversi settori, avvalendosi di differenti base dati raccolte tra le economie

avanzate di mercato (Alderucci *et al.*, 2020; Calvino & Fontanelli, 2023; Czarnitzki, Fernández & Rammer, 2023; Damioli, Van Roy & Vertesy, 2021). In media, i guadagni di performance appaiono rilevanti, sebbene varino notevolmente tra le diverse rilevazioni: tra lo 0% e l'11%. Per quanto concerne le previsioni sul medio-lungo periodo, il rapporto della Commissione IA nominata dall'ex Primo Ministro francese Attal e coordinata dal Prof. Philippe Aghion stima per il paese d'oltralpe una crescita del PIL tra i 250 e 420 miliardi di euro guidata dalla diffusione delle nuove tecnologie (Commission de l'Intelligence Artificielle, 2024). Studi sperimentali recenti mostrano significativi incrementi di produttività tra le professioni *cognition-intensive*, con aumenti in media tra il 12% e il 37% a parità di ore (Brynjolfsson *et al.*, 2023; Dell'Acqua *et al.*, 2023; Haslberger *et al.*, 2023; Noy & Zhang, 2023). I benefici maggiori riguardano i lavoratori junior e meno qualificati. Nel complesso, queste evidenze indicano come, nelle professioni *cognition-intensive*, l'utilizzo dell'IA (in particolare di quella generativa) incentivi una maggiore focalizzazione su attività di ideazione creativa e ottimizzazione dei contenuti, riducendo il peso dalle mansioni operative.

5.3.6 *IA, diffusione della conoscenza e decentralizzazione*

L'IA può incidere in modo significativo sulla circolazione della conoscenza e sulla formazione professionale, riorganizzando le relazioni su cui si fondano i processi formali e informali di apprendimento in azienda (Colombari *et al.*, 2024). Da un lato, consente un accesso rapido a dati e informazioni, interni ed esterni all'organizzazione, altrimenti difficili da reperire. Dall'altro, se l'uso non è governato da regole chiare, aumenta il rischio di trasferimenti «autonomi» di conoscenza e di diffusione di contenuti non verificati (Megaro & Polese, 2023).

Il contributo potenziale resta però rilevante: grazie al training, questi sistemi possono rendere più accessibile parte della conoscenza organizzativa implicita che guida le decisioni delle figure senior. Ne beneficiano soprattutto lavoratori meno esperti, che mostrano una curva di apprendimento più ripida (Brynjolfsson *et al.*, 2023). Una circolazione più rapida della conoscenza tra livelli di seniority può inoltre favorire una governance più decentralizzata: strutture meno verticali, maggiore autonomia e *delayering* contribuiscono a un processo di empowerment del personale (Rutko *et al.*, 2021).

Infine, impatti significativi riguardano anche le competenze di più alto livello. Infatti, in ambito Ricerca e Sviluppo (R&S), l'IA può accelerare i cicli di innovazione e ridurre i costi di sperimentazione: modelli generativi ampliano lo spazio delle soluzioni e velocizzano prototipazione, test, sintesi della letteratura

e documentazione, rafforzando la capacità innovativa e la competitività delle imprese (McKinsey, 2025).

5.3.7 *L'IA nell'organizzazione aziendale: prime conclusioni*

Dall'analisi della letteratura sul tema emerge un quadro complesso ed eterogeneo, che mostra come all'IA si associno impatti significativi sull'organizzazione aziendale. Nell'ambito della formazione professionale, l'IA si rivela un potente strumento per migliorare la diffusione della conoscenza organizzativa e accelerare la crescita delle figure junior, riducendo i tempi di apprendimento e migliorando le competenze tecniche. Al livello organizzativo, tale riduzione del gap formativo suggerisce la transizione verso una governance aziendale più decentralizzata, dove l'IA gioca un ruolo cruciale nell'*empowerment* delle/dei dipendenti e nel miglioramento della comunicazione interna. Inoltre, il sostegno dell'IA è associato a guadagni di produttività diffusi nella forza lavoro, prevalentemente associati all'automazione di mansioni cognitive più routinarie.

In definitiva, l'IA rappresenta una risorsa strategica la cui introduzione nei processi produttivi, se accompagnata da percorsi formativi per la forza lavoro e da un'assegnazione chiara delle nuove responsabilità funzionali interne all'azienda, può contribuire al miglioramento del benessere e dell'efficacia organizzativa. Si richiede, dunque, un approccio olistico che combini innovazione tecnologica, formazione continua e politiche inclusive per massimizzare i benefici e mitigare i rischi.

5.4 L'IA tra trasformazione del lavoro e cambiamento organizzativo: evidenze e questioni aperte

L'ampia rassegna della letteratura sugli impatti dell'IA sul mercato del lavoro restituisce un quadro complesso, caratterizzato da opportunità e rischi per aziende e lavoratori. Infatti, sia i modelli predittivi sia le evidenze empiriche preliminari delineano molteplici trasformazioni di segno opposto, alcune più auspicabili – incrementi di produttività, nuova occupazione ecc. – e altre meno – rischi per la privacy, effetti di spiazzamento ecc. La diffusione ancora recente dell'IA, in particolare nel tessuto produttivo italiano come si vedrà nel Capitolo 6, invita analisti e stakeholder alla cautela, rimandando valutazioni più robuste sull'impatto nel medio-lungo periodo a una fase più avanzata di adozione. Ciononostante, la letteratura discussa fornisce dei solidi appigli teorico-analitici per istruire la prossima agenda di ricerca empirica sull'impatto dell'IA, nonché

spunti solidi per formulare preliminari raccomandazioni di policy per favorire una transizione tecnologica desiderabile.

La letteratura sugli impatti occupazionali dell'IA delinea un quadro articolato, dove i rischi di spiazzamento sembrano al momento – tranne che nei contesti nazionali più avanzati – limitati alle professioni cognitive tecnico-analitiche (per esempio, programmazione informatica, servizi di segreteria e gestione documentale ecc.) – specialmente tra le posizioni junior –, mentre le attività lavorative fondate su ragionamento astratto e svolte in contesti meno strutturati (per esempio, ricerca scientifica, management ecc.) traggono beneficio dall'integrazione con l'IA, soprattutto in termini di produttività. Inoltre, nuove opportunità occupazionali emergono nel settore dell'ICT, strettamente correlate alla programmazione e alla gestione dei nuovi applicativi, e più in generale per i lavoratori con qualifica intermedia che acquistano le competenze necessarie per utilizzare l'IA nei flussi di lavoro cognitivo. Tale scenario deve essere ancora suffragato da solide evidenze empiriche, che al momento mostrano impatti eterogenei.

La ricerca empirica sugli iniziali contesti di applicazione può fornire evidenze preliminari circa gli effetti di spiazzamento e creazione dell'occupazione (Montobbio *et al*., 2024; Waldman-Brown, 2020). In particolare, indagini focalizzate sulle aziende adottanti consentono di esplorare nel dettaglio le potenzialità dell'IA con riguardo a diversi processi decisionali, evidenziando possibili differenze rispetto agli impatti previsti dai modelli *task-based* riconducibili alla natura specifica dei singoli processi produttivi e all'organizzazione aziendale. In quali processi produttivi e contesti aziendali l'utilizzo dell'IA apporta maggiori guadagni in termini di produttività e qualità? Si registrano dei licenziamenti o demansionamenti nei settori di applicazione? Vi sono, invece, avanzamenti di carriera tra i lavoratori con qualifica intermedia a seguito dell'introduzione dell'IA? I guadagni di produttività associati all'utilizzo dell'IA impattano sui salari? Inoltre, sulla scorta di queste evidenze, si possono trarre raccomandazioni di policy circa il tipo di competenze richieste dal nuovo contesto produttivo e le categorie professionali più bisognose di misure di sostegno al reddito.

Analogamente, la ricerca empirica *firm-level* è necessaria per chiarire gli impatti dell'IA sull'organizzazione aziendale e la qualità del lavoro. La rassegna qui presentata mostra come l'introduzione dell'IA sia associata a una flessibilizzazione della governance aziendale, sempre più decentralizzata, riformando radicalmente il *low-middle management* (per esempio, responsabili di linea) e rafforzando il ruolo delle figure più operative affiancate dall'IA. Tuttavia, se non accompagnata da un adeguato percorso formativo per il personale e da una

chiara attribuzione dei ruoli in azienda, questa transizione in diversi ambiti (risorse umane, manageriale, di rapporto con la clientela) nasconde rischi per i lavoratori.

Indagini in profondità su diversi contesti applicativi sono necessarie per esplorare le possibili variazioni inter- e intra-settoriali nei processi di riorganizzazione aziendale che seguono l'introduzione dell'IA, e i loro impatti sulle condizioni lavorative del personale. Con particolare riferimento al caso italiano, affrontato in dettaglio nel Capitolo 6, ci possiamo chiedere come il livello di integrazione e le funzioni dell'IA nella governance aziendali cambino tra i servizi ad alta formazione (per esempio, società di consulenza) – largamente citati nella letteratura internazionale – e i servizi alla persona (per esempio, ristorazione, accoglienza). Quali invece le differenze all'interno del secondario, tra comparti industriali già largamente automatizzati (per esempio, *automotive*) e le filiere produttive caratterizzate da una maggiore dipendenza dal lavoro manuale e dalla personalizzazione dei prodotti (per esempio, settore edile, alta moda, nautica)? Simili indagini contribuirebbero, inoltre, a far emergere le *best practice* presenti nel tessuto produttivo italiano, soprattutto con riguardo alla tutela della privacy e del benessere dei lavoratori coinvolti nella transizione tecnologica. Infine, l'analisi delle motivazioni che soggiacciono all'adozione dell'IA, nonché delle esigenze infrastrutturali e formative provenienti dai vari settori produttivi, risulta fondamentale per l'elaborazione di una strategia di policy efficace, che contemperi stimoli all'innovazione e regolamentazione dell'impiego delle nuove tecnologie.

In conclusione, l'avvento dell'IA custodisce preziose opportunità di crescita per il tessuto produttivo italiano, le quali richiedono strategie aziendali all'avanguardia e soluzioni di policy bilanciate. Aggiustamenti timidi o tardivi dei processi produttivi e delle istituzioni del mercato del lavoro potrebbero aggravare il divario che separa l'Italia dalle economie dell'Europa centro-settentrionale, minimizzando i vantaggi competitivi del nostro sistema produttivo ed esacerbando la stagnazione dei salari. Nel medio-lungo periodo, questa transizione tecnologica non prevede «spettatori», spronando, quindi, a elaborare una strategia condivisa tra tutti gli stakeholder per guidare la trasformazione in atto verso obiettivi sostenibili e socialmente desiderabili.

6 L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELL'ECONOMIA ITALIANA: DIFFUSIONE, LAVORO E OPINIONE PUBBLICA

Gregorio Buzzelli*, Costanza Gagliesi*, Stefano Sacchi*

6.1 Introduzione

La sfida dell'IA presenta notevoli rischi per la competitività del tessuto produttivo italiano, il quale sconta ritardi strutturali nell'innovazione, mostrando una *readiness* alla transizione tecnologica inferiore rispetto agli altri paesi europei. Tuttavia, proprio l'introduzione dell'IA nei processi produttivi, se accompagnata da una strategia d'impresa adattiva e inclusiva, nonché da adeguate politiche industriali e sociali, potrebbe agire come *game changer* invertendo la tendenza ormai trentennale dell'economia italiana caratterizzata da crescita e produttività limitate.

Lo scenario a breve termine non sembra dei migliori. Infatti, seguendo la letteratura economica sul «divario centro-periferia» nei sistemi produttivi europei (Celi *et al*., 2018; Cirillo & Guarascio, 2015), l'Italia figura come l'archetipo delle economie della periferia meridionale del continente, caratterizzate da un limitato sviluppo dei servizi ad alto valore aggiunto e da un settore manifatturiero di dimensioni rilevanti ma tecnologicamente arretrato. Quindi, basandoci sulla ricerca predittiva degli impatti occupazionali dell'IA, il sistema produttivo italiano sembra presentare un doppio svantaggio in questa transizione, perché sguarnito sia di quelle professioni ad alta formazione complementari con l'utilizzo delle nuove tecnologie, sia di un tessuto industriale capace di integrare rapidamente queste ultime nei processi produttivi. Vantaggi competitivi nei due settori emergono, invece, nel nucleo industriale incentrato sulla manifattura tedesca – dove si registrano significativi avanzamenti verso l'Industria 4.0 (Caste-

* Politecnico di Torino

lo-Branco *et al.*, 2019) – e nelle economie dell'Europa settentrionale dominate da servizi basati sulle ICT (servizi finanziari e per le imprese ecc.) (Hassel & Palier, 2020).

Inoltre, occorre precisare come la segmentazione del tessuto produttivo italiano comporti significative differenze nel paese con riguardo sia alle condizioni abilitanti la transizione tecnologica sia ai futuri impatti socioeconomici. In particolare, due significative fonti di frammentazione risiedono nel divario territoriale e nel peso rilevante delle PMI rispetto alle grandi aziende. Il primo, a sua volta, potrebbe ricomprendere due fratture, ovvero quella Nord-Sud (Ferrera & Gualmini, 2000) – ricalcando la differenza di densità industriale – e quella tra aree urbane e aree interne – divario centrale nelle economie della conoscenza (Iversen & Soskice, 2019). Con riguardo alla dimensione d'impresa, invece, sono ben noti i fattori che rallentano i processi di innovazione nelle PMI: carenza di risorse finanziarie (in particolare scarsa finanziarizzazione), gestione orientata al breve periodo, capitale umano poco qualificato, limitata esposizione alla pressione innovativa da parte dei concorrenti (Klein *et al.*, 2018; Pech & Vaněček, 2022; Peillon & Dubruc, 2019). Pertanto, mantenendo un orizzonte temporale ristretto, l'introduzione dell'IA in un contesto produttivo così frammentato presagisce un aggravamento delle disuguaglianze interne, con opportunità di crescita riservate ai grandi centri urbani e alle realtà industriali di maggiori dimensioni.

Tuttavia, nel medio-lungo periodo, tale pessimistico quadro è soggetto a significativi mutamenti. Riprendendo Agrawal *et al.* (2022), un'adozione sistemica dell'IA, che implica la progettazione di nuovi processi produttivi in base a logiche *data-driven*, potrebbe fornire nuove opportunità di crescita ad attori e territori sinora svantaggiati. Se, infatti, l'integrazione dei nuovi applicativi nei processi esistenti favorisce i tessuti produttivi ad alto capitale umano e infrastrutturale, nuovi orizzonti produttivi emergono per quelle aziende che godono di maggior flessibilità organizzativa. Realtà di minori dimensioni, con procedure operative meno standardizzate e maggiormente adattive alle domande del mercato locale, sono avvantaggiate nella transizione verso una produzione customizzata di beni e servizi resa possibile dalle nuove tecnologie (per esempio, dall'integrazione tra stampa 3D e software IA) (Saniuk, 2019; Saniuk & Grabowska, 2021; Torn & Vaneker, 2019). Inoltre, la gestione dei dati necessari per questo cambio di paradigma produttivo potrebbe essere facilitata dall'utilizzo dell'IA, valorizzando il capitale umano con qualificazione intermedia fornito delle necessarie competenze di *prompt engineering* (Autor, 2024; Short & Short, 2023).

A fronte di tali speranze che vengono dalla letteratura analitica, le più recenti rilevazioni dell'Istat (2025) mostrano un'accelerazione senza precedenti nell'adozione dell'IA che, pur non colmando il gap accumulato negli anni precedenti,

riduce la distanza rispetto agli altri paesi europei collocati nella parte bassa della distribuzione. La diffusione dell'IA rimane tuttavia fortemente segmentata, con livelli di adozione che risultano molto più elevati tra le grandi imprese e ancora modesti tra le PMI, che scontano svantaggi riconducibili sia alla limitata capacità finanziaria sia alla carenza di competenze manageriali e tecniche necessarie per integrare efficacemente queste tecnologie. Nonostante ciò, l'incremento registrato tra il 2024 e il 2025 – il più significativo tra i paesi nella parte bassa della classifica europea – e la dinamica particolarmente positiva delle imprese di media dimensione (50-250 dipendenti) indicano che l'adozione dell'IA sta iniziando a diffondersi oltre i confini delle sole grandi realtà. Questi segnali suggeriscono l'avvio di una transizione tecnologica potenzialmente più inclusiva e meno frammentata, in cui anche fasce più ampie del tessuto produttivo italiano potrebbero progressivamente beneficiare dei guadagni associati all'integrazione dell'IA nei processi aziendali.

Evidenze preliminari sulle transizioni occupazionali nel mercato del lavoro italiano suggeriscono come una crescente diffusione dell'IA sia associata a dinamiche salariali favorevoli per le professioni esposte al suo utilizzo (Dalla Zuanna *et al*., 2024). Evidenze più recenti del mercato del lavoro italiano mostrano come l'impatto dell'IA risulta fortemente dipendente dal contesto tecnologico-produttivo di adozione: essa è associata a investimenti in formazione quando segue precedenti investimenti in informatica avanzata, mentre quando segue processi di robotizzazione non produce gli stessi effetti (specialmente nel manifatturiero) (Brunetti *et al*., 2025). Inoltre, l'avvento dell'IA genera nuove opportunità occupazionali nei servizi ad alta formazione, in particolare dei servizi *high-tech*, in rapido incremento. In ultimo, inediti dati di sondaggio (SCOaPP-10, 2024) mostrano come l'opinione pubblica italiana sia divisa tra «tecno-ottimisti» e «tecno-pessimisti», chiedendo ai *policymaker* di investire innanzitutto in formazione, affiancata sia da politiche compensative per i disoccupati sia da interventi regolativi circa l'utilizzo dell'IA per scopi produttivi.

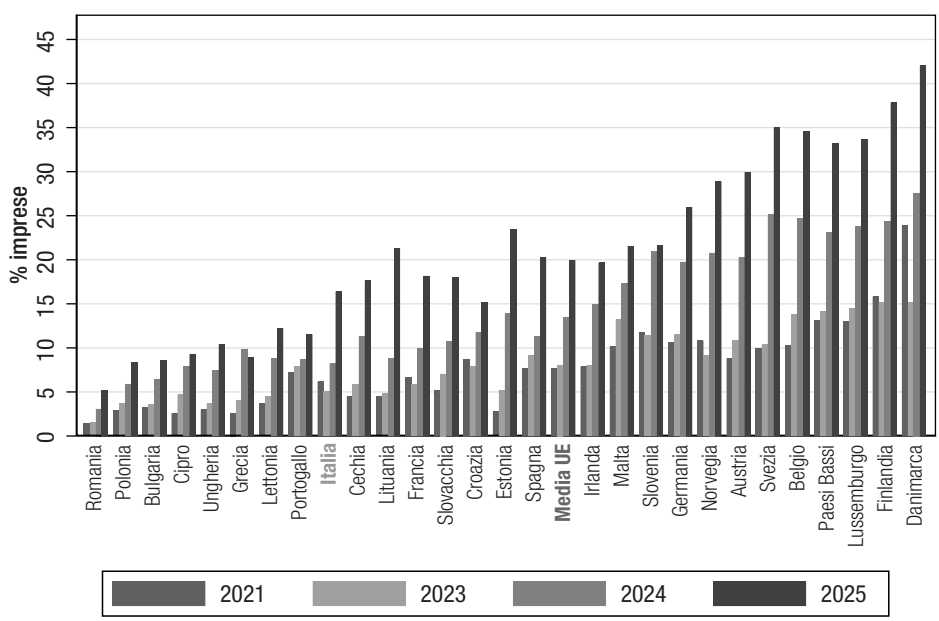
6.2 L'IA nelle imprese italiane

In questo paragrafo si presenta un'analisi descrittiva basata sull'indagine campionaria condotta annualmente dall'Istat sulla diffusione delle ICT nelle imprese italiane. In particolare, ci concentriamo sulle edizioni del 2021, 2023, 2024 e 2025, le quali contengono informazioni dettagliate sull'adozione di tecnologie IA e sul loro specifico impiego produttivo. Le evidenze raccolte in questa base dati consentono di rispondere ad alcuni interrogativi posti nell'introduzione di questo capitolo circa la prontezza delle aziende italiane a entrare nel nuovo

paradigma produttivo *data-driven* e l'impatto della segmentazione del mercato italiano sulla circolazione delle nuove tecnologie. A tali dati saranno affiancati quelli provenienti dalla recente indagine Confindustria sul lavoro (Labartino *et al.*, 2025), che per la prima volta comprende un approfondimento sull'adozione dell'intelligenza artificiale nelle imprese associate.

Un raffronto preliminare con i dati provenienti dagli altri paesi dell'UE – grazie a uno studio Eurostat (2021-2025) – mostra il ritardo del nostro paese nell'adozione di queste tecnologie (Figura 6.1). Nel 2025, infatti, l'Italia si colloca nella parte bassa della classifica, con un tasso di adozione pari al 16,4% delle imprese, poco al di sopra di diversi paesi dell'Europa centro-orientale e meridionale. Al contrario, sia le economie dei servizi del Nord Europa sia i paesi del nucleo industriale centroeuropeo superano la media UE (20%), trainati in particolare dal Benelux e dai paesi scandinavi, con livelli compresi tra il 33% e il 42%. Tuttavia, tra i paesi collocati nella parte bassa della distribuzione, l'Italia registra l'incremento più significativo nell'ultimo anno, avvicinandosi alla media europea.

Figura 6.1 **Percentuale di imprese che adotta l'IA nei processi produttivi (2021-25)**

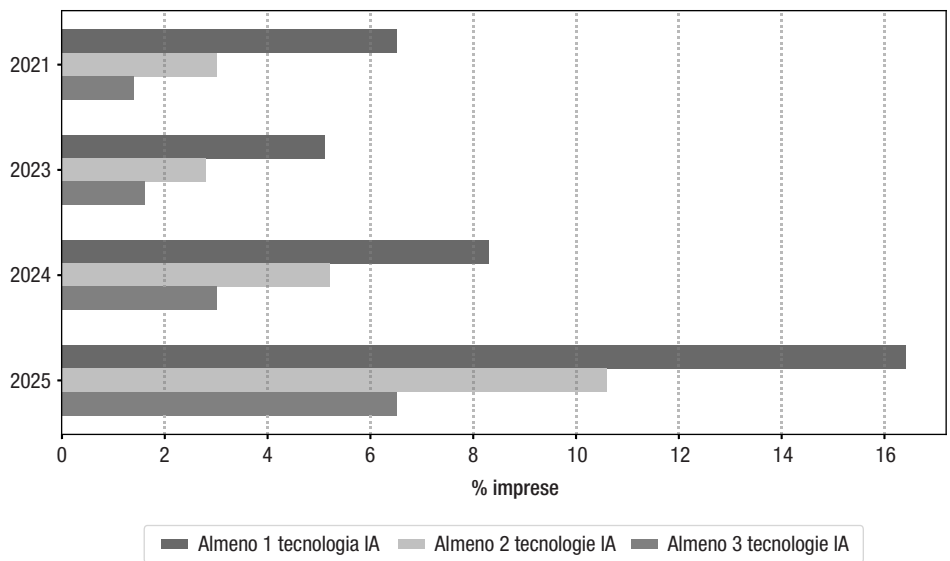


Fonte: Eurostat.

Infatti, considerando solo le imprese al di sopra dei 10 addetti, dal 2024 al 2025 le aziende che dichiarano di far uso di almeno una delle sette tecnologie di IA menzionate nel questionario (*text mining*, *computer vision*, riconoscimento vocale, *natural language generation*, *machine/deep learning*, software IA per automatizzare flussi di lavoro e per il movimento di macchine) sono passate dall'8% al 16,4%, dopo un incremento complessivo di soli due punti percentuali nei tre anni precedenti (Figura 6.2). Di queste, più della metà utilizza almeno due tecnologie IA (10,6%), mentre il 6,5% dichiara di utilizzarne almeno tre, valori che risultano tutti sostanzialmente raddoppiati rispetto al 2024.

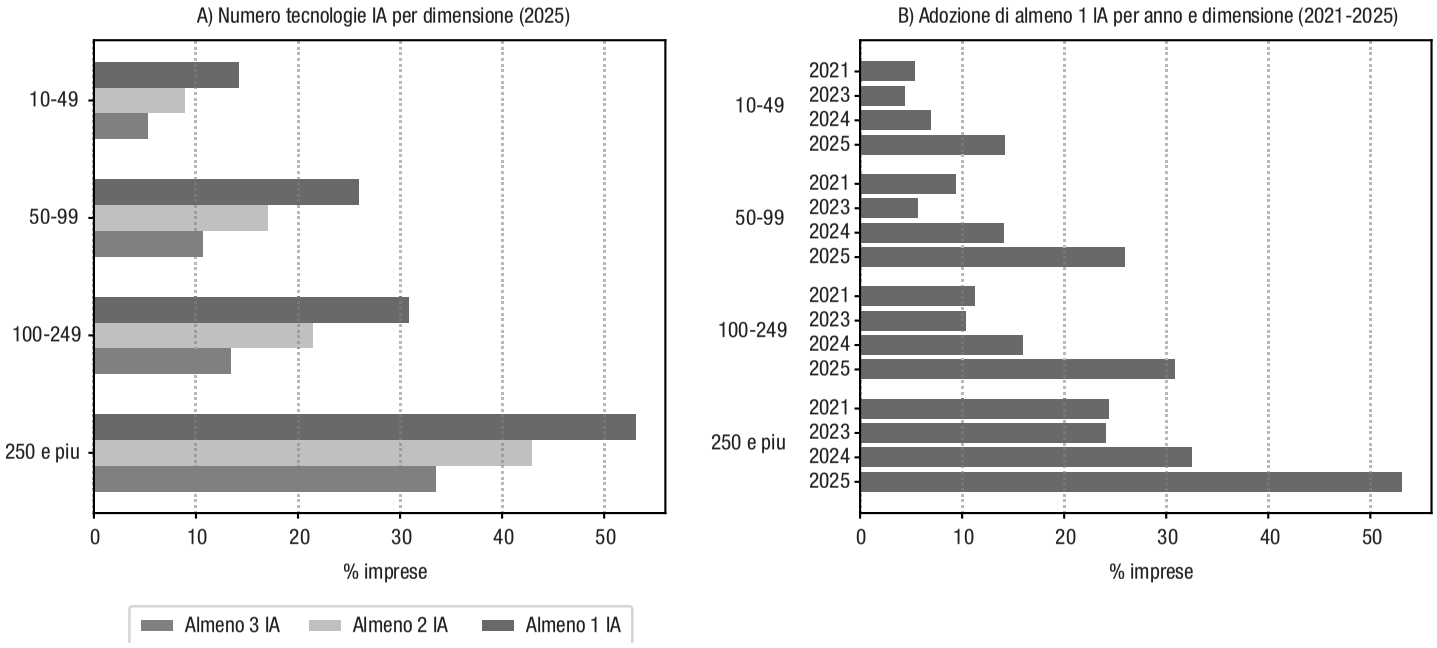
La segmentazione del tessuto produttivo italiano emerge come un fattore centrale per spiegare il ritardo osservato a livello aggregato. Tra le imprese di piccole dimensioni (meno di 50 dipendenti), la diffusione dell'IA appare più limitata, collocandosi al di sotto della media nazionale, mentre l'adozione tra le imprese medie e grandi varia tra circa un quarto e quasi la metà della popolazione aziendale (Figura 6.3). Tuttavia, tutte le classi dimensionali registrano incrementi rilevanti nell'ultimo anno, con una dinamica particolarmente accentuata tra le imprese di

Figura 6.2 **Percentuale di imprese (al di sopra dei 10 addetti) che adottano almeno una, due o tre tecnologie IA nei loro processi produttivi (2021-2025)**



Fonte: Istat.

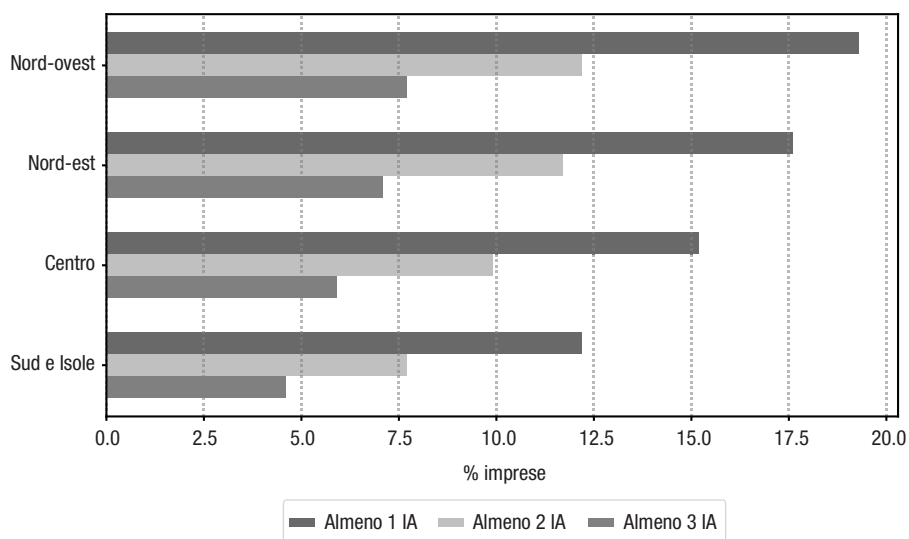
Figura 6.3 **Percentuale di imprese (al di sopra dei 10 addetti) per numero di addetti che adottano almeno una, due o tre tecnologie IA nei loro processi produttivi (grafico di sinistra) e percentuale di quelle che ne adottano almeno una per anno (grafico di destra) (2021-2025).**



Fonte: Istat.

media dimensione, in particolare quelle con oltre 100 addetti, che raddoppiano il proprio tasso di adozione. In un'ottica comparativa, sebbene i livelli assoluti restino contenuti, il grado di diffusione raggiunto nel 2025 dalle piccole imprese risulta sostanzialmente allineato a quello registrato dalle medie imprese nel 2024. Variazioni nettamente più contenute riguardano la distribuzione regionale dell'IA (Figura 6.4), che registra i valori massimi nel Nord (tra il 17% e il 19% delle aziende adotta almeno una tecnologia IA) e il valore minimo nel Mezzogiorno (circa il 12%). Pertanto, sebbene emergano le attese differenze territoriali – in particolare tra aree più e meno industrializzate –, è la frammentazione dimensionale del sistema produttivo italiano a esercitare un peso maggiore nel rallentamento dell'innovazione tecnologica. Le grandi imprese mostrano tassi di adozione comparabili o superiori a quelli osservati nelle economie UE più avanzate, mentre le piccole imprese faticano maggiormente a tenere il passo, nonostante l'accelerazione registrata nell'ultimo anno. Questo squilibrio limita la possibilità di guadagni di produttività diffusi in un'economia fortemente basata su attività imprenditoriali di piccola scala. L'avanzata delle imprese di media dimensione suggerisce tuttavia che la transizione non sia confinata ai soli campioni nazionali dell'economia.

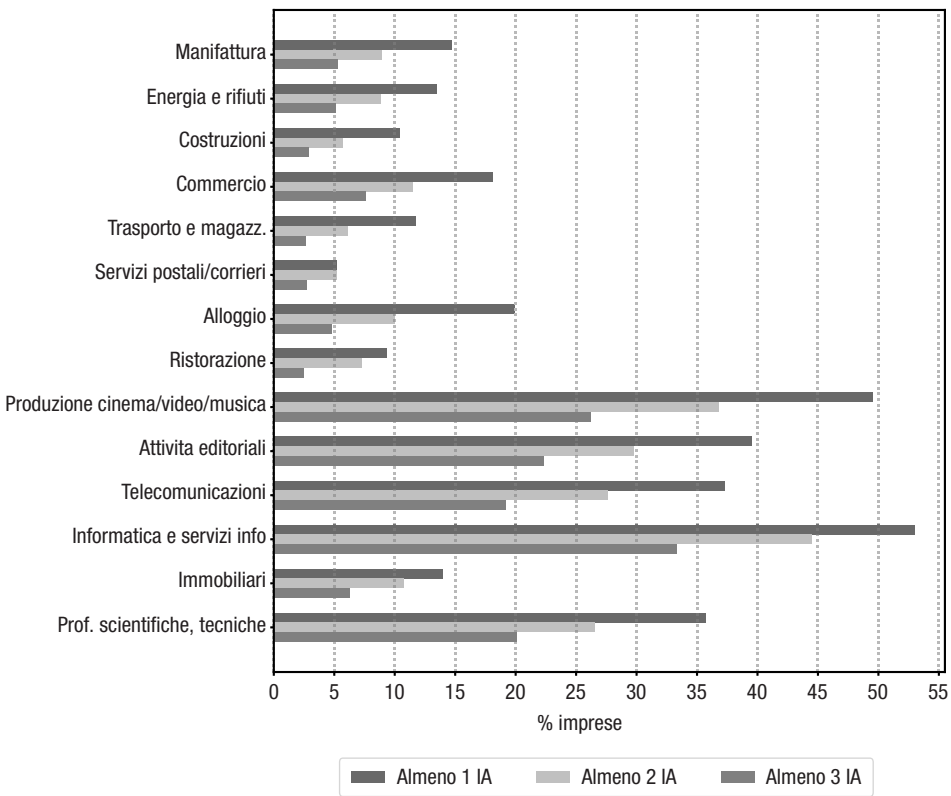
Figura 6.4 **Percentuale di imprese (al di sopra dei 10 addetti) che adottano almeno una, due o tre tecnologie IA nei loro processi produttivi, per ripartizione geografica (2025)**



Fonte: Istat.

La diffusione dell'IA nei diversi settori produttivi mostra un pattern coerente con un potenziale salto di paradigma tecnologico (Damioli *et al.*, 2024), caratterizzato da una circolazione ampia dell'innovazione tra i vari comparti (Figura 6.5). Infatti, sebbene il settore ICT presenti ancora i livelli di adozione più elevati (oltre il 50%), questo è seguito da diversi comparti dei servizi dell'informazione e della comunicazione, a partire dallo spettacolo (tasso di adozione prossimo al 50%), e poi editoria, telecomunicazioni e professioni scientifiche (con valori compresi tra il 35% e il 40%). Il settore secondario rimane nettamente più arretrato, attestandosi intorno al 15% di imprese adottanti, mentre si osserva un dinamismo non trascurabile in alcuni comparti del terziario a bassa qualificazione, come commercio e alberghiero, con livelli prossimi al 20%.

Figura 6.5 **Percentuale di imprese (al di sopra dei 10 addetti) che adottano almeno una, due o tre tecnologie IA nei loro processi produttivi per settore (2025)**

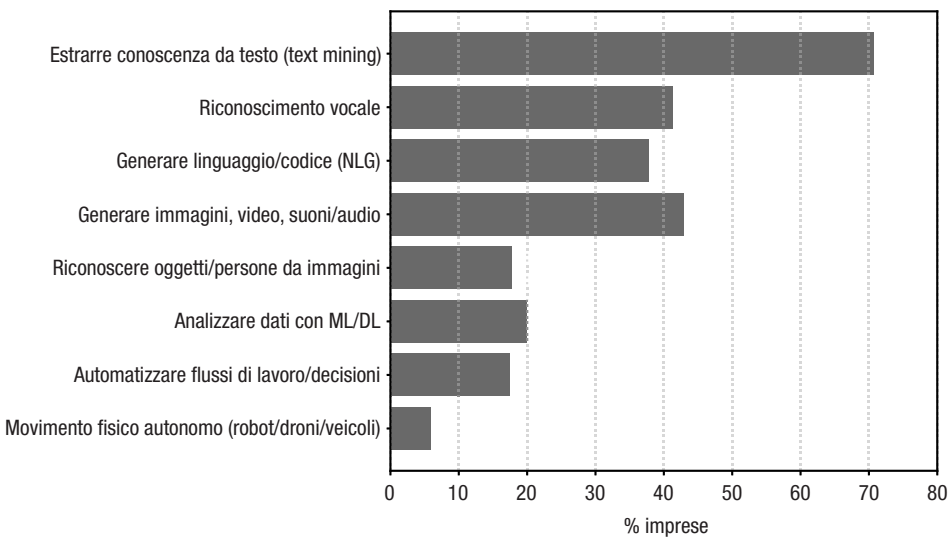


Fonte: Istat.

Le potenzialità di utilizzo dell'IA nelle professioni tecniche e creative sono ulteriormente confermate dall'analisi delle finalità di impiego (Figura 6.6). Tra le imprese adottanti, prevale nettamente l'utilizzo dell'IA per il *text mining* – utilizzato da circa il 70% di esse –, seguito da attività di riconoscimento vocale, generazione del linguaggio naturale e produzione di contenuti multimediali, con incidenze intorno al 40%. Più contenuto risulta l'utilizzo dell'IA per l'automazione dei flussi di lavoro, la *computer vision* e le tecniche di *deep learning*, che coinvolgono circa un quinto delle imprese adottanti. Le applicazioni che implicano il movimento fisico di macchinari rimangono le meno diffuse, con un'incidenza prossima al 6%.

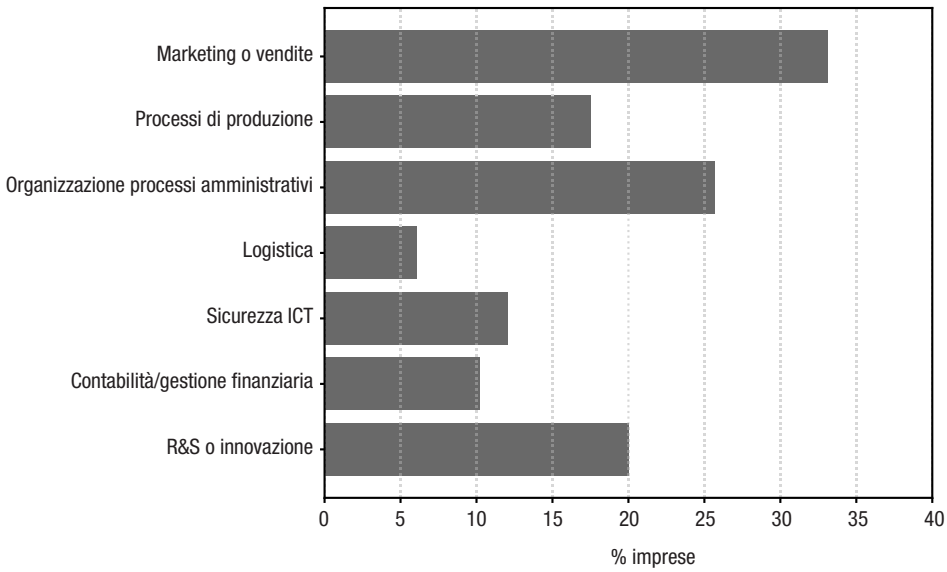
Infine, tra gli ambiti di utilizzo (Figura 6.7) spicca il marketing (oltre il 30% delle imprese adottanti), seguito dalle funzioni amministrative interne all'azienda (25% circa di incidenza). Intorno al 20% delle imprese adottanti utilizza l'IA nei processi produttivi e nella ricerca e sviluppo (R&S), mentre circa il 10% la usa in ambito cybersicurezza e contabilità. L'adozione più circoscritta dell'IA nella logistica (6%) sembra confermare l'impiego ancora limitato di queste tecnologie per attività che implicano lo spostamento fisico di oggetti.

Figura 6.6 Incidenza percentuale dell'IA per diverse finalità di utilizzo (2025)



Fonte: Istat.

Figura 6.7 Incidenza percentuale dell'IA per diversi ambiti di utilizzo (2025)



Fonte: Istat.

In conclusione, i dati Istat confermano il posizionamento arretrato dell'Italia nel contesto europeo, evidenziando una transizione tecnologica fortemente segmentata all'interno del tessuto produttivo. Il confronto con l'anno precedente mostra, tuttavia, un'accelerazione senza precedenti dell'adozione, che interessa tutte le classi dimensionali e si concentra soprattutto nei servizi ad alta intensità di capitale umano. Questa dinamica suggerisce l'avvio di una fase di diffusione più ampia, pur rimanendo condizionata dalle fragilità strutturali del sistema produttivo italiano.

Questi risultati trovano eco nell'indagine svolta nel 2025 da Confindustria tra le imprese associate (Labartino *et al.*, 2025), riferita a un periodo a cavallo tra il 2024 e il 2025. L'incidenza delle imprese che hanno adottato l'IA e la utilizzano regolarmente è pari all'11,5% del totale, con un'incidenza maggiore nei servizi (16,6%) rispetto all'industria (7,5%) e tra le imprese di più grandi dimensioni (in questa indagine, definite come con almeno 100 addetti). L'incremento significativo nel tasso d'adozione dell'IA tra le medie imprese (come definite da Eurostat: 50-250 dipendenti) conferma un possibile *spillover* nella circolazione delle nuove tecnologie oltre la grande produzione, fondamentale

per un tessuto produttivo largamente fondato su filiere di piccolo cabotaggio. Inoltre, la diffusione delle nuove tecnologie soprattutto nel terziario avanzato, assieme all'integrazione dell'IA nel crescente mercato italiano dell'Industria 4.0, forniscono i presupposti per una trasformazione strutturale del tessuto produttivo.

6.2.1 *Impatto dell'IA su occupazione e salari: prime stime ed evidenze dall'Italia*

Per quanto riguarda l'esposizione delle professioni all'utilizzo dell'IA, e ai possibili effetti di spiazzamento e potenziamento, gli studi italiani mostrano evidenze simili a quelli internazionali citati nel capitolo precedente, almeno sino all'evidenza empirica causale più recente e relativa a Stati Uniti e Regno Unito. I ricercatori dell'INAPP (Ferri *et al.*, 2024) hanno applicato la metodologia introdotta da Felten *et al.* (2018) al caso italiano, replicando il matching tra abilità cognitive richieste dalle diverse professioni e capacità tecnologiche tramite i dati dell'Indagine campionaria sulle professioni (ICP) e della Rilevazione continua sulle forze di lavoro dell'Istat (RCFL). In linea con le evidenze raccolte dal mercato americano, i ricercatori italiani mostrano significative corrispondenze tra funzioni tecnologiche e abilità richieste dalle professioni dei servizi a media e alta formazione (ceto impiegatizio, manager, professioni tecniche). Al contrario, le professioni manuali a bassa qualifica, soprattutto se prevedono interazioni interpersonali e capacità di lavorare in ambienti non standardizzati (servizi di vendita, manovali dell'edilizia ecc.), presentano scarse possibilità di interazione con l'IA. Tuttavia, integrando l'indice di esposizione con un fattore che stima il grado di complementarità dell'IA con ciascuna professione (Pizzinelli *et al.*, 2023), le professioni intellettuali e manageriali risultano meno soggette al rischio di spiazzamento, limitando quest'ultimo alle professioni cognitive più routinarie. In particolare, tra le professioni con un alto numero di lavoratori che potrebbero risentire negativamente dell'introduzione dell'IA si annoverano i contabili, i rappresentanti di commercio, i programmatori tecnici e i cassieri. L'indagine svolta da Confindustria (Labartino *et al.*, 2025) mostra come il 44,1% delle imprese riporti un effetto già visibile dell'IA sull'automazione delle attività ripetitive, con livelli relativamente comparabili tra industria e servizi (41,2% e 47,8%, rispettivamente).

Uno studio simile a quello dell'INAPP condotto per Banca d'Italia (Dalla Zuanna *et al.*, 2024) utilizzando i dati del *Labour Force Survey* europeo stima come, su una platea di circa quindici milioni di lavoratori esposti all'impatto occupazionale dell'IA (quasi il 70% dell'intera forza lavoro), «solo» 4,75 milioni siano soggetti al rischio potenziale di spiazzamento, concentrati preva-

lentemente nei settori bancario, dei trasporti e della comunicazione. L'analisi descrittiva per sottogruppi presenta interessanti evidenze circa le caratteristiche sociodemografiche dei lavoratori esposti all'IA. Lo studio mostra come la stragrande maggioranza dei lavoratori ritenuti complementari con l'IA presenta un titolo di formazione terziaria, mentre quelli sostituibili si collocano prevalentemente tra i lavoratori con formazione secondaria o inferiore. Entrambi i gruppi mostrano livelli salariali medio-alti. Inoltre, le donne risultano maggiormente esposte agli impatti occupazionali dell'IA (in linea con i risultati dell'indagine INAPP), sia in termini di spiazzamento sia di potenziamento, mentre non emergono differenze significative tra le diverse generazioni. Le regioni del Nord-ovest presentano il numero più alto di lavoratori esposti all'IA, soprattutto al rischio di sostituzione (imputabile probabilmente al settore finanziario), mentre il Meridione mostra la maggior concentrazione di lavoratori complementari con le nuove tecnologie. La distribuzione territoriale più granulare proposta da Ferri *et al.* (2024) chiarisce come siano le grandi città a trainare i livelli di esposizione, in particolare nelle regioni centrosettentrionali (con l'eccezione di Roma). Infine, si rileva come i lavoratori complementari con l'IA abbiano più possibilità di essere impiegati con forme contrattuali atipiche (contratti a tempo determinato o lavoro autonomo).

Lo stesso studio presenta anche un'analisi longitudinale delle transizioni occupazionali dei lavoratori esposti all'IA dal 2013 al 2023 tramite i dati amministrativi del Campione Integrato delle Comunicazioni Obbligatorie raccolti dal Ministero del Lavoro (13% di tutte le comunicazioni inoltrate dai datori di lavoro). In generale, i dati mostrano pochi interscambi tra gruppi professionali differenti (i lavoratori restano nel proprio gruppo professionale), sebbene i lavoratori ritenuti sostituibili abbiano più probabilità di migrare verso posizioni scarsamente esposte all'IA rispetto a quelli complementari (rispettivamente, 13% e 9% dei lavoratori dei due gruppi). Queste ultime transizioni non sono foriere di significativi miglioramenti delle condizioni d'impiego del personale, dal momento che gli aumenti salariali più sostanziali sono associati agli spostamenti verso le professioni esposte all'IA. Inoltre, tra i vari gruppi professionali, i lavoratori sostituibili presentano la più alta probabilità di riallocazione verso un settore produttivo differente da quello di partenza senza che questo sia accompagnato da un aumento salariale significativo (l'opposto vale per i lavoratori complementari), suggerendo maggiori difficoltà nella ricerca del lavoro. Tale fenomeno si è intensificato a seguito della pandemia. Infine, le transizioni da professioni sostituibili a professioni complementari risultano facilitate per il personale ad alta formazione, mentre l'opposto vale per le donne.

Recenti evidenze tratte dalla Rilevazione Imprese e Lavoro (RIL) dell'INAPP (Brunetti *et al.*, 2025) mostrano come l'impatto occupazionale dell'IA dipenda fortemente dal contesto tecnologico-produttivo in cui essa viene introdotta. In particolare, quando l'adozione dell'IA segue investimenti in informatica avanzata, si osserva un aumento della spesa per la formazione specifica sull'IA, suggerendo un effetto di complementarità. Al contrario, quando l'IA viene implementata in contesti produttivi già caratterizzati da un forte utilizzo della robotica, tale effetto non emerge, indicando un rischio più elevato di automazione. Questa dinamica è più marcata nel settore manifatturiero, dove l'integrazione dell'IA con la robotica amplifica le possibilità di automazione e contribuisce al processo di «servitizzazione».

Nel complesso, gli studi sul caso italiano confermano le previsioni sui rischi di spiazzamento e potenziamento rinvenute nella letteratura internazionale. Le professioni esposte all'IA ricadono generalmente tra quelle a medio-alta formazione nel settore dei servizi, caratterizzate da salari alti e concentrate soprattutto nelle regioni centrosettentrionali e nelle grandi città. All'interno di questo macro-gruppo occupazionale, i lavoratori complementari con l'utilizzo dell'IA beneficiano di migliori condizioni socioeconomiche rispetto a quelli sostituibili, mentre questi ultimi sembrano incontrare opportunità di crescita professionale più contenute. Tali evidenze hanno natura assolutamente preliminare, richiedendo, dunque, la replicazione di simili analisi a uno stadio più avanzato della transizione tecnologica. Risultano al momento assenti studi che indagano causalmente l'impatto dell'IA sull'impiego e i salari in Italia.

6.2.2 *IA generativa e nuove richieste del mercato del lavoro*

L'agenzia per il lavoro Gi Group ha pubblicato i risultati di un'indagine sull'apertura del mercato del lavoro italiano alle nuove professionalità legate al mondo dell'IA e dell'IA generativa. Lo studio ha indagato gli annunci sul social network LinkedIn – principale piattaforma online di ricerca di lavori ad alta qualificazione – dal gennaio 2023 al giugno 2024, suddividendoli in due gruppi: quelli in cui era presente un riferimento generico all'IA e all'IA generativa nella *job description* e quelli in cui IA e IA generativa sono citate esplicitamente nel *job title*. È bene precisare che i risultati di quest'analisi non si riferiscono necessariamente ad aziende italiane, ma a posizioni lavorative aperte sul territorio italiano, includendo anche realtà produttive straniere.

Gli annunci con riferimenti generici all'IA e all'IA generativa sono 10.795, con una crescita nei primi 6 mesi del 2024 del +150% rispetto all'anno precedente. Tale sviluppo, tuttavia, non impatta in maniera omogenea su tutto il

territorio nazionale. Le città in cui si aprono nuove posizioni sono grandi centri o capoluoghi di regione: Milano in testa, seguita da Roma e Firenze, con una forte presenza di città del Nord-est del paese. Una differenza importante con le richieste delle sole aziende italiane emerge rispetto ai settori in cui sono attive le organizzazioni che cercano personale qualificato. Le attività professionali ad alta formazione (soprattutto nei servizi di consulenza e nelle agenzie private del lavoro) mostrano la maggior concentrazione di richieste per professionalità legate all'IA, subito dopo il settore dell'ICT. Si tratta, nello specifico, di figure esperte nel settore *high-tech*, fra queste: *data analyst, artificial intelligence engineer* e *lead software engineer.*

L'analisi delle offerte di lavoro con riferimenti specifici all'IA e all'IA generativa presenta trend analoghi, sebbene con valori più contenuti rispetto alle offerte con riferimenti generici. Il numero di *job vacancies* pubblicate dal gennaio 2023 al giugno 2024 anche in questo caso è in forte aumento, con un totale di 1223 annunci e una crescita del +246% nei primi 6 mesi del 2024. Anche in questo caso a offrire maggiori opportunità sono le grandi città (Milano e Roma in testa), seguite da diversi centri del Nord-est. Nei settori in cui la richiesta è maggiore, queste sono sovrapponibili al numero di annunci con riferimenti generici, con l'eccezione della diminuzione della domanda da parte di agenzie per il lavoro private. Anche le figure professionali ricercate in questi annunci più dettagliati sono affini a quelle ricercate dagli annunci che citano in modo più vago l'IA e IA generativa, sebbene più verticali sul settore IA, ovvero *artificial intelligence engineer*, *AI engineer* e *artificial intelligence specialist*. Infatti, lo studio di Gi Group rileva l'emersione di diverse professionalità completamente nuove legate strettamente all'introduzione dell'IA nel mercato del lavoro italiano. Il rapporto stima che queste siano 66, spesso collegate a *skills* tecnico-informatiche (programmazione, in particolare *machine learning*, *natural language model processing*) e a *soft skills,* tra cui spiccano conoscenza della lingua inglese, *project management*, *business strategy*, abilità di *networking*. Dati incoraggianti circa la creazione di nuova occupazione legata alla diffusione dell'IA generativa emergono dal Rapporto dell'Osservatorio sulle Competenze Digitali 2024 (AICA *et al*., 2024). I risultati dell'analisi quantitativa condotta dall'Osservatorio mostrano, in particolare, una domanda crescente di professionalità ICT in diversi settori – oltre all'IT strettamente definitivo – dal manifatturiero, all'*hospitality*, ai servizi di consulenza. Tra le professioni più richieste figurano i/le *web developers*, seguiti da specialisti/e in supporto IT e ingegneri/e. Occorre, infine, notare come tra le competenze maggiormente richieste per simili profili non figurino esclusivamente *hard skills* digitali, affiancate da competenze manageriali e *soft skills*.

In conclusione, queste evidenze confermano come il mercato IT stia crescendo a ritmi sostenuti, mentre l'offerta di specialisti fatica a tenere il passo. Ancora nel 2023, Eurostat segnalava che circa il 60% delle imprese italiane incontrava difficoltà nel reperire professionisti ICT, una quota allineata alla media europea (Eurostat, 2023). L'indagine di Confindustria segnala come la classe modale delle risposte sulle principali difficoltà riscontrate dalle imprese nell'adozione dell'IA riguarda (36,7% delle imprese) proprio la mancanza di competenze interne (Labartino *et al.*, 2025). In questo scenario, l'automazione di alcune fasi della programmazione attraverso sistemi di IA può contribuire ad alleviare la pressione sul mercato del lavoro. L'utilizzo di assistenti IA, in particolare, sta riconfigurando l'attività di coding in un processo sempre più affiancato da strumenti generativi capaci di supportare le fasi di brainstorming, scrittura del codice, *refactoring* e test, automatizzando compiti ripetitivi e accelerando le operazioni, pur richiedendo un presidio umano per assicurare accuratezza, sicurezza e coerenza con i requisiti di progetto (Sergeyuk *et al.*, 2025). Oltre a potenziare l'efficacia degli specialisti, l'adozione di software di IA generativa consente di estendere parte dell'attività di programmazione anche a lavoratori non specializzati, grazie alla possibilità di sviluppare codice tramite semplici prompt testuali (*vibecoding*), in linea con le prospettive di upgrading occupazionale delineate da Autor (2024). Guardando al futuro, l'evoluzione verso sistemi più autonomi potrebbe portare all'automazione completa – agentica – di segmenti del processo di sviluppo (Sapkota *et al.*, 2025). Nel complesso, l'espansione del mercato e il progresso degli strumenti di IA generativa sembrano favorire una maggiore automazione delle fasi standardizzabili del coding, mantenendo tuttavia centrale il ruolo degli sviluppatori esperti per garantire qualità, governance e una corretta interpretazione degli output generati dall'IA.

6.2.3 *Drivers, preoccupazioni e best practice*

Lo stesso rapporto di Gi Group estende l'analisi sull'introduzione dell'IA generativa nel mercato del lavoro italiano tramite una serie di interviste a 284 realtà operanti nel territorio italiano, prevalentemente nel settore dei servizi, esplorando lo stato dell'arte rispetto all'adozione delle nuove tecnologie, i principali *drivers*, gli usi e le preoccupazioni. La principale differenza che il rapporto evidenzia tra IA e IA generativa risiede nella fase di adozione. Del campione di aziende intervistate, il 39% utilizza l'IA in modo strutturale, percentuale che scende a 25% quando si parla di IA generativa; nel caso di quest'ultima, infatti, la maggior parte delle aziende (43%) dichiara di essere ancora in una fase di sperimentazione.

Rispetto all'utilizzo dell'IA generativa, il rapporto identifica tre tipi di approcci utilizzati da altrettante organizzazioni produttive: gli *shapers* (54%) che ricorrono a soluzioni già presenti sul mercato customizzandole sui loro bisogni, i *takers* (36%) che adottano soluzioni standard senza apportare modifiche, e i *makers* (10%) che creano sistemi di IA generativa progettati appositamente per le loro necessità. I *drivers* principali indicati dalle aziende sono: risparmio di tempo e risorse (più importante per i *takers*), automazione dei processi ripetitivi e aggiornamento tecnologico (più importante per i *makers*), sviluppo di nuovi prodotti e mantenimento della competitività sul mercato (più importante per gli *shapers*). Sebbene prevalga un'attitudine positiva verso il ruolo giocato dall'IA generativa nella trasformazione del lavoro, emergono preoccupazioni e criticità condivise dai diversi gruppi di aziende rispetto alla privacy, all'utilizzo dei dati e alla scarsa preparazione del personale che dovrebbe interfacciarsi con le nuove tecnologie. Le risposte raccolte da Gi Group mostrano, però, come queste preoccupazioni siano accompagnate dalla messa in campo di *best practice* in linea con quelle individuate dalla letteratura citata nel precedente capitolo: un piano di azione chiaro, con ruoli e obiettivi precisi, e che annoveri la formazione del personale in termini di competenze e consapevolezza, consente di mitigare i rischi legati a un utilizzo erroneo o poco efficace degli strumenti. In concreto, l'attuazione di queste *best practice*, raccontano le interviste alle figure apicali delle aziende campionate (spesso esperte IT o manager che sponsorizzano il progetto), deve essere affiancato da un controllo e una supervisione sul campo, per accertarsi che l'utilizzo dell'IA generativa sia organico e non lasciato in mano alle/ai singole/i dipendenti e che il piano di azione sia stato compreso e attuato a ogni livello dell'azienda. Spesso quest'attività di indagine e supervisione fa riferimento a KPI identificati per singoli progetti, di semplice realizzazione e non prioritari per l'azienda, cui si applica l'IA generativa.

Nel complesso, il processo di inserimento dell'IA e dell'IA generativa nelle aziende, principalmente di medio-grandi dimensioni, in Italia è ancora agli albori, ma emergono pattern utili alle future indagini empiriche. Le realtà aziendali che hanno scelto di virare verso questo tipo di sviluppo tecnologico sono generalmente più avanzate nell'utilizzo dell'IA e hanno modalità differenti di approcciarsi a essa, caratterizzate da un diverso grado di personalizzazione del sistema (*maker*, *shaper*, *taker*). A prescindere dal tipo di azienda, l'introduzione efficace dell'IA necessita di una *sponsorship* manageriale: si deve strutturare sulla base di un piano d'azione definito, attento alla formazione delle dipendenti, alla tutela della privacy; e va sostenuto da un monitoraggio continuo sul campo. Essendo sperimentazioni spesso non concluse è complesso dire quanto e come l'utilizzo dell'IA generativa abbia davvero impattato sulla produzione. Tuttavia,

queste informazioni – insieme con quelle emerse dall'analisi degli annunci di lavoro su LinkedIn – mostrano un cambiamento, sebbene non omogeneo a livello geografico e settoriale, che merita di essere attenzionato.

6.2.4 *Ritardi delle PMI nell'innovazione*

Nel documento redatto in occasione del vertice del G7 tenutosi in Italia nel giugno 2024 «G7 Report on Driving Factors and Challenges of AI Adoption and Development Among Companies, Especially Micro and Small Enterprises» si riportano risultati di studi condotti in diverse economie avanzate sull'approccio che imprese di micro e piccolo-medie dimensioni hanno nei confronti dell'IA. In linea con le evidenze descrittive relative ai dati Istat, emerge come le PMI abbiano generalmente un tasso di adozione di sistemi di IA minore rispetto alle realtà produttive più grandi. Questa differenza viene ricondotta, innanzitutto, alla limitatezza dei mezzi finanziari delle PMI, oltre alla naturale inclinazione delle grandi realtà produttive a economie di scala che consentono di ammortizzare il costo unitario dell'introduzione dell'IA. Al secondo posto tra i fattori che rallentano questo cambiamento tra le PMI si colloca la mancanza di personale qualificato (conseguenza anche di uno scarso investimento nella formazione specifica, intorno all'8%), seguito da scetticismo verso la reale efficacia e applicabilità dei sistemi di IA. A quest'ultimo si accompagna anche la preoccupazione per la privacy e per la sicurezza dei dati, freno anche all'utilizzo di servizi *cloud* per lo stoccaggio di questi ultimi. Infine, l'insicurezza rispetto ad attuali e future politiche regolatorie gioca un ruolo importante, poiché la trasformazione digitale è fortemente legata a sistemi di incentivi e regole notevolmente impattanti per realtà produttive di dimensioni ridotte. La contestualizzazione è importante anche rispetto al settore in cui operano le PMI: nel settore manifatturiero la barriera considerata più importante è quella economica, mentre nel settore finanziario la preoccupazione per le politiche regolative è preponderante.

Nonostante i limiti appena riportati, la maggior parte delle PMI considerate nello studio (57%) dichiara di vedere nell'utilizzo dell'IA e dell'IA generativa maggiori opportunità di crescita che rischi, prevedendo, inoltre, una riduzione dei costi di adozione.

6.2.5 *Le PMI italiane: tra limiti finanziari e formativi*

I risultati del sondaggio «IATI – Intelligenza artificiale, cittadini, imprese, media», condotto dall'Università di Cagliari, IPSOS e l'Università La Sapienza nel settembre 2024, ha esaminato l'approccio all'IA di 200 PMI italiane.

I risultati descrivono uno scenario non florido: solo il 19% delle aziende ha implementato o sta considerando l'utilizzo dell'IA, mentre l'81% non la utilizza e, di queste ultime, il 54% ritiene che l'IA non sia applicabile al proprio modello di business. Tra le poche PMI che utilizzano l'IA, i settori dove questa è più presente sono l'industria e la manifattura (27 intervistati) e quello dei servizi (20 intervistati).

Per quanto riguarda gli investimenti in innovazione tecnologica, il 27% delle imprese investe l'1% o meno del proprio fatturato, il 32% investe tra il 2-3%, il 15% tra il 4-5%, il 13% tra il 6-10%, e solo il 3% investe oltre il 10%. Interessante notare come le microimprese (fino a 9 dipendenti) tendano a investire di più (il 24% sopra il 5%) rispetto alle piccole e medie imprese (10-249 dipendenti) (tra l'1-3%). Anche in questo caso, la distribuzione settoriale è eterogenea: i settori di industria e manifattura sono i più attivi (il 29% investe oltre il 5%), mentre il settore edilizio è più conservatore (il 57% investe l'1% o meno). A rendere così rara l'applicazione dell'IA, secondo le PMI del campione sono principalmente tre fattori:

- sfide tecnologiche e operative: Il 32-40% delle imprese cita strutture interne inadeguate, il 22% segnala la mancanza di infrastrutture regionali, e il 14-19% riporta problemi legati alla privacy dei dati. Inoltre, il 13-15% esprime preoccupazioni sulla maturità e affidabilità delle tecnologie disponibili;
- problemi legati al know-how aziendale. Il 41-42% delle micro e piccole imprese e il 32% delle medie imprese sottolineano difficoltà nell'adattamento delle dipendenti alle nuove tecnologie, il 34-40% ritiene che l'uso limitato delle attuali applicazioni non giustifichi investimenti in IA, e il 29% delle medie imprese ammette una scarsa cultura tecnologica da parte del management;
- barriere finanziarie. Il 41-44% delle imprese segnala che i costi per sviluppare le competenze del personale siano proibitivi. Altri ostacoli includono i costi per l'acquisto di attrezzature (28-30%), la mancanza di supporto pubblico (25-36%) e difficoltà nell'accesso a finanziamenti bancari (16-22%).

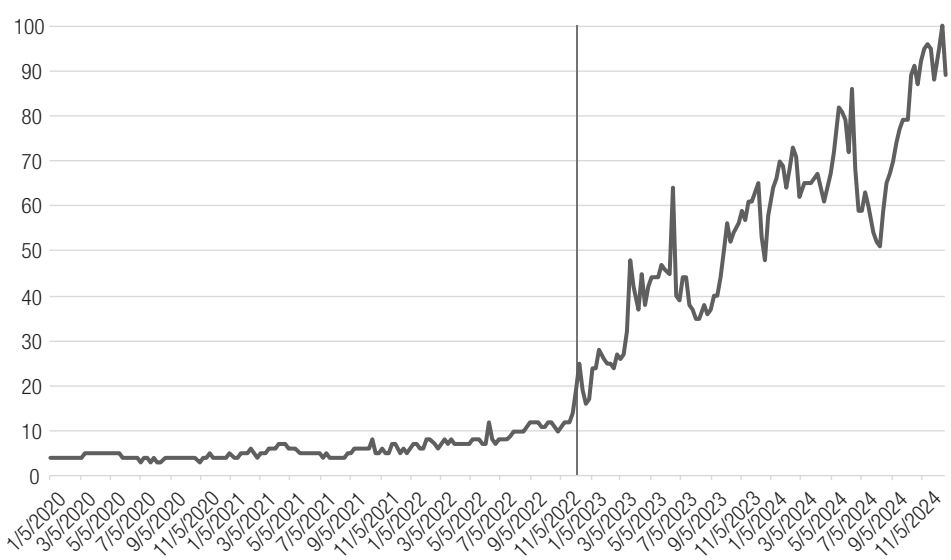
In conclusione, si può affermare che all'interno di un paese già in ritardo sull'adozione dell'IA, le PMI siano le realtà che più delle altre faticano a integrare le nuove tecnologie nei loro processi produttivi. Come si evince dallo studio dell'Università di Cagliari e dell'Università La Sapienza qui citato, le cause di questa lentezza nella transizione sono diverse e richiedono di agire sia all'interno delle organizzazioni produttive sia tramite interventi di policy volti a sostenere le capacità finanziare e il capitale umano delle PMI.

6.3 L'IA secondo gli italiani: evidenze da un sondaggio d'opinione

Nel novembre 2022, con il lancio di ChatGPT, l'IA, e in particolare quella generativa, è entrata a far parte del dibattito pubblico. Sebbene lo sviluppo e l'implementazione delle tecniche di *machine* e *deep learning* preceda ampiamente il lancio del *chatbot* di OpenAI, quest'ultimo ha catturato l'attenzione dei media e dell'opinione pubblica – come testimoniato dal boom di ricerche su Google sul tema dell'IA (Figura 6.8) – accendendo i riflettori sulle opportunità produttive (e non solo) di queste nuove tecnologie, nonché sui possibili rischi etico-sociali. Da allora, l'IA è entrata stabilmente anche nel dibattitto politico, alimentando la formazione di nuove preferenze di politica pubblica tra i cittadini (König *et al*., 2023; Zhang & Dafoe, 2019).

Cosa pensano gli italiani dell'IA? Sono più ottimisti o pessimisti riguardo gli impatti socioeconomici di questa innovazione tecnologica? Cosa ne pensano degli interventi regolativi sull'impiego di queste tecnologie nel mercato del lavoro? In questo paragrafo offriamo alcune evidenze descrittive derivanti dal sondaggio d'opinione «SCOaPP-10 project» (*Societal Challenges, Public Opinion and*

Figura 6.8 **Interesse di ricerca per l'argomento 'intelligenza artificiale' in Italia (2020-2024)**

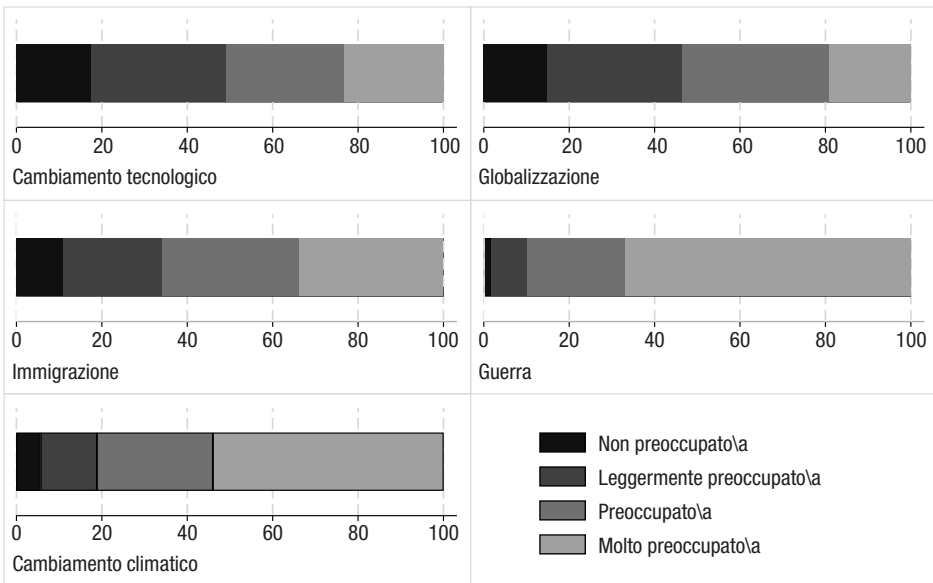


Fonte: Google Trends.

Public Policies) condotto da YouGov in dieci paesi nella primavera del 2024 per conto di un team di ricerca internazionale composto dal Politecnico di Torino, la Copenaghen Business School e il Korea Institute for Health and Social Affairs. Il questionario somministrato a 2083 intervistati italiani comprende una serie di domande inedite sulla percezione del cambiamento tecnologico e in particolare dell'IA, nonché di alcune preferenze di politica pubblica. La tecnica del *quota sampling* utilizzata per raccogliere il campione di questo sondaggio consente di interpretare questi risultati come rappresentativi dell'opinione pubblica italiana.

In generale, gli italiani sembrano nettamente meno spaventati dal cambiamento tecnologico rispetto ad altre sfide e minacce che caratterizzano il nostro tempo. Sebbene poco più della metà degli intervistati dichiara di essere preoccupato dall'avvento delle nuove tecnologie (in particolare viene citata l'IA), questa quota supera il 60% quando agli intervistati viene chiesto di valutare il tema dell'immigrazione, schizzando oltre l'80% per minacce derivanti dal cambiamento climatico e dalla guerra (Figura 6.9).

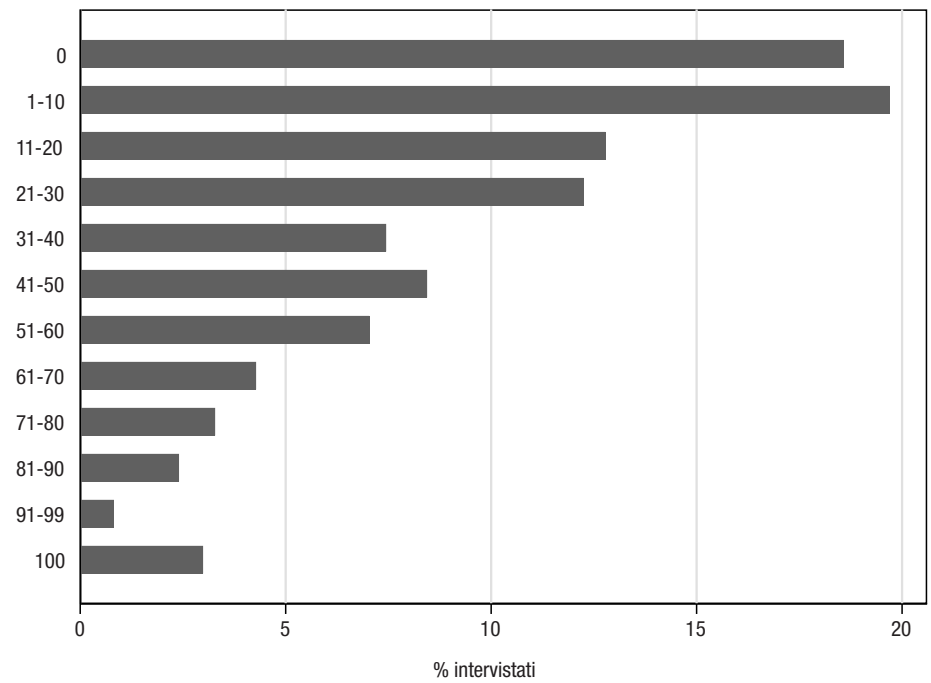
Figura 6.9 **Percezione dei rischi associati al cambiamento tecnologico, alla globalizzazione, all'immigrazione, alla guerra e al cambiamento climatico da parte degli italiani (2024)**



Fonte: SCOaPP-10 project.

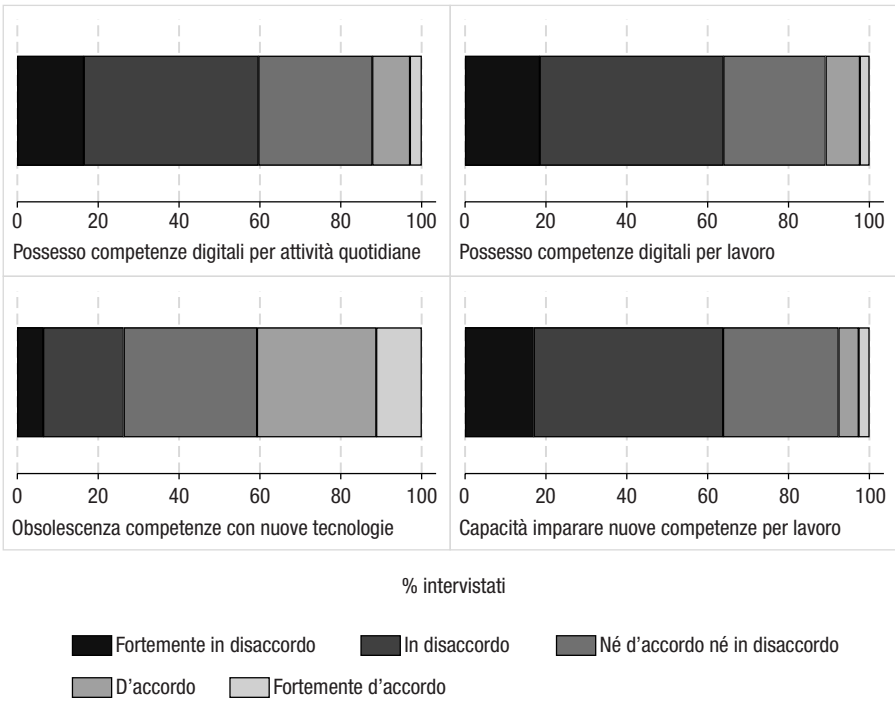
Analogamente, l'opinione pubblica italiana risulta divisa sulle aspettative di spiazzamento occupazionale associato al cambiamento tecnologico. Quasi il 40% dell'opinione pubblica si aspetta un effetto di spiazzamento limitato a meno del 10% della forza lavoro impiegata in un'occupazione simile alla propria, mentre quasi lo stesso numero di intervistati ritiene che l'automazione cancellerà oltre un terzo del lavoro nel proprio settore (Figura 6.10). Simili preoccupazioni sono legate al timore di obsolescenza delle proprie competenze, in special modo in campo digitale. Infatti, intorno al 60% degli intervistati dichiara di non possedere adeguate competenze digitali per svolgere attività nella vita quotidiana o nel lavoro, né tantomeno di essere di grado di acquisirne rapidamente di nuove (Figura 6.11). Inoltre, circa il 40% dichiara di temere che il cambiamento tecnologico possa acuire l'obsolescenza delle proprie competenze.

Figura 6.10 **Percentuale attesa di forza lavoro che potrebbe essere sostituita dalle macchine nel proprio gruppo professionale (2024)**



Fonte: SCOaPP-10 project.

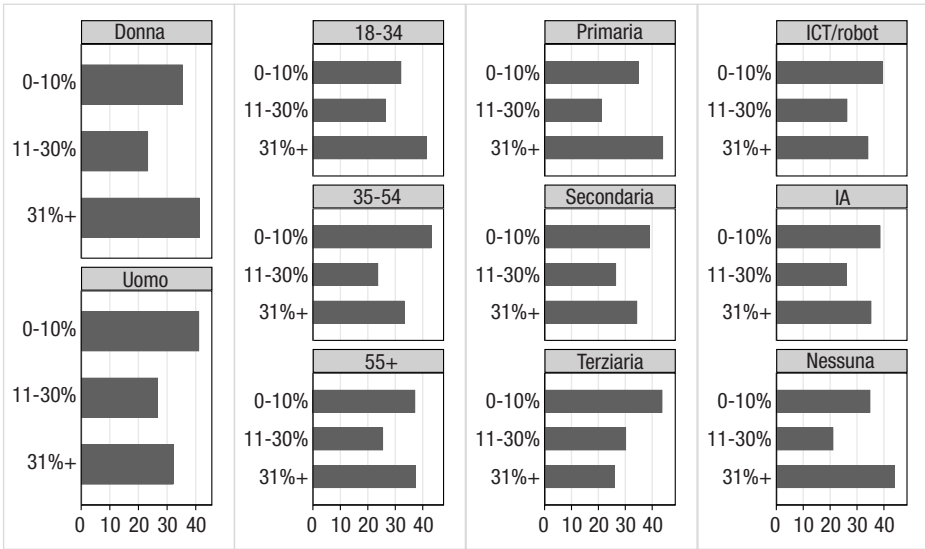
Figura 6.11 Percezione delle proprie competenze (2024)



Fonte: SCOaPP-10 project.

Disaggregando l'analisi in base alle caratteristiche sociodemografiche emergono variazioni interessanti (Figure 6.12 e 6.13). Innanzitutto, le donne sembrano temere di più l'effetto di spiazzamento del lavoro rispetto agli uomini, con il 40% delle intervistate che prevede la scomparsa di più di un terzo dell'occupazione nel proprio settore a fronte del 30% circa tra gli uomini. Il livello d'istruzione, invece, riduce sensibilmente la percezione del rischio di sostituzione, nonché la sfiducia nella spendibilità delle proprie competenze nel nuovo mercato del lavoro. Pertanto, tra i lavoratori ad alta formazione sembra prevalere un certo ottimismo circa la propria complementarità con le nuove tecnologie, mentre lo scetticismo domina – paradossalmente – in quei settori della forza lavoro scarsamente esposta agli impatti dell'IA. Analogamente, tra i giovani (under 35) prevale insicurezza circa gli impatti del cambiamento tecnologico sulle opportunità lavorative e sulle proprie competenze, malgrado solitamente muniti di com-

Figura 6.12 **Percentuale attesa di forza lavoro che potrebbe essere sostituita dalle macchine nel proprio gruppo professionale suddivisa per genere, fascia d'età, livello d'istruzione e utilizzo delle tecnologie sul luogo di lavoro (2024)**

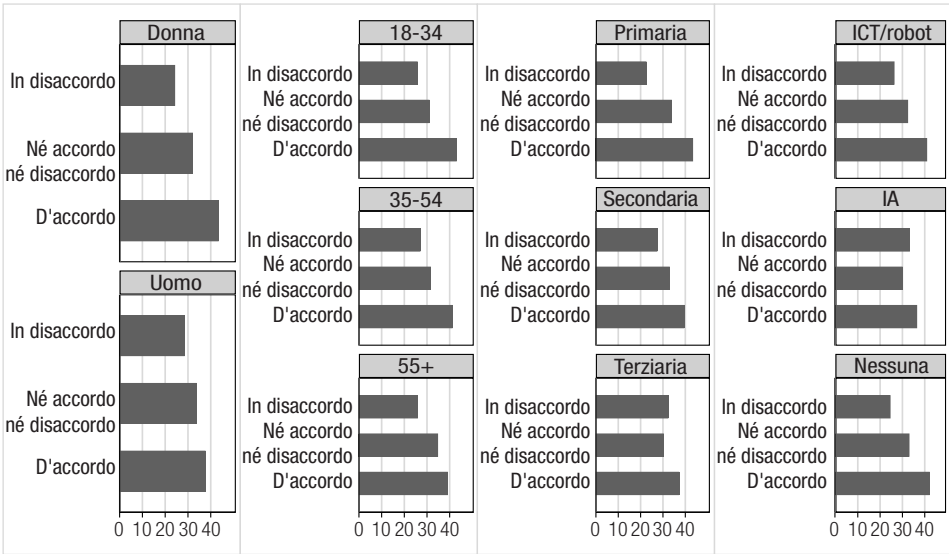


Fonte: SCOaPP-10 project.

petenze digitali più avanzate e, in generale, di maggiori capacità di *reskilling*. La popolazione adulta nel pieno della carriera (35-54 anni) risulta, invece, essere la più fiduciosa nelle opportunità dell'innovazione tecnologica, prevedendo un effetto di sostituzione ridotto al 10% della forza lavoro nel proprio settore (per oltre il 40% degli intervistati), mentre gli over 55 sono omogeneamente distribuiti tra ottimisti e pessimisti. Infine, l'utilizzo regolare di tecnologie ICT o IA sul luogo di lavoro riduce il timore di spiazzamento, mentre solo l'interazione con applicativi «intelligenti» sembra rafforzare la fiducia nelle proprie competenze.

In ottica comparata, gli italiani risultano essere tra i più timorosi riguardo alle sfide poste dal cambiamento tecnologico, sebbene le risposte aggregate nei diversi paesi inclusi nel sondaggio non si discostino eccessivamente tra loro, attestandosi complessivamente su un livello di preoccupazione piuttosto contenuto (Figura 6.14, grafico di sinistra). Più elevato appare invece il timore degli italiani in relazione al rischio di sostituzione tecnologica, con una stima di spiazzamento pari a

Figura 6.13 Percezione dell'obsolescenza delle proprie competenze causata dall'innovazione tecnologica suddivisa per genere, fascia d'età, livello d'istruzione e utilizzo delle tecnologie sul luogo di lavoro (2024)

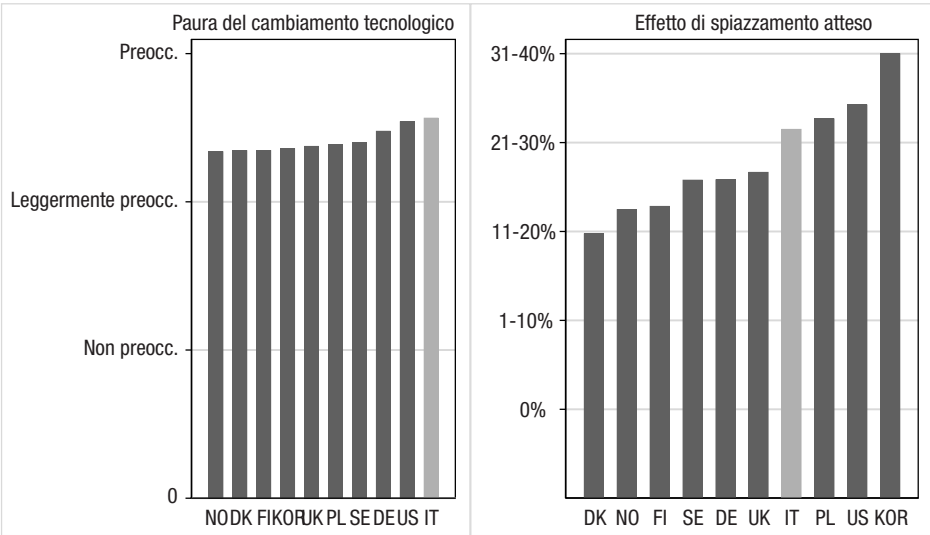


Fonte: SCOaPP-10 project.

circa un terzo della forza lavoro, analoga a quella espressa in Polonia e negli Stati Uniti (mentre timori ancora più alti si registrano in Corea del Sud) (Figura 6.14, grafico di destra). La maggior parte del campione, invece, si colloca su previsioni più moderate, indicando un possibile impatto massimo intorno al 20%.

Circa i diversi impieghi dell'IA (Figura 6.15), rinveniamo maggior scetticismo quando queste tecnologie vengono utilizzate per valutare le performance dei lavoratori (il 60% degli italiani percepisce disagio di fronte al *recruitment* automatizzato, mentre oltre il 40% è contrario al monitoraggio algoritmico del personale), per alimentare la guida autonoma e per svolgere attività di *caregiving* (intorno alla metà degli intervistati esprime malessere al riguardo). Sorprendentemente, gli italiani si mostrano fiduciosi nell'impiego dell'IA in ambito delicato come quello medico (meno di un terzo degli intervistati si dichiara scettico sulla diagnostica e la chirurgia parzialmente automatizzata), oltre che nei riguardi dell'IA generativa in generale e nell'utilizzo dei nuovi applicativi per il calcolo delle tasse.

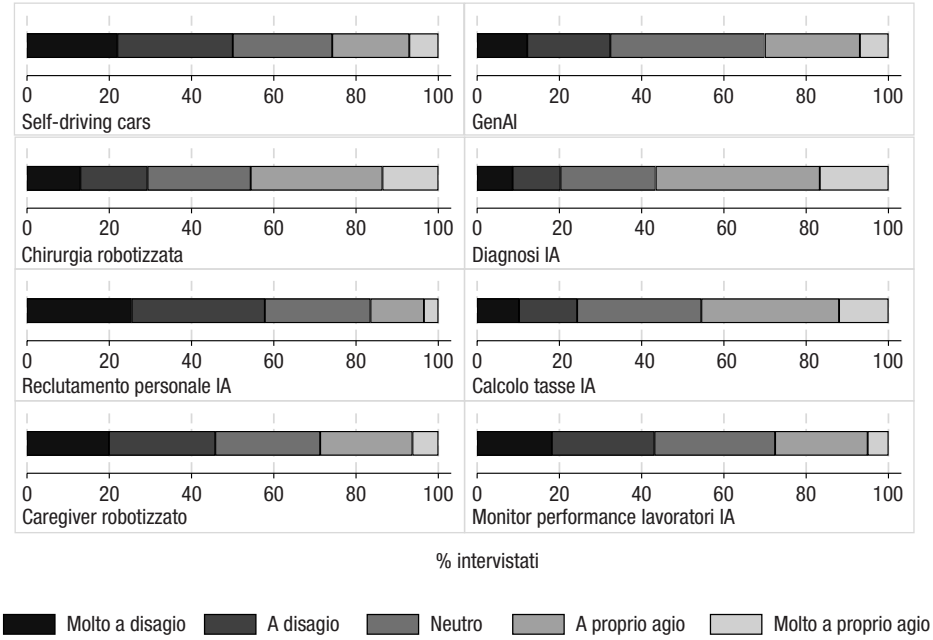
Figura 6.14 **Percezione dei rischi associati al cambiamento tecnologico (grafico di sinistra) e stima del rischio di spiazzamento della forza lavoro (grafico di destra) in media nei paesi del campione SCOaPP-10 (2024)**



Fonte: SCOaPP-10 project.

Di fronte ai costi sociali dell'innovazione tecnologica, gli italiani mostrano preferenze di politica pubblica bilanciate tra interventi regolativi e sostegno al reddito e alla formazione dei lavoratori sostituiti dalle nuove tecnologie. In particolare, l'opinione pubblica risulta largamente favorevole all'introduzione di un'autorità indipendente che monitori e regoli gli sviluppi dell'IA generativa (sostenuta da circa il 60% degli intervistati) (Figura 6.16). Sebbene la maggioranza relativa degli italiani vorrebbe che la governance di questo nuovo ente venisse assegnata agli stati nazionali (circa il 30%), la metà degli intervistati sostiene la necessità di una gestione sovranazionale, dividendosi tra l'UE e altre organizzazioni internazionali (rispettivamente il 27% e il 22%). Scarso supporto riscuotono, invece, modelli di governance settoriale e regionale. La rigidità della regolazione dell'IA nel mercato del lavoro varia a seconda dei costi occupazionali e delle opportunità produttive associati all'innovazione tecnologica. Interventi regolativi moderati vengono preferiti quando lo spiazzamento delle professionalità obsolete viene controbilanciato dalla creazione di nuovi posti di lavoro (sostenuta da quasi la metà degli intervistati). Preferenze nettamente più protezionistiche emergono

Figura 6.15 Atteggiamento nei confronti di diversi impieghi dell'IA (2024)

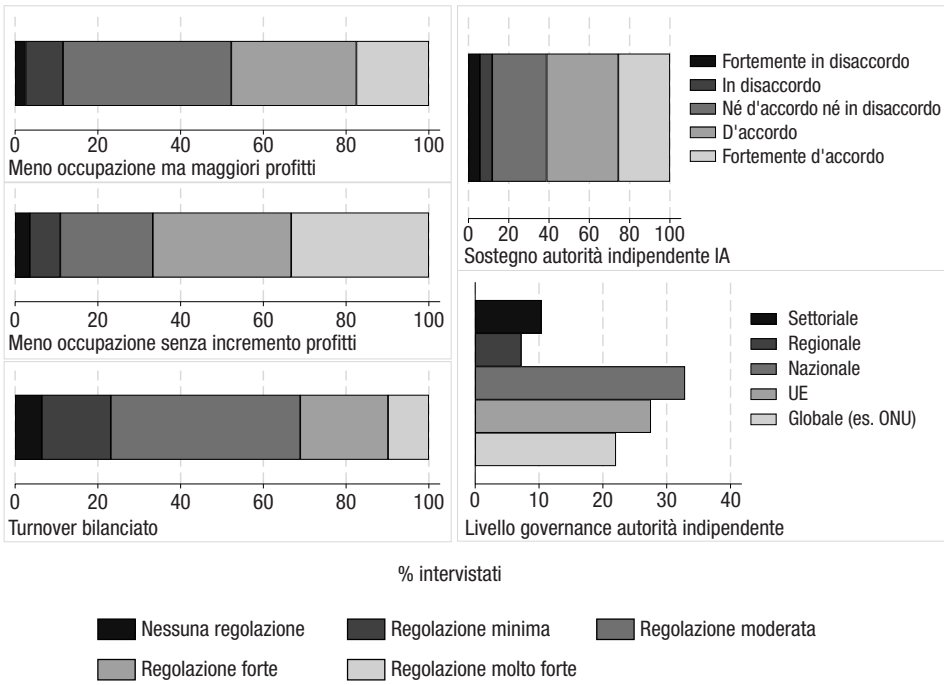


Fonte: SCOaPP-10 project.

di fronte alla prospettiva di un calo occupazionale che non sia affiancato da guadagni per le imprese (oltre i due terzi sono favorevoli a regolazioni più stringenti), mentre la creazione di nuovo profitto sembra giustificare interventi meno restrittivi (meno della metà domanda una regolazione forte).

Infine, per mitigare i costi sociali dei possibili effetti di spiazzamento, gli italiani chiedono soprattutto di investire nella formazione (Figura 6.17). In linea con la letteratura sulle preferenze di politica sociale (Busemeyer & Garritzmann, 2017; Buzzelli & Sacchi, 2024), tra i vari interventi di politica sociale proposti, l'introduzione di programmi di *reskilling* per i disoccupati a causa dell'automazione e di *lifelong learning* raccoglie il favore maggiore (quasi il 90% degli intervistati). Simili interventi devono essere affiancati da misure di sostegno al reddito dei disoccupati, sia attraverso la creazione di lavoro sussidiato sia tramite assegni di disoccupazione e schemi di reddito minimo garantito (sostenuti da oltre il 60% dell'opinione pubblica). In particolare, la letteratura di opinione pubblica mostra come il supporto per simili misure compensative aumenta con l'obsolescen-

Figura 6.16 Preferenze in materia di regolazione dell'IA (2024)

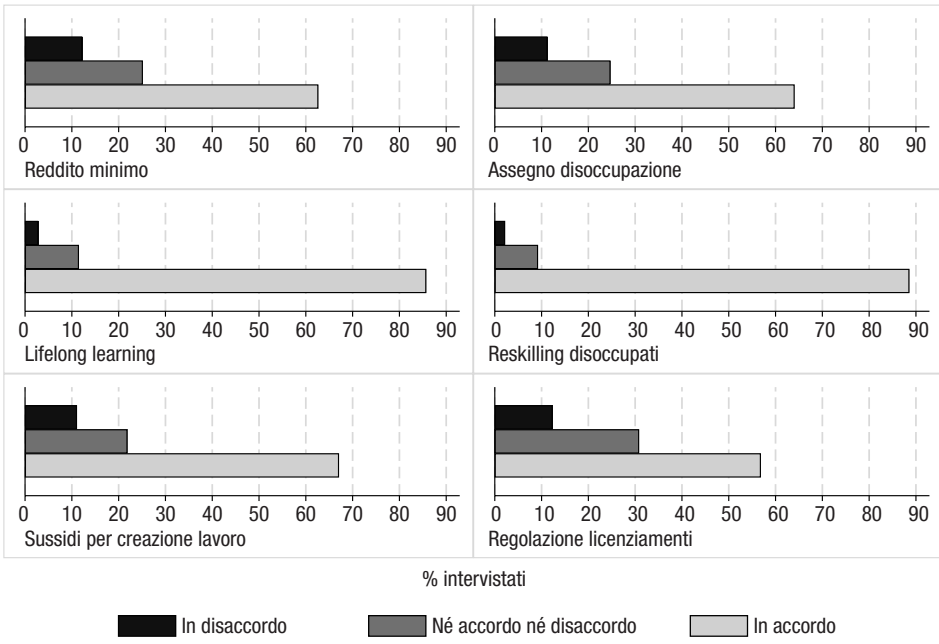


Fonte: SCOaPP-10 project.

za delle competenze e con il timore della sostituzione tecnologica (Sacchi *et al.*, 2019; Nicoli *et al.*, 2024). Minor sostegno è riscosso dall'inasprimento della regolazione dei licenziamenti, sebbene sostenuta dalla maggioranza assoluta degli intervistati. Nel complesso, queste preferenze di politica sociale non divergono significativamente dalla strategia di policy che gli italiani metterebbero in campo per affrontare il fenomeno della disoccupazione al netto dei rischi di sostituzione tecnologica (Figura 6.18, il grafico compara il livello medio di sostegno per ciascuna policy dei partecipanti informati dei rischi dell'automazione e di quelli non informati tramite un breve testo introduttivo).

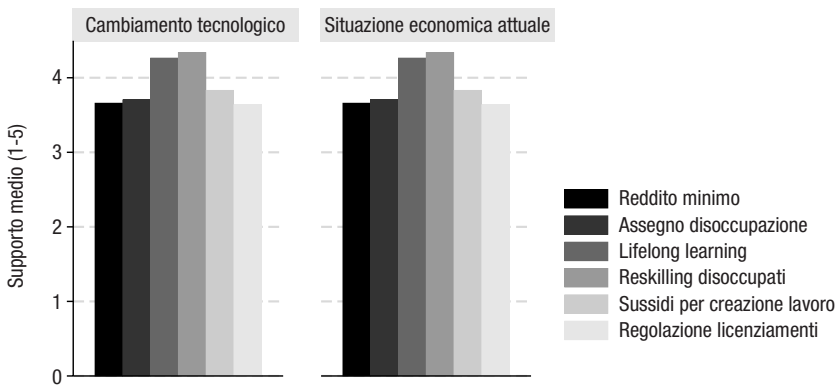
In tutti i paesi emerge un ampio consenso per le politiche di formazione e aggiornamento delle competenze, con un profilo di preferenze complessivamente simile tra i diversi contesti nazionali. L'Italia si distingue per un sostegno più elevato anche verso misure di protezione e regolazione: maggiore appoggio alla regolazione dei licenziamenti e ai sussidi per la creazione di lavoro (in linea

Figura 6.17 Preferenze per differenti misure di politica sociale a sostegno dei disoccupati a causa dell'automazione



Fonte: SCOaPP-10 project (2024).

Figura 6.18 Preferenze per differenti misure di politica sociale a sostegno dei disoccupati a causa dell'automazione in comparazione con scenario neutro

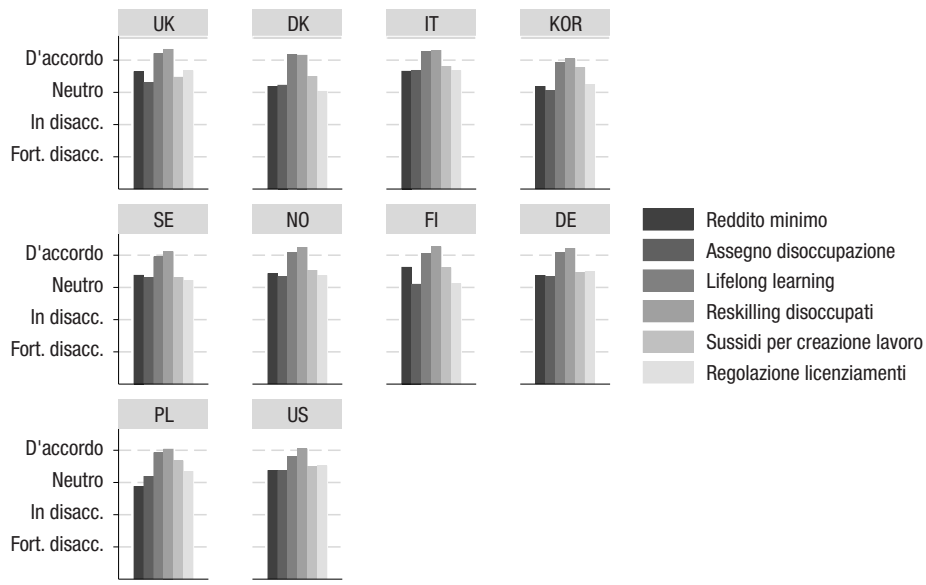


Fonte: SCOaPP-10 project (2024).

rispettivamente con UK e Polonia), oltre che alle misure di sostegno al reddito (Figura 6.19). Anche il sostegno alla creazione di un'autorità indipendente di regolazione dell'IA mostra differenze contenute tra i paesi, sebbene in media gli italiani risultino tra i meno entusiasti, insieme a coreani e tedeschi (Figura 6.20).

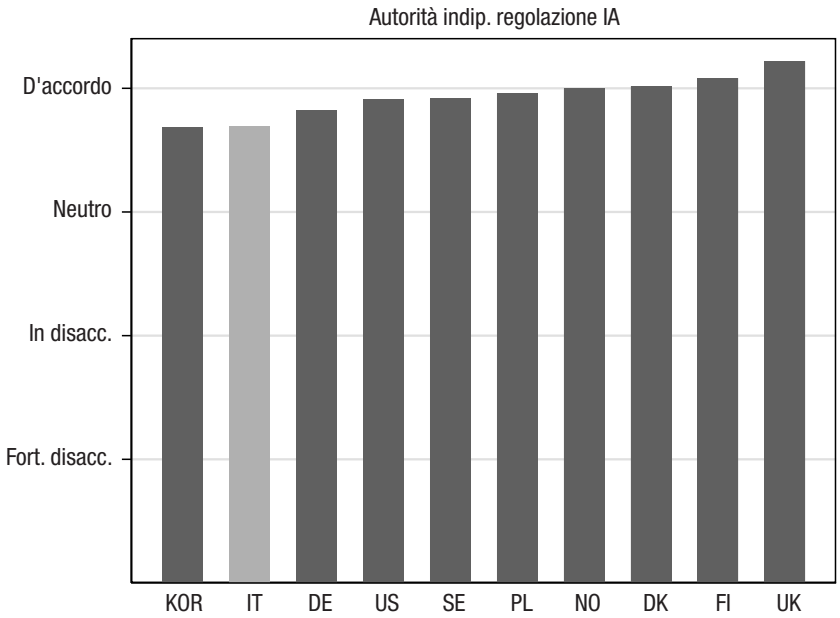
In conclusione, l'opinione pubblica italiana risulta essere divisa sulle aspettative legate al cambiamento tecnologico. Sebbene quest'ultimo non emerga come la sfida più allarmante della contemporaneità, gli italiani mostrano preoccupazione per i possibili effetti di sostituzione della forza lavoro dovuta all'obsolescenza delle competenze – in media tra le più elevate nel panorama delle democrazie avanzate. I gruppi sociali più vulnerabili sul mercato del lavoro – donne, giovani e lavoratori poco qualificati – temono maggiormente gli impatti occupazionali delle nuove tecnologie, mentre l'utilizzo di queste nell'ambito lavorativo mitiga simili preoccupazioni. Con riguardo specificamente all'IA, il suo impiego per scopi di monitoraggio della performance lavorativa, nell'assistenza e a sostegno della guida autonoma genera timori diffusi nell'opinione pubblica, che, invece, ne accoglie l'utilizzo in ambito medico e nell'amministrazione era-

Figura 6.19 Preferenze in materia di politica sociale nei vari paesi dell'indagine



Fonte: SCOaPP-10 project (2024).

Figura 6.20 **Sostegno per la creazione di un'autorità indipendente per la regolazione dell'IA nei vari paesi dell'indagine**



Fonte: SCOaPP-10 project (2024).

riale. Impatti negativi sulla forza lavoro, specialmente se non controbilanciati da nuovo profitto od occupazione, stimolano il sostegno per restrizioni all'utilizzo dell'IA nel sistema produttivo, mentre per i nuovi disoccupati gli italiani chiedono investimenti in formazione e politiche di sostegno al reddito.

6.4 Opportunità, vincoli e sfide emergenti

Nel complesso, lo stato di adozione dell'IA nel contesto produttivo italiano sconta alcuni ritardi rispetto agli altri paesi europei, sebbene emergano notevoli opportunità di crescita produttiva, occupazionale e salariale.

Innanzitutto, risulta evidente come la circolazione più contenuta dell'IA rispetto alle economie europee più avanzate sia imputabile a ritardi strutturali delle PMI, che scontano capacità finanziarie limitate e difficoltà nella formazione del management e del personale. Al contrario, le grandi imprese, in particolare

nei settori dell'ICT e dei servizi ad alta formazione, trainano la trasformazione tecnologica. Ciononostante, tra le imprese adottanti, si rileva una crescente diffusione dell'IA attraverso diverse funzioni produttive e tra le aziende di media dimensione, prefigurando una trasformazione sistemica della produzione, sebbene ancora molto limitata. L'affidamento a *best practice* fondate su una costante supervisione sul campo e sulla creazione di un organigramma appropriato risulta essere alla base di una transizione efficace, limitando i rischi e i limiti connessi innanzitutto con la gestione della crescente mole di dati. I divari territoriali, in particolare tra grandi città e centri minori, contribuiscono a stimolare una transizione «frammentata», ma in maniera meno marcata rispetto alla segmentazione del mercato per aziende di diverse dimensioni.

Le stime circa gli impatti dell'IA sulla produttività e sull'occupazione paiono rincuoranti, delineando significative possibilità di crescita in particolare nei settori ad alta formazione (*in primis*, ICT e finanza), accompagnate da un aumento dei salari per le professioni complementari con l'utilizzo dei nuovi applicativi. In linea con la letteratura internazionale, maggiori rischi di spiazzamento risiedono tra le professioni a medio-alta formazione caratterizzate da mansioni cognitive più routinarie (per esempio, programmatori informatici, contabili ecc.), nonché nei contesti in cui l'IA viene integrata con la robotica. Inoltre, nuove opportunità occupazionali emergono tra le nuove professionalità strettamente legate all'IA e all'IA generativa, sempre tra i servizi ad alta formazione.

Infine, il quadro incerto appena descritto si riverbera nell'opinione pubblica, divisa tra «tecno-ottimisti» e «tecno-pessimisti». In particolare, gli italiani appaiono notevolmente preoccupati per l'obsolescenza delle proprie competenze e per i possibili effetti di sostituzione. Tali preoccupazioni risultano accresciute tra i gruppi sociodemografici più vulnerabili (donne, giovani, lavoratori poco qualificati). Ne segue la richiesta di una strategia di policy composita, che includa sia interventi regolativi sia formativi e di sostegno al reddito.

In conclusione, questo capitolo dipinge un quadro complesso, ma ricco di speranza: sebbene l'Italia parta da una posizione svantaggiata, un'adozione strategica dell'IA potrebbe trasformare le debolezze strutturali in opportunità di crescita sostenibile, a patto che si investa adeguatamente nelle risorse umane e infrastrutturali necessarie per abilitare questa transizione.

7 QUALE ADOZIONE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLE GRANDI IMPRESE ITALIANE? EVIDENZE DA OTTO CASI DI STUDIO

Danilo Pesce*, Paolo Neirotti*

7.1 Introduzione

Il capitolo sintetizza i risultati emersi da una ricerca qualitativa orientata a comprendere e comparare gli usi e gli impatti dell'Intelligenza Artificiale (IA) in un campione di otto grandi imprese operanti in Italia (sette di queste otto hanno la loro sede principale in Italia) nell'agroalimentare, nella manifattura, nella farmaceutica, nel settore bancario-assicurativo, nei servizi di rete (distribuzione gas) e nel *retail*. Il campione è distribuito su base geografica con imprese operative sia nel Nord-ovest sia nel Nord-est sia al Centro-sud. La ricerca mira ad approfondire lo stato e le modalità di adozione dell'IA in imprese pioniere in settori non-ICT, facendo luce sulle strategie e i processi di riorganizzazione del flusso di lavoro in questi casi di punta, indipendentemente dalla generalizzabilità dei risultati. L'indagine si è basata su interviste semi-strutturate (di durata media pari a 75 minuti circa) condotte nella primavera del 2025 con il management maggiormente coinvolto nelle iniziative di adozione di soluzioni di intelligenza artificiale.

Le imprese sono state selezionate all'interno di un campione più ampio, precedentemente mappato attraverso una breve *survey* orientata a comprendere gli usi dell'IA lungo la catena del valore. Quest'analisi di sondaggio preliminare ha visto il coinvolgimento di 14 imprese, equamente distribuite tra settori secondario e terziario. All'interno di questo primo campione, sono state selezionate le imprese che mostravano un grado di adozione diffuso lungo quattro aree funzionali (funzioni amministrative, *operations*, *sales & marketing*, sviluppo prodotto),

* Politecnico di Torino

mirando al contempo all'eterogeneità in termini di settori produttivi e filiere. Allo stesso tempo, le imprese selezionate condividono alcune caratteristiche comuni quali la dimensione (grandi imprese con fatturato superiore a 50 milioni di euro), la presenza sui mercati internazionali, un forte *employer branding*, oltre che legami consolidati con l'associazionismo industriale che favoriscono sia lo scouting tecnologico sia il trasferimento di *best practice* manageriali. Si nota come da quest'analisi preliminare emerga un'adozione mirata dell'IA a specifiche mansioni, mentre più limitata risulta essere l'integrazione nei processi *end-to-end*. Le tecnologie maggiormente adottate sono DataAnalytics/BI e LLM (*chatbot* e *copywriting*). Le sfide principali all'adozione ricadono sui costi di implementazione (inclusi quelli di capitale umano), i vincoli normativi e l'integrazione in processi non strutturati.

7.2 Gli usi dell'IA secondo le dimensioni di analisi rilevanti

L'analisi comparativa dei casi ha evidenziato due dimensioni capaci di sintetizzare l'uso dell'IA. La prima dimensione coglie l'orientamento strategico dell'adozione dell'IA, vale a dire le logiche con cui il management impiega l'IA per migliorare la capacità dell'impresa di creare valore economico. La seconda dimensione cattura lo stadio di integrazione dell'IA nei processi aziendali sotto il profilo tecnico, organizzativo e gestionale.

Con riguardo alla dimensione dell'*orientamento strategico*, l'obiettivo di creare valore economico attraverso l'IA può essere perseguito sia attraverso un impiego più efficiente dei fattori produttivi (lavoro, capitale tecnico, materiali critici) sia attraverso la generazione di benefici addizionali per il cliente, in termini di qualità, personalizzazione e rapidità del servizio. In particolare, emergono tre principali logiche di impiego:

1. La prima logica consiste in un «cambiamento locale» ed è orientata a migliorare l'efficienza o l'efficacia a livello locale di una singola funzione (per esempio, il marketing, la manutenzione di impianti e macchinari, il controllo qualità). In questa logica, l'IA viene adottata come leva di innovazione incrementale. L'obiettivo strategico perseguito dall'azienda è di «fare meglio e con meno impiego di input ciò che si faceva prima», e non di ottenere un cambiamento radicale nel modello operativo e nelle logiche di business;
2. la seconda logica può essere etichettata come «cambiamento applicativo», in cui l'IA viene utilizzata per riorganizzare in modo più ampio rispetto al singolo compito porzioni di processi. In questo caso l'adozione dell'IA im-

plica un cambiamento sostanziale nei flussi di lavoro, nella gestione delle informazioni e nei processi decisionali che spesso coinvolgono più funzioni organizzative;
3. infine, la terza logica è di «trasformazione sistemica e radicale» in cui l'adozione dell'IA è funzionale ad abilitare nuove capacità operative e strategiche sia a livello di impresa sia di intera filiera.

Con riguardo alla dimensione dello *stadio di integrazione* dell'IA nei processi aziendali, il livello di integrazione si manifesta in diversi elementi:

a. la misura in cui le iniziative legate all'IA sono effettivamente integrate nei processi *core* e nei sistemi informativi aziendali esistenti, piuttosto che restare confinate in progetti pilota, sperimentazioni isolate o soluzioni *stand alone*;
b. la presenza di processi strutturati orientati ad assicurare l'uso di dati secondo principi di qualità, tracciabilità e sostenibilità economica;
c. la varietà dei casi d'uso attivati nel tempo, che indirettamente riflette l'apprendimento maturato dall'impresa sull'IA;
d. la presenza di modelli di governance formalizzati che definiscono e distribuiscono chiare responsabilità di azione, valutano i rischi così come il riutilizzo di soluzioni precedentemente sviluppate;
e. la complessità tecnologica delle soluzioni adottate, che varia dall'impiego di soluzioni IA più semplici e mature – come algoritmi *rule-based*, spesso disponibili «a scaffale» nell'offerta dei *vendor* – fino ad algoritmi di *machine* o *deep learning*, o *large language models* addestrati su dataset aziendali e progressivamente ottimizzati in funzione di specifiche esigenze operative.

Complessivamente, tenendo conto di tali elementi, è possibile individuare tre stadi di possibile integrazione dell'IA nei processi aziendali. Il primo stadio è caratterizzato da adozioni sperimentali, spesso in forma di *proof of concept*, e vede una governance dell'IA non pienamente strutturata, in un contesto nel quale non sono attivati processi consolidati per la gestione di dati, competenze o rischi. Lo stadio intermedio registra invece un'adozione estesa a più processi, con la presenza di team interni dedicati a sviluppare o eseguire le funzionalità dell'IA e a meccanismi di monitoraggio dei benefici generati. Lo stadio più elevato, infine, si riferisce a contesti in cui l'IA è profondamente integrata nei processi *core* e il suo utilizzo è accompagnato da strutture specialistiche molto più consolidate.

7.3 I casi analizzati

In questo paragrafo vengono descritti i casi aziendali analizzati, specificando il loro posizionamento lungo le due dimensioni di analisi. I casi, che come già mostrato sono stati selezionati perché all'avanguardia nell'adozione dell'IA, sono presentati partendo da contesti caratterizzati da un'adozione più circoscritta e un'integrazione di tipo sperimentale, fino ad arrivare a imprese che fanno dell'IA un driver trasformativo per il proprio modello operativo e competitivo. Nell'ordine, i casi trattati sono: Kuvera, Natuzzi, Gruppo Veronesi, Michelin, Italgas, Fincantieri, Intesa Sanpaolo e Dompé. Il loro posizionamento circa le due dimensioni individuate è dettagliato nella Tabella 7.1.

Per ciascuna impresa, la narrazione evidenzia le tecnologie utilizzate e i principali ambiti di applicazione dell'IA, le motivazioni strategiche alla base dell'adozione e le soluzioni organizzative e tecnologiche messe in campo. Segue una presentazione sintetica degli otto casi, volta a motivare il posizionamento di ciascuna impresa lungo le due dimensioni analitiche considerate. A un appro-

Tabella 7.1 **Sintesi degli otto casi studio secondo le due dimensioni di analisi**

Impresa	Orientamento strategico	Grado di integrazione
Kuvera	Cambiamento locale Introduzione incrementale delle nuove tecnologie, guidata da un serrato processo di valutazione degli impatti di ogni sperimentazione	Iniziale/sperimentale Utilizzo *chatbot AI*, *analytics* e BI, *fidelity card* digitale con l'obiettivo di costruire una base dati attivabile per sperimentare utilizzo IA nel *front-end*
Natuzzi	Cambiamento locale Introduzione incrementale delle nuove tecnologie volta a efficientare la gestione dei materiali critici, l'allestimento degli showroom e i servizi CRM	Intermedio/in consolidamento Molti applicativi sono già in fase operativa, spaziando tra diverse tecnologie (*chatbot*, *rule-based AI*, avatar digitali, MES attivi in tutti gli stabilimenti)
Gruppo Veronesi	Cambiamento locale Utilizzo di diversi applicativi per ottimizzare la pianificazione promozionale e i flussi decisionali (per esempio, tramite simulazioni e analisi in tempo reale) e per sostenere l'area vendite	Intermedio/in consolidamento L'IA è già operativa nei processi core dell'azienda, mostrando un'adozione sistemica delle nuove tecnologie – incluso *digital twin* esteso all'intera filiera e interfacce adattive personalizzate – ma non ancora estesa al *front-end* e alla *customer interaction*

Michelin	Cambiamento locale/applicativo Modello d'adozione pragmatico e ingegneristico dell'IA, volto a elaborare soluzioni tecniche specifiche per ottimizzare la logistica, automatizzare la scrittura di codice e il controllo qualità	Intermedio/in consolidamento L'adozione parte da progetti pilota verticali, ma con l'obiettivo esplicito di scalare a livello globale qualora la valutazione d'impatto dia riscontri positivi. La GenAI ha significativamente contribuito alla diffusione trasversale delle nuove tecnologie
Italgas	Cambiamento applicativo Trasformazione profonda dell'infrastruttura operativa volta all'ottimizzazione della gestione, manutenzione e sicurezza degli impianti, nonché al sostegno di clienti e lavoratori tramite IoT e IA agentica. Quest'ultima risulta diffusa in diverse funzioni produttive (*legal*, acquisti, commerciale, ICT)	Elevato Integrazione avanzata di dispositivi IoT con modelli ML, nonché vasto utilizzo di IA agentica (assieme a tecnologie di computer vision) integrata in un sistema multi-agente
Fincantieri	Cambiamento applicativo Integrazione dell'IA in maniera sistematica lungo tutta la *value chain*: dalla pianificazione dei materiali e delle risorse alla manutenzione predittiva, passando per il controllo qualità	Elevato 20 casi d'uso sono in esercizio a oggi (inclusi algoritmi di *computer vision* e *digital twins* di cantiere), con impatto misurabile su qualità, tempi e coordinamento dei processi, sottoposti a una governance integrata da parte di un Digital Lab
Intesa Sanpaolo	Cambiamento applicativo/trasformazione sistemica Re-ingegnerizzazione operativa di diversi processi con architettura agentica, che mira a suddividere i processi in «micro-task» gestiti in maniera autonoma (dalla valutazione del merito creditizio all'automazione documentale, fino all'integrazione tra diversi canali per l'assistenza clienti)	Elevato L'azienda presenta un'infrastruttura IA integrata e modulare che include modelli di *machine learning* tradizionale, IA generativa per contenuti e assistenza, e agenti IA per l'automazione dei processi interni. Tutti i progetti ricadono in un programma integrato, prevedendo l'inclusione diretta dell'*AI delivery* nella responsabilità manageriale
Dompé	Trasformazione sistemica IA avanzata e nativamente integrata nei processi di R&D, che guida l'intero ciclo sperimentale del farmaco: dalla sintesi all'ottimizzazione, attraverso un meccanismo continuo di feedback e apprendimento	Elevato Tre pillar infrastrutturali e organizzativi: 1) accesso a risorse di supercalcolo al livello europeo, 2) automazione integrale dei laboratori, 3) team interdisciplinare fortemente connesso al mondo accademico

fondimento sull'impatto dell'IA sulle competenze e sui sistemi di formazione è dedicato un paragrafo separato.

Kuvera, attiva principalmente nel *retail* di articoli di pelletteria con il marchio Carpisa, si colloca nella fascia di utilizzo sperimentale e integrazione limitata, con un orientamento strategico rivolto ad alcuni funzioni e processi legati alle vendite. Nello specifico, l'impresa utilizza *chatbot* per l'assistenza clienti e impiega algoritmi di clustering per analizzare i dati di Customer Relationship Management, con l'obiettivo di profilare i clienti e ottimizzare le campagne promozionali. L'azienda si propone di procedere a una sperimentazione sul *front-end*, avvalendosi di una presenza diffusa nel *retail*. Ogni fase del processo di sperimentazione è accompagnata da una valutazione d'impatto, mirando a un'integrazione «senza fratture» dell'IA nei processi esistenti, necessaria per beneficiare il commercio al dettaglio tradizionale. Il collo di bottiglia alla possibilità di evoluzione consiste al momento nella scarsità di competenze interne strutturate e di collaborazioni consolidate con partner tecnologici.

Natuzzi, azienda integrata verticalmente nel design, produzione e vendita di divani, presenta uno stadio di integrazione intermedio e in consolidamento, all'interno di una logica prevalente di cambiamento locale. L'IA è impiegata su più fronti: per migliorare la segmentazione della clientela, ottimizzare l'uso di materiali pregiati (come la pelle) riducendo gli scarti e incrementare l'efficienza della manodopera, favorendo economie di apprendimento. Inoltre, l'IA supporta la personalizzazione e l'allestimento dei punti vendita (circa 700 nel mondo), adattandoli alle specificità. Ciascuna iniziativa riflette l'intento strategico del management e della proprietà di consolidare un modello integrato in cui l'artigianalità si coniuga con l'industrializzazione, valorizzando le specificità produttive attraverso tecnologie abilitanti. L'adozione segue una logica di integrazione graduale – in linea con il modello di «cambiamento locale» – che ha comunque permesso l'avvio operativo di diverse tecnologie, accanto ad altre tuttora in fase di *proof of concept*. Le competenze interne sono ancora limitate, ma in fase di sviluppo, grazie anche a collaborazioni attive con l'università.

Gruppo Veronesi, attiva nel settore agroalimentare con i marchi AIA e Negroni (comparto alimentare) e con il marchio Veronesi (mangimi), si colloca su un livello di integrazione intermedio e in consolidamento, mantenendo un orientamento al cambiamento locale. L'impresa impiega modelli predittivi basati su IA per ottimizzare la pianificazione promozionale sia B2B sia B2C, adattando le campagne promozionali in funzione delle specificità di canale e territorio. Strumenti di *machine learning* vengono anche utilizzati per affinare i modelli previsionali della domanda. Strumenti di IA sono stati anche impiegati per simulare un *digital twin* nelle *operations* interne ed esterne con l'obiettivo di

ridurre i *lead time* di produzione e migliorare i tassi di rotazione – in un contesto caratterizzato da volumi elevati, elevata deperibilità dei prodotti e stagionalità della domanda. L'integrazione tra *operations* e digitale è supportata da sistemi informativi MES realizzati internamente, che riflettono la volontà di mantenere il controllo sui sistemi critici per la produzione e l'interoperabilità con le diverse fasi del processo produttivo. Competenze IA sono state progressivamente inserite attraverso l'*upskilling* e il *learning by doing* di specialisti sia della funzione IT sia dei processi operativi. Si tratta quindi di competenze che sono state sviluppate in modo incrementale, senza creare centri di competenza sull'IA o progetti di creazione di posizioni di IA *specialist* internamente all'impresa.

Rispetto ai casi precedenti, Michelin e Italgas si collocano entrambe in uno stadio di più elevata integrazione nella gestione dell'IA, sebbene mantenendo un orientamento strategico al cambiamento locale.

In Michelin, l'IA viene impiegata per migliorare le procedure di controllo di qualità di prodotto mediante algoritmi di *computer vision*, così come per ottimizzare la gestione del magazzino tramite l'utilizzo di droni nella fase di inventariato, e per supportare l'aggiornamento del codice dei sistemi *legacy* attraverso bot impegnati nella riscrittura del codice. Inoltre, l'azienda si avvale dell'IA per la manutenzione preventiva di impianti e macchinari. Nel complesso, l'adozione delle nuove tecnologie appare orientata principalmente alla soluzione di colli di bottiglia tecnici nei processi produttivi, a fronte di un'organizzazione degli *showcases* improntata a criteri tradizionali. Si rileva come l'avvento dell'IA generativa abbia contribuito a una «democratizzazione tecnologica», diffondendo logiche *data-driven* in tutte le funzioni interne all'azienda. Questa pervasività sta progressivamente trasformando la cultura aziendale, promuovendo approcci *data-driven* capaci di scardinare pratiche e routine consolidate nel tempo, anche grazie a programmi di formazione diffusa per ruoli tradizionali (per esempio, manutentori).

In Italgas, l'IA è parte integrante di un'architettura digitale che connette Internet of Things (IoT) applicate alle infrastrutture di rete, al *machine learning* per predire guasti e modelli ad agenti capaci di fornire assistenza a dipendenti e clienti. In particolare, IoT e *smart meters* vengono utilizzati per alimentare banche dati in tempo reale e istruire algoritmi predittivi per la gestione, manutenzione e sicurezza della rete. Inoltre, l'integrazione di LLM con tecnologie di *computer vision* consentono l'automazione dei controlli visivi di alcuni cantieri, come, per esempio, i ripristini stradali. Il collocamento nel grado più elevato di integrazione dell'IA è in particolare guidato dall'utilizzo di sistemi multi-agente, che includono logiche conversazionali e *task delegation* automatica, mostrando tassi di accuratezza molto elevati. L'adozione dell'IA agentica, in particolare, ri-

guarda diverse funzioni amministrative, abilitatrici e di governance: *legal*, commerciale, acquisti, ICT. Nel complesso, emerge un forte *commitment* del top management a sostenere gli investimenti in queste tecnologie. Le competenze sono sviluppate internamente tramite una academy interna che fornisce agli specialisti le competenze di utilizzo degli LLM tramite il *prompting* e la capacità di interpretare gli output di algoritmi di *machine learning* per migliorare la qualità delle decisioni tecniche prese abitualmente. È stata avviata, inoltre, una campagna diffusa di sensibilizzazione su IA e *AI literacy* volta a incrementare la produttività su tutta l'organizzazione e a consolidare l'autonomia nell'utilizzo di queste tecnologie, anche da parte del personale non ICT.

Fincantieri si colloca nel quadrante ad alta maturità di integrazione, con un orientamento strategico al cambiamento di tipo applicativo, agendo su un ventaglio più ampio di *operations* rispetto ai casi precedenti. L'elevata complessità della cantieristica navale – caratterizzata dalla presenza di numerosi componenti e dalla necessità di riutilizzare moduli già ingegnerizzati – ha portato l'impresa, nel corso dei decenni, a sviluppare una profonda integrazione tra ingegneria di prodotto e di processo, con l'obiettivo di ridurre il *time-to-market* e migliorare l'efficacia progettuale. Questa logica, volta a ridurre i tempi morti e aumentare la modularità nello sviluppo prodotto, si fonda su logiche gestionali consolidate, radicate non solo nell'impresa ma anche nel settore e nel territorio, con origini che risalgono ai principi gestionali dell'Arsenale di Venezia dove a partire dal XII secolo venivano prodotte navi militari. Tale tradizione di approcci manageriali, oltre a costituire un elemento di cultura d'impresa, ha costituito la base per lo sviluppo di molteplici *use case*, tra cui l'impiego di droni per ispezioni sulla qualità delle saldature poi affidate ad algoritmi di computer vision, e sempre in fase di ingegneria di prodotto, l'adozione di configuratori sempre più integrati con algoritmi di IA per ottimizzare la progettazione e la personalizzazione delle commesse. Lo sviluppo del *digital twin* di processo richiede un impegno significativo nell'acquisizione quotidiana dei dati di processo, necessari per monitorare in tempo reale l'avanzamento delle commesse all'interno di uno spazio fisico bidimensionale. Questi usi dell'IA richiedono un elevato investimento nell'infrastruttura di connettività e di gestione dei database necessari per acquisire e aggiornare con periodicità giornaliera grandi moli di dati sulla produzione.

Intesa Sanpaolo si colloca nel quadrante ad alta maturità con un orientamento al cambiamento di tipo applicativo. L'impiego di IA è oggi ampiamente diffuso all'interno dei processi core di Intesa Sanpaolo (con 150 *use case* già avviati). Gli ambiti applicativi spaziano dal *machine learning* per la valutazione del merito creditizio (per esempio, per la concessione dei mutui) all'automazione documen-

tale, fino a migliorare l'integrazione tra diversi canali (chat, telefono) nel fornire assistenza alla clientela. L'IA generativa viene utilizzata per affiancare il lavoro degli specialisti tecnici, facilitando l'accesso e la rielaborazione di conoscenze già formalizzate e archiviate all'interno dei sistemi aziendali. Le competenze di IA sono raggruppate in un centro di competenza interno composto oltre 300 esperti che opera in stretta sinergia con un secondo centro di competenza responsabile delle iniziative di reingegnerizzazione dei processi. L'obiettivo che la banca si pone è quello di utilizzare l'IA per accorciare flussi e tempi in porzioni più ampie di processi invece che semplicemente migliorare la produttività del lavoro umano (o automatizzare) compiti isolati. A questo si aggiunge l'obiettivo di migliorare la qualità dei dati che supportano processi come il rimborso polizze assicurative e la valutazione di rischio di credito.

Dompé mette in luce un elevato grado di integrazione dell'IA nei processi, coniugato a un orientamento strategico volto a potenziare lo sviluppo prodotto e la ricerca applicata in ambito farmaceutico. L'IA viene impiegata per abilitare la cosiddetta chimica generativa, ovvero la generazione automatica di nuove molecole, superando l'assunto tradizionale secondo cui la complessità biologica fosse troppo elevata per essere modellizzata e simulata. Questo approccio sta trasformando sia l'architettura settoriale sia il modello di business, spingendo verso la personalizzazione del farmaco su base genetica. L'IA consente la costruzione di un *digital twin* di ogni singola cellula ed è utilizzata per accelerare il ciclo della *drug discovery*, riducendo il *time-to-market* di nuovi farmaci da oltre cinque anni a meno di quattordici mesi. Pertanto, l'IA non si limita a sostenere il *core process* dell'impresa, bensì guida l'intero processo sperimentale, sostituendo la logica sequenziale tradizionale con un'architettura iterativa, causale e scalabile. Questo modello di integrazione colloca Dompé nel quadrante della trasformazione sistemica, affiancata da un grado di integrazione particolarmente elevato, guidato dallo sviluppo di modelli LLM «spiegabili» e trasparenti. Questo risultato è frutto di una visione strategica avviata nel 2004, che ha portato alla creazione di un'infrastruttura scientifica e computazionale unica nel panorama europeo, fondata su collaborazioni con centri di ricerca e università come il Politecnico di Milano, l'Università Federico II, l'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), il Cineca (per *high performance computing*), e *vendor* tecnologici come Nvidia.

7.4 Gli impatti sulle competenze

L'introduzione dell'IA nei processi produttivi e organizzativi delle imprese analizzate è associata a una trasformazione graduale delle mansioni e delle compe-

tenze della forza lavoro. Le imprese non segnalano, allo stato attuale, effetti di sostituzione netta della forza lavoro, ma piuttosto una riorganizzazione dei ruoli e una crescente ibridazione tra competenze tecniche e operative. Queste trasformazioni generano nuovi fabbisogni formativi che le imprese stanno affrontando mediante percorsi di *upskilling* interni, collaborazioni con centri di ricerca, e in alcuni casi supporto consulenziale esterno.

7.4.1 *Come cambia la forza lavoro: nuove mansioni e competenze*

Le aziende con un più elevato livello di maturità digitale evidenziano come l'introduzione dell'IA stia trasformando la natura delle mansioni all'interno dei loro processi produttivi. L'effetto prevalente è un aumento della domanda di competenze di alto livello, in particolare nell'ambito IT e *data science*. Queste competenze vengono acquisite sia tramite processi di recruitment mirati a profili digitali tra neolaureati (per esempio, Fincantieri) e dottorandi (per esempio, Intesa Sanpaolo), sia attraverso l'*upskilling* del personale tecnico già presente in azienda. Si rileva al riguardo come la carenza di offerta di lavoro in questi ambiti rappresenti una criticità, attribuita dagli intervistati alla scarsa competitività salariale del paese. Oltre alla fuga di talenti attratti da retribuzioni più elevate all'estero, i sistemi di alta formazione e formazione continua italiani mostrano ancora limiti nel sostenere pienamente lo sviluppo di competenze tecniche avanzate – nonostante l'espansione di programmi dedicati al livello nazionale –, contribuendo così ad alimentare il *mismatch*.

Le professioni ad alta qualifica sembrano beneficiare di maggiori opportunità occupazionali e di un incremento di produttività, grazie alla riduzione del tempo dedicato alle attività cognitive più routinarie, automatizzate attraverso l'IA. Queste professioni sono composte tipicamente da un set di task piuttosto eterogeneo, comprendente sia attività cognitive ripetitive (per esempio, analisi documentale) sia mansioni meno strutturate e di natura relazionale (per esempio, attività di supervisione e progettazione). In linea con l'evidenza sperimentale sull'utilizzo dell'IA passata in rassegna nel Capitolo 5, le interviste indicano come l'utilizzo di questa tecnologia comporti uno spostamento del carico verso le mansioni meno ripetitive, purché i lavoratori siano dotati di competenze adeguate a modellare input efficaci e interpretare gli output degli applicativi utilizzati.

Più in generale, l'adozione di algoritmi predittivi, sistemi di visione artificiale o strumenti di automazione documentale ha comportato una progressiva scomposizione delle attività complesse in micro-task più specializzati, migliorandone la tracciabilità e favorendone la standardizzazione. Un esempio emblematico proviene da Intesa Sanpaolo, dove i processi contabili sono stati riorganizzati in

flussi modulari, con «task molto frammentati, ripetitivi e specializzati, quasi da catena di montaggio».

Relativamente al dibattito sull'impatto dell'IA analizzato nel Capitolo 5 sulla scorta dell'evidenza empirica più recente, non si riscontrano effetti di spiazzamento della forza lavoro. In linea con quanto osservato in Italgas e Fincantieri, l'automazione parziale di attività a basso valore aggiunto libera risorse da riallocare su compiti a maggiore contenuto tecnico o decisionale. Nel customer care (per esempio, Italgas, Natuzzi) e nella logistica di stabilimento (Fincantieri), l'adozione dell'IA alleggerisce il carico operativo su attività ripetitive, consentendo una maggiore focalizzazione sull'interazione con sistemi intelligenti e sulla gestione di casi non standard.

L'introduzione dell'IA genera anche un rafforzamento della domanda di competenze tecnico-funzionali in grado di operare all'interfaccia tra algoritmi e processi aziendali. In settori regolati o caratterizzati da elevate esigenze di accuratezza, come il bancario, il manifatturiero di precisione o il farmaceutico, l'efficacia dell'IA dipende in misura crescente dalla capacità del personale di validarne gli output e governarne l'applicazione contestuale. Le competenze richieste non si limitano alla capacità di utilizzo degli strumenti digitali, ma includono anche la comprensione dei principi metodologici sottostanti ai modelli, dei dati su cui si fondano e delle logiche decisionali che supportano.

7.4.2 *Modelli formativi e sviluppo organizzativo delle competenze*

La formazione si conferma un elemento strategico per supportare l'adozione dell'IA. Le imprese del campione si muovono lungo *due traiettorie* distinte ma complementari: da un lato, la costruzione di *competenze verticali* in ambito *data science* attraverso *centri di competenza interni* (per esempio, Intesa Sanpaolo, Dompé, Italgas); dall'altro, la diffusione trasversale di *competenze operative e manageriali* in grado di dialogare con strumenti di IA *as-a-service* (per esempio, Michelin, Fincantieri).

Nel primo caso, si tratta di strutture organizzative formalizzate, con risorse dedicate e percorsi di reclutamento mirati (spesso in collaborazione con atenei e centri di ricerca), in cui operano specialisti in grado di progettare, addestrare e mantenere modelli avanzati (per esempio, Dompé, Intesa Sanpaolo). Nel secondo, si assiste a una capillare attività di alfabetizzazione tecnica, orientata a formare operatori, manutentori, product manager, controller, responsabili qualità, e altri esperti di dominio. L'obiettivo è metterli in condizione di comprendere le potenzialità e i limiti dell'IA, formulare correttamente i requisiti funzionali e interpretarne gli output in modo consapevole. In tal senso, il *functional prompting* –

la capacità di formulare input (*prompt*) per i sistemi di IA in coerenza con i requisiti funzionali di un compito aziendale o tecnico (Cetindamar *et al*., 2022)[1] – diventa una competenza emergente, come dimostrano i percorsi di formazione attivati in Veronesi, Italgas e Michelin.

L'internalizzazione del know-how viene anche considerata una leva di protezione degli asset immateriali e di riduzione dei rischi associati alla dipendenza da *vendor* esterni, come segnalato da Fincantieri. Tuttavia, l'approccio adottato varia in funzione della struttura operativa e del modello di business. Le imprese con forte integrazione verticale o cultura ingegneristica consolidata tendono a sviluppare internamente competenze critiche; al contrario, realtà a vocazione artigianale (per esempio, Natuzzi) si affidano più frequentemente a partner tecnologici, mantenendo il presidio sul dominio applicativo e sul know-how di prodotto.

La collaborazione con università e centri di ricerca gioca un ruolo chiave nel sostenere entrambe le traiettorie. In alcuni casi, come Dompé e Intesa Sanpaolo, tali collaborazioni coinvolgono attori internazionali (per esempio, Sky Computer Lab per Intesa Sanpaolo) e network internazionali coerenti con la dimensione multinazionale delle attività (per esempio, radicamento di Dompé nella Boston area); in altri casi, si consolidano partnership territoriali con atenei locali e università tecniche (per esempio, Università del Salento e Politecnico di Bari per Natuzzi). Queste reti fungono da moltiplicatore della capacità di formazione, reclutamento e trasferimento tecnologico, rafforzando l'infrastruttura cognitiva necessaria per scalare le soluzioni di IA all'interno dell'impresa. Il ruolo delle partnership esterne risulta particolarmente rilevante per realtà operanti in settori meno digitalizzati come Kuvera, che evidenzia l'importanza della funzione di un mediatore per facilitare la creazione di reti collaborative: «C'è molto scollamento in termini di stakeholder. […] A quel punto ci troviamo a essere tanti soggetti, tante piccole isole a cui manca il collegamento». In questo senso, una rete esterna consente di acquisire e scambiare competenze, offre un bacino di risorse già formate da integrare nell'organizzazione e costituisce uno spazio di confronto per lo sviluppo di soluzioni innovative attraverso la collaborazione con partner diversificati.

[1] Il *functional prompting* va oltre la mera scrittura di prompt, includendo la traduzione delle conoscenze di dominio in istruzioni precise, l'articolazione degli output e dei vincoli attesi, nonché l'interpretazione critica dei risultati per un processo decisionale consapevole.

7.5 Le questioni rilevanti

Questi casi nella loro varietà portano alcuni risultati principali e alcuni conseguenti punti aperti, riassunti in sette questioni rilevanti, elencate di seguito e poi analizzate in dettaglio:

- essendo una tecnologia *general purpose*, l'uso dell'IA si diffonde anche in settori tradizionalmente *low-tech*;
- l'adozione dell'IA si innesta su logiche gestionali operative consolidate, piuttosto che introdurre innovazioni radicali;
- gli usi dell'IA sono più probabili in contesti ad alta complessità organizzativa, di prodotto e di ambiente competitivo;
- le logiche di *augmentation* tendono a prevalere su quelle di mera automazione;
- l'offerta IA si segmenta tra «pacchettizzazione», *system integration* e progetti custom per usi sperimentali;
- emergono due traiettorie generali di formazione: la formazione continua per manager e specialisti di dominio e quella iper-specialistica per i *data scientist*;
- la diffusione dell'IA può aumentare i divari competitivi interni ai settori.

Come accennato nell'introduzione, questi risultati non sono generalizzabili all'intero sistema produttivo italiano, ma mirano ad approfondire il grado e le modalità di adozione dell'IA in otto aziende pioniere. Pur nella loro limitata validità esterna, i casi studio selezionati offrono un punto di osservazione privilegiato che consente di delineare scenari prospettici sull'impatto delle nuove tecnologie sull'organizzazione aziendale e sui processi produttivi. Le evidenze raccolte risultano in linea con la letteratura discussa nel Capitolo 5 e, al tempo stesso, introducono spunti originali che alimentano la futura agenda di ricerca.

7.5.1 *Essendo una tecnologia general purpose, l'uso dell'IA si diffonde anche in settori tradizionalmente low-tech*

Le evidenze raccolte mostrano come l'adozione dell'IA non sia circoscritta a settori ad alta intensità tecnologica, ma si stia progressivamente estendendo anche in contesti industriali caratterizzati da bassa digitalizzazione (come nel caso del Gruppo Veronesi) o da forte specializzazione artigianale (come nel caso di Natuzzi). Questo sembra confermare il carattere *general purpose* dell'IA, intesa come insieme di tecnologie con ampia portata applicativa, capacità di migliorare la produttività dei fattori e di portare innovazione in molteplici domini operativi. Tale evidenza potrebbe essere presa come traccia di un movimento verso

la realizzazione dell'ipotesi di un salto di paradigma, in cui la diffusione dell'IA attraversa l'insieme dei settori produttivi, come suggerito dall'analisi di Damioli *et al*. (2024) sulla distribuzione dei brevetti.

La presente analisi mostra come il grado di integrazione dell'IA nei processi aziendali e l'orientamento strategico dell'adozione variano in base alla struttura organizzativa, alla cultura tecnica e alla storia di digitalizzazione dell'impresa. Tuttavia, emerge una tendenza trasversale: nelle grandi imprese intervistate, l'IA è già presente nella roadmap tecnologica delle direzioni IT e oggetto di attenzione strategica da parte dei CIO: tra i 100 partecipanti al CIO Survey condotta da NetConsulting (2024) selezionati tra le più grandi aziende italiane, il 37,5% dichiara di essere il principale responsabile dei progetti IA nella propria azienda, mentre il 77,3% identifica nell'IA generativa una delle sfide principali. In molti casi, i CIO considerano l'impiego dell'IA come un'evoluzione dei sistemi gestionali e dei processi operativi, anziché come elementi che portano una discontinuità nell'impresa e nel settore. Infine, l'osservazione delle modalità di adozione dell'IA in altri settori e l'analogia negli usi costituiscono spesso una leva che ispira il management a nuove applicazioni, contribuendo così a rafforzare la convergenza di pratiche tra settori industriali anche eterogenei.

7.5.2 *L'adozione dell'IA si innesta su logiche gestionali operative consolidate, piuttosto che introdurre innovazioni radicali*

Fatta eccezione per pochi casi di innovazione radicale come Dompé, la diffusione dell'IA nelle imprese analizzate avviene prevalentemente secondo traiettorie di continuità rispetto ai modelli organizzativi e ai principi gestionali esistenti. Tale evidenza si ricollega alla letteratura empirica discussa nel Capitolo 5 sugli impatti occupazionali dell'innovazione tecnologica pre-IA generativa, mostrando una sostanziale continuità con la segmentazione tra professioni ad alta e medio-bassa formazione degli ultimi quarant'anni, con le prime beneficiarie soprattutto di effetti legati alla produttività. Tuttavia, vi sono alcune recenti evidenze che iniziano a mettere in discussione questo paradigma nel Regno Unito e negli Stati Uniti. Con riguardo alle strategie aziendali, l'IA di fatto viene impiegata per rafforzare pratiche già avviate nel corso della terza rivoluzione industriale degli anni Settanta-Novanta, con focus su efficienza, miglioramento nell'utilizzo della capacità produttiva e, in alcuni casi, automazione. Ne sono esempio l'ottimizzazione dell'impiego di asset produttivi in contesti *capital intensive* come Italgas e Michelin, l'aumento dell'efficienza della manodopera in ambienti più *labour intensive* come Natuzzi, o ancora il miglioramento dell'integrazione tra progettazione e produzione in ambiti ad alta ingegnerizzazione come Fincantie-

ri. Sempre in questa logica, nel settore bancario, la diffusione dei *chatbot* rappresenta l'estensione delle logiche self-service già introdotte con alcuni canali come i bancomat, i *contact center* e infine l'internet e il *mobile banking*. L'IA, in questi casi, agisce come moltiplicatore di efficienza, piuttosto che come una leva per riconfigurare radicalmente il modello di business e la «ragione di essere» dell'impresa.

7.5.3 *Gli usi dell'IA sono più probabili in contesti ad alta complessità organizzativa, di prodotto e di ambiente competitivo*

L'adozione dell'IA non è distribuita in modo uniforme e tende a essere guidata dalla complessità gestionale di prodotto e processo oltre che, in alcuni casi, di regolazione di settore. La complessità può derivare da molteplici fonti: la varietà e numerosità dei componenti da progettare e integrare (come nel caso di Fincantieri), vincoli di compliance più stringenti (come nel settore bancario), oppure la necessità di modellizzare sistemi (per esempio, biologici) altamente complessi e su cui è necessario migliorare l'apprendimento sui fenomeni sottostanti per chi fa ricerca e sviluppo (come nel settore farmaceutico). In queste condizioni, le imprese si sono trovate a sviluppare – spesso ben prima dell'attuale ondata di IA – simulazioni, modelli previsionali e routine di progettazione e ingegneria che rappresentano oggi il substrato per l'introduzione dei diversi tipi di IA. La costruzione autonoma di tali infrastrutture informatiche – e in particolare l'avvio anticipato della raccolta dati – ha rappresentato un volano decisivo per l'adozione dell'IA, come evidenziato anche dalla letteratura internazionale (Hansen & Bøgh, 2021; Polas *et al*., 2022; Chowdhury *et al*., 2023).

7.5.4 *Le logiche di augmentation tendono a prevalere su quelle di mera automazione*

L'uso di IA generativa o di *machine learning* tende a rendere più efficace il lavoro di specialisti funzionali di diverso tipo. Tranne che negli ambiti di servizio soggetti a una moltitudine di clienti e di possibili bisogni di assistenza, non emergono logiche di automazione intesa nel suo significato di sostituire persone con algoritmi nel lavoro operativo. Queste evidenze confermano i risultati preliminari mostrati dalla letteratura citata nel Capitolo 5. Le interviste mostrano come l'adozione dell'IA accelera l'esecuzione di molte mansioni in ambito tecnico-scientifiche (per esempio, ricerca farmaceutica, supervisione tecnica in cantiere) e alleggerisce il carico di lavoro routinario specialmente nei servizi a medio-alta formazione (per esempio, settore bancario), purché accompagnata

da adeguati interventi formativi, di natura verticale per il primo gruppo e più trasversale per il secondo. I possibili effetti *labour-saving* nell'assistenza clienti si collocano in continuità con i processi di automazione e digitalizzazione di questi servizi a bassa qualifica, i cui impatti faticano a emergere negli studi *task-based*, i quali trascurano gli impatti occupazionali legati a processi di standardizzazione indotti dall'innovazione tecnologica e non direttamente riconducibili allo spiazzamento delle mansioni esistenti. Le più recenti evidenze, tratte da contesti produttivi digitalmente più avanzati, suggeriscono un'evoluzione di questo scenario.

7.5.5 *L'offerta IA si segmenta tra «pacchettizzazione», system integration, e progetti custom per usi sperimentali*

Diverse imprese analizzate integrano applicazioni di intelligenza artificiale ormai consolidate, disponibili in forma di soluzioni «a scaffale» e spesso già incorporate nei sistemi informativi aziendali. È il caso, per esempio, degli strumenti di riconoscimento documentale basati su OCR e modelli NLP, oppure delle soluzioni di *robotic process automation* (RPA) impiegate per automatizzare attività ripetitive nei processi amministrativi e di *back-office*. Queste tecnologie sono sempre più diffuse grazie alla loro integrazione diretta in piattaforme standard (per esempio, Microsoft ha incluso Copilot in Office 365, portando modelli di IA generativa come GPT direttamente in Excel, Word e Outlook).

Accanto a queste soluzioni pronte all'uso, vi sono ambiti in cui l'adozione dell'IA richiede un lavoro più profondo di infrastrutturazione dei dati. In questi casi, non è sufficiente disporre di un pacchetto software: serve costruire e manutenere pipeline di acquisizione, modellazione, archiviazione e accesso ai dati operativi, spesso destrutturati o distribuiti su più sistemi. Tecnologie diverse di gestione dinamica dei flussi di dati, di *data modeling*, e di interrogazione e *data warehousing* sono frequentemente utilizzate per costruire questi flussi. Qui entrano in gioco i *system integrator* e le società di consulenza tecnologica, che affiancano le imprese nella definizione dell'architettura dati e nell'orchestrazione dei *tool* di *data analysis* e *machine learning*.

Un terzo approccio emergente vede le imprese impegnate in attività di ricerca e sperimentazione «pre-competitiva» sull'IA tramite collaborazioni con università, centri di ricerca o consorzi. In questi contesti, l'attenzione si sposta verso la generazione di know-how interno e la possibilità di customizzare i modelli rispetto a esigenze specifiche. È il caso di Dompé, che ha avviato un percorso di co-sviluppo con Nvidia per dotarsi di un'infrastruttura di calcolo ad alte prestazioni (HPC) dedicata alla scoperta di farmaci tramite modelli di *deep learning*.

In questo scenario, ai CIO e ai responsabili funzionali viene sempre più spesso richiesto di valutare *trade-off* complessi tra soluzioni generaliste e soluzioni su misura, considerando costi di implementazione, scalabilità, manutenibilità e tempi di ritorno. Il risultato è una crescente complessità decisionale per il management intermedio, che si traduce in nuovi fabbisogni formativi: è essenziale sviluppare competenze ibride capaci di leggere le potenzialità dell'IA, comprendere le basi tecniche dei diversi strumenti (modelli predittivi, generativi, classificatori) e dialogare efficacemente sia con gli specialisti IT sia con i fornitori esterni.

7.5.6 *Emergono due traiettorie generali di formazione: la formazione continua per manager e specialisti di dominio e quella iper-specialistica per i data scientist*

Le imprese più vicine alla frontiera tecnologica dell'IA confermano una risaputa difficoltà nel reperire e trattenere talenti nei diversi domini della scienza e ingegneria dei dati. Persiste quindi il *mismatch* tra domanda e offerta emerso insieme alle prime applicazioni commerciali dell'IA intorno al 2014 (Zwetsloot *et al*., 2019). Le imprese con maggiore *employer branding*, internazionalizzazione e capacità di innovazione aperta riescono ad affrontare questo problema più facilmente pescando da un bacino geografico più ampio (per esempio, Dompé, con un suo centro a Boston con oltre 200 *data scientist*). I salari e i livelli di inquadramento previsti dai contratti collettivi nazionali italiani rappresentano, infatti, un vincolo per l'impiego di *data scientist* con un elevato livello di specializzazione.

Questo *mismatch* obbliga le altre imprese a usi meno avanzati dell'IA dove gli specialisti dei processi tipici del settore hanno gradualmente imparato (spesso con diverse logiche di formazione inclusa l'autoformazione) ad applicare l'IA nei propri domini funzionali. Questa considerazione apre alla seconda tipologia di fabbisogno formativo, più diffusa, vale a dire l'avvicinamento all'IA dei vari specialisti di dominio funzionale. Manutentori, controller, analisti di marketing, responsabili qualità e product manager devono oggi acquisire una nuova alfabetizzazione tecnica. Non si tratta di saper sviluppare algoritmi, ma di comprendere i principi, le logiche di funzionamento, i vincoli metodologici e le logiche applicative. Questa consapevolezza tecnica – situata tra l'uso dell'IA come una «black box» e la programmazione vera e propria – è condizione necessaria per formulare i requisiti applicativi corretti, validare i risultati dei modelli e migliorare i processi decisionali delle diverse funzioni. Le imprese che hanno intrapreso programmi di formazione diffusa (per esempio, Michelin e Italgas) riportano

una graduale evoluzione della loro cultura di impresa in un'ottica dove le decisioni tecniche divengono maggiormente guidate da dati e algoritmi. La carenza formativa emerge con forza anche nella letteratura nazionale, additata come uno degli ostacoli principali all'adozione dell'IA: il Rapporto «Il Digitale in Italia» di Anitec-Assinform (2025, in collaborazione con NetConsulting) segnala, infatti, che competenze legate all'analisi dei dati (79,5%) e allo sviluppo tecnologico (67,1%) risultano tra le più urgentemente richieste.

7.5.7 *La diffusione dell'IA può aumentare i divari competitivi interni ai settori*

L'analisi evidenzia che le principali differenze nell'adozione dell'IA non si distribuiscono tanto tra settori diversi, quanto all'interno degli stessi settori, tra imprese caratterizzate da differente scala operativa, disponibilità finanziarie e apertura ai mercati internazionali. Le imprese meglio posizionate riescono ad accumulare competenze e risorse legate all'IA, rafforzando nel tempo il proprio vantaggio competitivo. Al contrario, le imprese di dimensione medio-piccola o con attività prevalentemente locali mostrano una minore capacità di catturare le potenzialità dell'IA, rimanendo spesso ancorate a logiche di «cambiamento locale» che in alcuni casi rischiano di non essere messe a sistema dopo un periodo di sperimentazione iniziale. Logiche trasformative richiedono, invece, approcci condivisi a un impiego efficiente dell'infrastruttura *cloud* di calcolo e allo sviluppo e all'allenamento di algoritmi specifici di settore, coerentemente con quello che sembra essere l'indirizzo delle politiche industriali europee all'indomani del Rapporto Draghi sulla competitività europea.

Queste evidenze si pongono in continuità con i risultati della rilevazione Istat sulla diffusione delle ICT nelle imprese italiane, che documenta un persistente divario nei tassi di adozione dell'IA tra grandi imprese e realtà produttive di minori dimensioni. La novità introdotta da questo studio riguarda invece la diffusione delle nuove tecnologie nel settore secondario e nei comparti tradizionalmente *low-tech*. La scelta di un campione di aziende pioniere nell'utilizzo dell'IA permette infatti di offrire uno sguardo prospettico, meno visibile negli studi quantitativi orientati alla generalizzabilità, e suggerisce che il divario settoriale potrebbe, anche se lentamente, essere in fase di attenuazione. Rispetto all'evidenza mostrata dall'indagine Istat nel Capitolo 6, tale evoluzione sembra trovare qualche conferma prospettica anche nell'Indagine Confindustria sul lavoro del 2025 (Labartino *et al.*, 2025), che – sulla base di un'indagine estesa a 3.359 aziende del Sistema Confindustria – rileva come, se da un lato solo il 7,5% delle imprese dell'industria abbia adottato e utilizzi regolarmente l'IA a fronte del 16,6% nei servizi, la quota di imprese intenzionate a valutare l'adozione di

tecnologie di IA risulti elevata anche nell'industria (37% e 38,5%, rispettivamente), segnalando un possibile processo di crescita nel settore industriale di cui il presente studio delinea possibili scenari futuri.

7.6 Conclusioni

L'analisi condotta su otto grandi imprese italiane evidenzia come l'adozione dell'IA stia progressivamente trasformando i modelli operativi, pur innestandosi prevalentemente su logiche gestionali consolidate. L'IA si afferma come tecnologia *general purpose*, penetrando anche in settori tradizionalmente *low-tech* e artigianali, con applicazioni che spaziano dalla manutenzione predittiva alla personalizzazione del *customer care*. Le imprese si collocano lungo un continuum che va dall'adozione sperimentale a una piena integrazione sistemica, con tre principali orientamenti strategici: cambiamento locale, cambiamento applicativo e trasformazione radicale. L'impatto sulle competenze è significativo: non si osserva una sostituzione netta della forza lavoro, ma una sua riorganizzazione profonda, con una crescente domanda di profili ibridi capaci di interfacciarsi con gli algoritmi. Emergono due traiettorie formative: una specialistica per *data scientist* e una trasversale per manager e tecnici di dominio. Infine, si nota come la diffusione dell'IA rischia di ampliare i divari competitivi interni ai settori, favorendo le imprese con maggiore capacità di investimento, infrastruttura digitale e apertura alle collaborazioni scientifiche. Questi casi offrono uno sguardo prospettico utile per orientare policy e strategie future.

Le evidenze raccolte nel capitolo introducono elementi di novità rispetto alla letteratura esistente e suggeriscono direzioni promettenti per la ricerca futura e per l'elaborazione di politiche pubbliche. Innanzitutto, la diffusione dell'IA in settori industriali e *low-tech* mette in luce i limiti di un approccio focalizzato esclusivamente sulla replicabilità delle mansioni da parte dei nuovi applicativi. Il focus *task-based* spinge la letteratura economica a focalizzarsi prevalentemente sui servizi ad alta formazione, trascurando gli impatti occupazionali indiretti dovuti alla trasformazione dei processi produttivi. Per la stessa ragione, richiede un approfondimento maggiore il possibile effetto di spiazzamento su alcune professioni a qualifica medio-bassa, specialmente nell'assistenza clienti, derivante dal processo di standardizzazione di flussi di lavoro, precedentemente meno routinari, in continuità con i processi di digitalizzazione dell'ultimo decennio. Al tempo stesso, la novità della ricerca invita a considerare anche possibili effetti di segno opposto, con un potenziale incremento del valore delle professioni non routinarie a bassa formazione, come suggerito da evidenze provenienti da mer-

cati digitalmente più avanzati. La circolazione dell'IA tra i diversi comparti considerati suggerisce, inoltre, come il management benefici di *spillover* cognitivi e di apprendimento intersettoriale, osservando e adattando soluzioni sviluppate in contesti pionieri: un fenomeno che rafforza il valore dell'*open innovation*.

Un secondo elemento riguarda il ruolo crescente dell'IA agentica, che spinge a riflettere sul suo possibile ruolo come possibile risposta strutturale alla carenza di manodopera nei servizi a medio-alta formazione. In questo contesto, l'adozione dell'IA non si limita a sostituire singoli compiti, ma contribuisce a ridefinire l'organizzazione del lavoro e le competenze richieste dei lavoratori, incaricati soprattutto di compiti di supervisione e progettazione.

Infine, le esigenze formative emerse impongono un ripensamento delle politiche di formazione continua, con percorsi più mirati – orientati alle competenze tecniche verticali o al *functional prompting* a seconda dell'ambito d'impiego – e sorretti da scelte istituzionali.

8 FORMAZIONE E IA. L'ECOSISTEMA ITALIANO DELLA FORMAZIONE E LE PROPOSTE DI POLICY POSSIBILI

Stefano Sacchi*, Gregorio Buzzelli*

8.1 Introduzione

La rassegna della letteratura presentata nel Capitolo 5 e l'evidenza empirica raccolta per l'Italia nei Capitoli 6 e 7 mostrano chiaramente come la formazione professionale rappresenti uno dei principali fattori abilitanti per un'adozione efficace dell'IA. L'introduzione di queste tecnologie nei processi produttivi richiede infatti nuove competenze, differenziate in base ai profili professionali coinvolti e alle funzioni organizzative interessate.

In particolare, dall'analisi sul campo presentata nel Capitolo 7 emerge come all'aumentare del livello di integrazione dell'IA nei processi aziendali si accompagni una maggiore necessità di formare competenze. In generale, si osserva un duplice fabbisogno formativo. Da un lato, competenze verticali di *data science* rivolte agli specialisti che operano direttamente con i modelli di IA. Dall'altro, competenze trasversali diffuse tra tutto il personale, necessarie per assicurare una comprensione adeguata dei principi metodologici di tali modelli e consentire un'interazione informata ed efficace con essi, anche alla luce della crescente complessità decisionale a cui si trova di fronte il management intermedio. Anche i modelli di organizzazione della formazione appaiono eterogenei, pur in una popolazione altamente selezionata tra i maggiori utilizzatori di IA come quella analizzata nel Capitolo 7, spaziando dall'utilizzo di mediatori alla costruzione di centri di competenza interni, alle partnership con università ed enti di ricerca nazionali e internazionali.

* Politecnico di Torino

Tuttavia, il fabbisogno di competenze non si esaurisce negli aspetti tecnici. La letteratura discussa evidenzia come, ancor prima della formazione sull'uso dell'IA, sia essenziale sviluppare una diffusa consapevolezza – tra il personale e nel management – circa opportunità, rischi e implicazioni organizzative dell'adozione di queste tecnologie. Tale consapevolezza contribuisce a ridurre le resistenze culturali, favorendo una transizione diffusa e inclusiva. In questo quadro, assume crescente rilievo la domanda di competenze relative all'utilizzo etico dell'IA e alle normative nazionali e sovranazionali in materia nei paesi del G7 (AI Workforce Consortium, 2025). Analogamente, il Rapporto dell'Osservatorio sulle competenze digitali 2025 (AICA *et al.*, 2025) mostra come l'introduzione dell'IA richieda un arricchimento dei profili IT con nuove competenze trasversali – incluse capacità manageriali e *soft skills* – segnalando un processo di ibridazione delle professionalità, connesso alla sostituzione di alcune mansioni computazionali.

L'ecosistema della formazione in ambito IA in Italia risulta ampio e articolato, caratterizzato da una pluralità di attori e modalità formative. Dalle indagini presentate nei Capitoli 6 e 7, la collaborazione con università e centri di ricerca emerge come cruciale per l'erogazione della formazione specialistica, indipendentemente dal livello di digitalizzazione delle imprese coinvolte. Accanto alle università, e in collaborazione con queste, la legge n. 99 del 2022 ha impartito una nuova direzione alla formazione tecnologico-professionale, mutando gli Istituti tecnici superiori in Istituti tecnologici superiori – ITS Academy e prevedendo un maggiore coinvolgimento di imprese e università nella loro governance e nella progettazione dei percorsi formativi. Allo stato, sono 19 gli ITS Academy in ambito ICT. Con l'approvazione del decreto-legge 127 del 2025 (DL Scuola), dal 2026/27 gli ITS Academy saranno in filiera con l'istruzione tecnologica e professionale (il modello 4+2).

Per quanto concerne la formazione continua, i canali istituzionali prevedono la possibilità di coinvolgere i fondi interprofessionali (tra i quali spicca Fondimpresa) per i programmi e i costi della formazione, così come, dal 2020, il Fondo Nuove Competenze, per coprire i costi delle ore lavorative dedicate alla formazione.

Il Piano Industria 4.0 ha inoltre istituito tre categorie di enti a governance pubblico-privata incaricati di supportare la transizione digitale attraverso attività di formazione continua: i Competence Center (CC), dedicati soprattutto alle PMI e orientati alla ricerca applicata e al trasferimento tecnologico; i Digital Innovation Hub (DIH), finalizzati a stimolare la domanda di innovazione e orientare le imprese attraverso la formazione e lo scouting di finanziamenti; e i Punti Impresa Digitale (PID), che mirano a diffondere la cultura digitale tramite formazione di base e servizi di accompagnamento alla transizione.

Box 8.1 Il sistema della formazione in Italia e le competenze digitali

La transizione digitale, e in particolare lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, rappresenta una priorità strategica per la competitività economica e la coesione sociale dell'Italia. In questo contesto, il rafforzamento delle competenze digitali della popolazione e della forza lavoro costituisce una leva essenziale di policy. Il sistema italiano della formazione può essere analizzato attraverso tre pilastri principali: la formazione terziaria accademica, l'istruzione tecnico-professionale e la formazione continua.

Formazione terziaria e competenze ICT

La *formazione universitaria* costituisce il primo pilastro del sistema, con riferimento ai percorsi STEM e ICT. La Commissione Europea (European Commission, 2025b) stima che nel 2023 il 25% degli iscritti all'istruzione terziaria in Italia seguiva corsi STEM, a fronte di una media UE del 26,9%. Tuttavia, solo l'8,8% degli studenti risultava iscritto a percorsi ICT, il valore più basso tra i paesi dell'Unione Europea. Questo divario si riflette nei livelli di competenze digitali della popolazione: nel 2023 solo il 46% degli italiani tra i 16 e i 74 anni possedeva competenze digitali almeno di base, contro oltre il 55% della media UE (Eurostat, 2024). L'incremento sostanziale dell'offerta di percorsi universitari legati all'IA (+172% tra l'a.a. 2020-21 e l'a.a. 2024-25) in diversi settori disciplinari, accanto alla diffusione del Dottorato nazionale dedicato a questa tecnologia, segnala una dinamica di rafforzamento del sistema formativo (MLPS, 2026).

Istruzione e Formazione Professionale e ITS Academy

Il secondo pilastro è rappresentato dall'*Istruzione e Formazione Professionale (IeFP),* di competenza regionale, che eroga qualifiche e diplomi professionali triennali e quadriennali, con una crescente integrazione di competenze digitali e modelli di apprendimento duale. La formazione terziaria professionalizzante è presidiata dagli *ITS Academy*, riformati con la legge n. 99/2022. Secondo il monitoraggio INDIRE (2025), il sistema ITS conta 109 fondazioni e circa 450 percorsi formativi attivi. Nel 2023 hanno partecipato ai percorsi ITS 11.834 studenti, con 8.588 diplomati e un tasso di occupazione superiore all'80% a dodici mesi dal conseguimento del titolo. Gli ITS in ambito ICT sono 19 e rappresentano uno dei principali strumenti di policy per la riduzione del *mismatch* tra domanda e offerta di competenze digitali.

Formazione continua

Il terzo pilastro riguarda la formazione continua dei lavoratori, cruciale per l'*upskilling* e il *reskilling* in un contesto di rapida trasformazione tecnologica. I *Fondi Paritetici Interprofessionali*, istituiti dalla legge n. 388/2000, sono finanziati dal contributo obbligatorio dello 0,30% della retribuzione lorda di ciascun dipendente. Essi finanziano piani formativi aziendali, territoriali e settoriali, con una quota crescente dedicata alle competenze digitali, coinvolgendo nel 2023 circa 2 milioni di lavoratori dipendenti, con un trasferimento a tali fondi di oltre 850 milioni di euro nel 2024 (INAPP, 2025). Il *Fondo Nuove Competenze*, introdotto con il decreto-legge n. 34/2020 e successivamente rifinanziato sino a oggi per oltre 2 miliardi di euro, rimborsa alle imprese il costo delle ore di lavoro destinate alla formazione, inclusi i contributi previdenziali, subordinando l'accesso alla presenza di accordi collettivi di rimodulazione dell'orario.

Governance e iniziative di sistema

La Strategia nazionale per le competenze digitali (Dipartimento per la Trasformazione Digitale, 2020), la Strategia italiana per l'Intelligenza Artificiale (2024-2026) e l'iniziativa Repubblica Digitale rappresentano il quadro di riferimento delle politiche nazionali. A oggi, 297 organizzazioni risultano coinvolte nella Coalizione Nazionale per le Competenze Digitali, contribuendo alla formazione digitale di milioni di studenti, cittadini e lavoratori. Completano l'ecosistema i Competence Center, i Digital Innovation Hub e i Punti Impresa Digitale, enti a governance mista pubblico-privata che supportano le imprese, in particolare le PMI, nei processi di trasformazione digitale attraverso formazione, consulenza e trasferimento tecnologico.

Nonostante tale pluralità di soggetti e strumenti, emergono criticità percepite dalle imprese in termini di efficacia e tempestività della formazione del capitale umano. Sebbene una quota rilevante di imprese dichiari collaborazioni formative con il sistema universitario (Labartino *et al.*, 2025), l'indagine dell'Osservatorio sulle Competenze Digitali evidenzia un persistente disallineamento tra competenze digitali trasmesse dai canali formativi tradizionali e fabbisogni aziendali, con una percezione relativamente migliore per gli ITS Academy tra le imprese (AICA *et al.*, 2024). Questo gap favorisce la diffusione di iniziative aziendali che affiancano, e talvolta suppliscono, l'offerta esterna, come *bootcamp* e academy. Il Rapporto Assoknowledge sottolinea in particolare la crescita delle Corporate Academy, usate sia per la formazione interna e l'allineamento continuo tra competenze e strategie, sia per percorsi di formazione pratica rivolti all'esterno (Confindustria, 2025); una parte significativa delle imprese ICT dichiara di averne attivata una (AICA *et al.*, 2024).

L'eterogeneità del nascente ecosistema formativo per l'IA – che include attori pubblici e privati (circa metà delle aziende si rivolge a società di formazione professionale, secondo Assoknowledge 2025) – e la limitata letteratura scientifica sul tema rendono necessario un approfondimento. Tale novità, assieme alla sua crescente salienza – specie a fronte del raddoppio nell'ultimo anno dell'incidenza delle aziende che utilizzano l'IA (Capitolo 6) – ha motivato l'opportunità di condurre un'indagine qualitativa per produrre nuova evidenza empirica sulle competenze richieste dalle imprese italiane e sulle modalità formative adottate. Per esplorare questi aspetti, abbiamo realizzato nella seconda metà del mese di ottobre 2025 nove interviste in profondità di durata compresa tra 60 e 90 minuti ciascuna con 16 testimoni privilegiati dell'ecosistema della formazione, appartenenti a multinazionali dei servizi per il lavoro e della formazione aziendale, aziende hi-tech che sviluppano percorsi di *upskilling* legati all'IA sia per clienti

esterni sia per il proprio personale, e attori istituzionali. Attraverso un protocollo comune, abbiamo mappato fabbisogni formativi, modelli di erogazione e colli di bottiglia del sistema italiano, con particolare attenzione all'intersezione tra strategie d'impresa, tipi di formazione per l'IA erogati e strumenti pubblici per lo sviluppo delle competenze.

Il campione comprende un mix di attori che copre l'intera filiera della formazione in ambito IA. Esso include quattro *vendor* tecnologici e aziende hi-tech (Cisco, HPE, IBM e Inaz), che operano come fornitori di soluzioni hardware e/o software, e che prevedono diverse iniziative formative, sia per il proprio personale sia per i clienti (nonché per il pubblico) con moduli dedicati all'IA e alla *data literacy*. A questi si affiancano tre grandi player dei servizi per il lavoro e della formazione aziendale – Randstad Italia, Gi Group Holding e MYLIA (Adecco Group) – che progettano e implementano percorsi di *upskilling* e *reskilling* digitale e IA per una platea ampia e diversificata di imprese clienti. Completa il quadro un attore accademico (Università di Napoli Federico II/Apple Developer Academy), direttamente impegnato nella co-progettazione di academy università-impresa, e un rappresentante di un fondo interprofessionale per la formazione continua (Fondimpresa), che offre una prospettiva privilegiata sulla domanda di formazione delle imprese e sull'utilizzo dei finanziamenti disponibili.

In questo capitolo l'indagine è volta non a una ricostruzione delle caratteristiche di utilizzo dell'IA da parte delle aziende intervistate, ma a una ricognizione delle esigenze formative del sistema delle imprese operanti in Italia da parte di esperti del settore, unita alla loro valutazione dei punti di forza e di debolezza del sistema della formazione italiano.

Oltre a descrivere le traiettorie emergenti della formazione nell'ambito dell'IA, questa indagine si propone di offrire alcune indicazioni di policy per l'adozione di un'IA utile e responsabile nel nostro paese.

8.2 L'ecosistema della formazione sull'IA in Italia

Le interviste restituiscono l'immagine di un ecosistema formativo incentrato sull'IA ancora giovane, frammentato e con una domanda complessivamente limitata, soprattutto se confrontata con la centralità del tema nel dibattito pubblico. Tale evidenza risuona con il dato del tasso di adozione dell'IA nel sistema produttivo italiano, che rimane complessivamente contenuto e ha registrato una crescita significativa solo nell'ultimo anno, in particolare se comparato con i paesi dell'Europa centro-settentrionale. Dal punto di vista di chi osserva i flussi di finanziamento, Fondimpresa parla esplicitamente di una domanda «molto

bassa»: tra l'inizio del 2024 e l'autunno 2025, nel conto formazione, il fondo ha registrato circa 520 richieste e 1.320 azioni formative legate all'IA, a fronte di circa 700.000 azioni di formazione complessive in un anno.

Molte imprese faticano a formulare un piano di adozione per le proprie funzioni produttive specifiche, e ancor più a programmare percorsi strutturati di formazione per il personale potenzialmente coinvolto. In particolare, secondo il Sistema Informativo Excelsior di Unioncamere e Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, quasi tre imprese su quattro dichiarano di non essere a conoscenza delle modalità per introdurre efficacemente soluzioni IA in ambito aziendale (Unioncamere & MLPS, 2025). Le imprese, in particolare quelle di dimensioni più contenute, si affidano spesso ai provider di tecnologia (sia di prodotti hardware sia di servizi ICT) per ottenere la formazione connessa, legata all'IA incorporata nei prodotti. Se ciò avviene senza avere in precedenza svolto un'analisi dei fabbisogni, legata ai processi produttivi e alle loro trasformazioni, vi è il rischio che le soluzioni tecnologiche adottate per una funzione aziendale, venendo replicate per le altre, condizionino i processi aziendali e l'organizzazione interna all'azienda, così come, in un processo di *lock-in*, lo sviluppo di competenze legate all'IA.

Alcuni *vendor* di soluzioni tecnologiche hanno dei team dedicati alla coprogettazione delle soluzioni di IA con i loro clienti. Tipicamente, questo avviene per i clienti più grandi e in caso di fornitura di prodotti e servizi specifici, ma vi sono esperienze di collaborazione con associazioni delle piccole e medie imprese per capire le esigenze formative dell'aggregato di imprese.

Se queste dinamiche caratterizzano le imprese in una prima fase di adozione dell'IA, successivamente vengono coinvolti i gruppi professionisti della formazione per disegnare un'offerta formativa mirata, di tipo verticale, e per gli aspetti legali e di *regulation*.

Per i grandi *vendor* di tecnologia, la formazione offerta ai clienti è talvolta prima testata all'interno, per i propri lavoratori, e opportunamente riscalata. Soprattutto, la formazione interna è estesa alla filiera dei partner commerciali di vendita che appartengono all'ecosistema dell'azienda, al fine di allineare le competenze necessarie lungo la rete di vendita.

Al di là di questo caso, non si osservano in modo sistematico dinamiche di filiera che estendano la formazione tra imprese, verso distretti produttivi più ampi, salvo alcune eccezioni settoriali: il metalmeccanico e l'automotive. In altre parole, la capacità delle grandi imprese di attivare percorsi formativi strutturati non si traduce automaticamente in un rafforzamento delle competenze lungo l'intera catena del valore. Occorre, tuttavia, precisare che il crescente fenomeno delle academy «di filiera» potrebbe rappresentare una leva efficace di *spillover*

della formazione professionale in IA, in quanto caratterizzate da specializzazione crescente in ambito ICT e basate sull'integrazione tra imprese e attori formativi/istituzionali a livello territoriale o di distretto produttivo (Barricelli, 2025), meritando dunque un'attenzione crescente.

Il divario tra grandi imprese e PMI emerge anche con riguardo all'utilizzo delle opportunità di finanziamento della formazione. Soprattutto per le piccole e medie imprese, il budget complessivo per tecnologia e formazione è una percentuale ridotta e tendenzialmente stabile del fatturato (nell'ordine del 2%): l'IA deve competere con le altre priorità. Risorse esterne all'impresa di finanziamento degli interventi formativi provengono allora prevalentemente dai Fondi interprofessionali – con un ruolo centrale per Fondimpresa, date le caratteristiche del nostro campione – e dal Fondo Nuove Competenze. Con riferimento a Fondimpresa, il divario dimensionale è nei fatti: tutta la formazione sull'IA è, a oggi, finanziata attraverso il Conto Formazione, mentre sul Conto Sistema gli Avvisi specifici sulla formazione IA partiranno solo dal 2026.

Più in generale, le imprese e i provider di formazione descrivono un sistema di incentivi importante ma caratterizzato da tempi lunghi, procedure complesse e, per alcune multinazionali, finestre di finanziamento sfalsate rispetto al proprio ciclo di programmazione della formazione. In generale, tutti gli intervistati dichiarano di utilizzare i Fondi interprofessionali per una parte residuale della formazione, e in particolare per quella su IA, sia per sé sia – per i provider di formazione – per quanto riguarda i propri clienti.

I Fondi interprofessionali e il Fondo Nuove Competenze sono considerati strumenti maggiormente efficaci per le grandi imprese, più strutturate, con cicli di formazione programmata e l'abitudine – nonché le capacità – di monitorare gli strumenti di finanziamento. Alcuni provider di soluzioni formative hanno un team che fa scouting di tutti gli strumenti possibili per conto del cliente, disegnando poi un mix di strumenti di finanziamento possibili e lasciando il resto a carico dell'azienda cliente. La restituzione da parte degli intervistati è che soprattutto le imprese più grandi, e loro stessi, tendono a programmare la formazione sull'IA indipendentemente dai finanziamenti. Questo però riguarda imprese maggiormente motivate, mentre la difficoltà di accedere ai finanziamenti può rendere difficile la formazione per le imprese più piccole, al di là di quella fornita dai provider di prodotti e servizi nei quali l'IA è incorporata, e riguardante tali *features*. Tuttavia, va sottolineato come il Fondo Nuove Competenze abbia avuto il merito di segnalare l'importanza della formazione in ambito generale anche nelle aziende meno propense a programmare tale formazione.

Come detto, gli intervistati mettono in luce alcuni nodi del rapporto tra imprese e canali di finanziamento di fonte pubblica o comunque soggetti dalle

regole del pubblico. In primo luogo, la complessità dell'iter di accesso e i tempi tecnici tra l'effettuazione della spesa e il rimborso di questa. Questo si ricollega alla necessità di consistenti capacità programmatorie e di rendicontazione da parte dei beneficiari. Al tempo stesso, gli intervistati evidenziano la rigidità dei curricula a fronte di contenuti quali quelli dell'IA che cambiano rapidamente. Assieme a questo, la difficoltà di proporre, utilizzare e rendicontare interventi formativi non standardizzati, quali percorsi tecnologici aziendali, laddove occorrerebbe andare verso il riconoscimento di microcredenziali, in particolare per l'IA giacché, come vedremo, la formazione connessa tende a essere di breve durata. Ciò collide con la progettazione di interventi formativi che sono tradizionalmente più pesanti ed estesi. Più in generale, si sente la mancanza di un sistema agile di descrizione di competenze tipiche del mercato del lavoro che non sono legate alla formazione strutturata, in modo simile a quanto fatto da altri paesi come Singapore, che aggiorna trimestralmente i profili di competenze e professioni. Il mercato del lavoro e la necessità della formazione sembrano evolvere più rapidamente del quadro regolativo relativo all'offerta di formazione e alla sua certificazione.

Infine, per alcune filiali italiane di multinazionali, così come più in generale per le imprese italiane che hanno abbonamenti a piattaforme di formazione internazionali, i tempi dei bandi dei Fondi interprofessionali e del Fondo Nuove Competenze non sono compatibili da un lato con il ciclo di programmazione della formazione interna, dall'altro con le scadenze per la rendicontazione in casi in cui l'anno di esercizio non coincide con l'anno civile.

In linea con le evidenze che riguardano l'adozione dell'IA viste nel Capitolo 6, il divario Nord-Sud appare meno rilevante di quanto ci si aspettasse. La diffusione della formazione da remoto ha contribuito a ridurre, almeno per i contenuti generalisti, il divario Nord-Sud. La crescita della formazione online ha aumentato significativamente la partecipazione dal Centro-Sud, in particolare in ambito digitale.

Rileva, inoltre, la presenza di academy aziendali al Sud, a partire dalla Apple Developer Academy, che però è rivolta a una platea internazionale. Varie iniziative in collaborazione con università del Sud mostrano che il Mezzogiorno non è solo «utente» di contenuti prodotti altrove, ma può essere luogo di sperimentazione formativa avanzata. Una mappatura davvero esaustiva delle academy aziendali in Italia è difficile da reperire: Assoknowledge ne stima 232 nel 2024 (Confindustria, 2025), ma l'eterogeneità delle definizioni suggerisce che il perimetro effettivo possa essere più ampio. Tuttavia, l'importanza del Mezzogiorno nello sviluppo di questo ecosistema è confermata da alcuni casi di particolare rilievo nazionale, spesso legati a competenze digitali e high-tech: Accenture Technolo-

gy Academy presso gli Advanced Technology Center di Napoli, Cagliari, Bari e Cosenza con percorsi orientati a competenze tecnologiche avanzate; Aerotech Academy Puglia di Leonardo a Grottaglie, sviluppata con il Politecnico di Bari e l'Università del Salento per rafforzare competenze specialistiche nell'ambito dell'aerospazio e la Lutech Insurtech Academy (Bari e Cosenza), iniziativa che combina formazione mirata e inserimento su profili digitali.

Le interviste confermano che lo sviluppo delle academy aziendali è connesso a una certa insoddisfazione per l'efficacia degli altri attori che erogano formazione avanzata, e in particolare delle università. Vi sono due tipi di richieste per academy: da un lato le aziende che operano nel settore tecnologico, che hanno esigenze tipicamente generaliste e non necessariamente legate al proprio core business, e che talvolta costituiscono queste strutture a favore dell'esterno, nell'ambito della *corporate social responsibility*; dall'altro aziende che hanno esigenze specifiche di formazione del proprio personale. In entrambi i casi, la collaborazione con gli atenei può essere fruttuosa, a patto che le competenze più analitico-teoriche dell'università siano poste al servizio di un approccio pratico e laboratoriale, basato su challenge e su *project work*. Questo aspetto è fondamentale anche per gli atenei, che scontano una debolezza nella formazione pratica, e possono quindi giovarsi della collaborazione con le imprese, come dovrebbe avvenire per gli ITS Academy. Diversi interlocutori sottolineano infatti la rigidità dei curricula delle università, che dovrebbero essere maggiormente fluidi, accogliendo percorsi tecnologici aziendali e contributi formativi da parte delle imprese, anche per ridurre il rischio di obsolescenza delle competenze, in particolare nelle discipline STEM. Questo, infatti, vale sia per le università sia per gli ITS Academy, e inizia a riguardare quelle figure più tecniche e moderatamente competenti (per esempio, programmatori) che, secondo l'evidenza più recente, sono esposte a rischio occupazionale. Proprio in risposta a queste rigidità, crescono le collaborazioni tra atenei e aziende per fornire moduli specialistici di formazione, oltreché nella creazione di academy. Linee di intervento più specifiche al riguardo vengono consigliate nell'ultimo paragrafo dedicato alle raccomandazioni di policy.

Maggiore complessità riguarda i Competence Center (CC) e i Digital Innovation Hub (DIH), che compongono una rete vasta (8 CC e 279 DIH, secondo l'Atlante I4.0 stilato da Unioncamere e dal MIMIT[1]) ma frammentata e poco conosciuta dalle aziende – soprattutto le più piccole – limitandone il potenziale, allo stato attuale, nel costituire un punto di riferimento universale per l'orientamento

[1] https://www.atlantei40.it/

e la formazione sull'IA. In questo vuoto di coordinamento si inserisce l'offerta dei provider privati. In particolare, alcuni provider di formazione si dotano di Fondazioni e ITS Academy per fare direttamente recruitment delle risorse di cui i propri clienti hanno bisogno.

Il giudizio degli intervistati circa l'eterogeneità dei canali di formazione (e in parte di finanziamento della formazione) non è univoco. Se per alcuni la situazione è improntata a una cacofonia che disorienta l'azienda media e che dovrebbe incontrare una semplificazione di formazione e finanziamenti, altri pongono l'accento sul fatto che la pluralità di canali e attori tipica della situazione italiana può costituire in realtà un vantaggio per accomodare la variegata realtà del tessuto produttivo del paese, arricchendo il quadro. Al contempo, tutti gli intervistati sottolineano come – sia per quanto riguarda la governance della formazione sia per quanto riguarda i suoi contenuti – occorra un'alleanza tra i vari attori in gioco, e in particolare tra attori pubblici (che fanno le regole) e privati (che per primi sperimentano i cambiamenti e adottano le innovazioni). Un luogo di incontro può essere l'Osservatorio sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale nel mondo del lavoro, costituito presso il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, per il quale è auspicata una rilevante presenza del mondo delle imprese.

Nel complesso, le interviste delineano un ecosistema in cui la capacità formativa sull'IA tende a essere polarizzata: concentrata nelle grandi imprese e in pochi nodi (academy, *vendor* globali, grandi HR provider), sostenuta da strumenti di finanziamento che tendono a premiare gli attori più strutturati, e accessibile alle PMI solo in modo mediato dalla formazione sull'IA incorporata nei prodotti e servizi adottati. Allo stesso tempo, si intravvedono elementi di dinamicità – la diffusione della formazione da remoto, le academy nel Mezzogiorno, le collaborazioni università-impresa – che costituiscono delle possibili leve di cambiamento verso un sistema più integrato, che deve necessariamente coinvolgere in modo continuativo e strutturato attori pubblici e privati della formazione e sistema delle imprese.

8.3 La formazione per l'IA: contenuti e metodologie

Dal confronto tra casi aziendali analizzati nel Capitolo 7 e interviste agli esperti del sistema della formazione sull'IA emerge una struttura abbastanza ricorrente dell'offerta:

- un primo livello di pre-formazione/*awareness* di base, rivolto a platee ampie di lavoratori e talvolta di cittadini, finalizzato a chiarire che cosa si intenda

per IA, in quali ambiti se ne giustifichi l'impiego e quali siano i principali limiti e rischi associati;
- una formazione verticale per ruoli e funzioni, con percorsi modulari, pratici e settoriali (IT, marketing, HR, operation ecc.), talvolta in presenza tramite workshop, *bootcamp*, *project work*;
- una formazione generalista, soprattutto sulla GenAI, di più recente introduzione, articolata in moduli brevi e ricorrenti (spesso in e-learning) su *prompting*, uso consapevole degli strumenti, sicurezza (inclusa cybersicurezza), etica e interpretazione critica degli output.

In generale, quasi tutti gli intervistati collocano il sistema italiano in una fase di «alfabetizzazione» rispetto all'IA, in cui le barriere principali non sono solo tecniche ma culturali. Da un lato, molti dipendenti non usano i *tool* messi loro a disposizione perché hanno timore di sbagliare o di apparire incompetenti. Dall'altro, vengono enfatizzate le resistenze anche nei livelli manageriali: spesso il management delle aziende italiane teme la perdita di controllo sui processi organizzativi associati al *delayering* della conoscenza aziendale, nonché i rischi legati all'uso dei dati con l'IA generativa, rallentando le sperimentazioni più avanzate. Alcuni provider allora offrono corsi brevi (2-3 ore) rivolti alla formazione del *mindset*, prima ancora dell'alfabetizzazione, assieme anche al lavoro con team di psicologi. D'altro canto, la maggior parte dei lavoratori utilizzerà l'IA come uno strumento di lavoro senza necessità né di configurare sistemi e processi, né di essere uno specialista in ingegneria informatica; pertanto, è sensato che la formazione si concentri in primo luogo sugli aspetti meno specialistici e verticali.

Per quanto riguarda lo sviluppo della formazione sull'IA, le aziende intervistate spesso testano la formazione prima all'interno, per il proprio personale, per poi estenderla ai propri business partner e clienti. Non di rado, sono i vertici aziendali a essere coinvolti per primi, anche per condividere a livello di top management riflessioni circa i possibili utilizzi dell'IA e i suoi risvolti legali ed etici. Una possibile sequenza di estensione all'interno dell'azienda parte dal top management, per poi coinvolgere le funzioni aziendali maggiormente coinvolte quali marketing, HR, legal, e quindi la generalità dei lavoratori dell'azienda, e poi i clienti. In alcuni casi la strategia di formazione interna fa perno su figure *champion*, formate più a fondo, che poi diffondono competenze internamente.

In generale, si nota una differenza tra la formazione interna, spesso più avanzata, che coinvolge sia corsi di consapevolezza, talvolta anche con testimonial, sia formazione trasversale (*prompting*) e relativa agli aspetti legali ed etici (e talvolta storici), e poi verticale quando opportuno, e quella rivolta all'esterno, che preve-

de corsi di alfabetizzazione e corsi trasversali, ma non sempre di formazione di competenze più verticali.

In alcuni casi la formazione interna delle aziende maggiormente coinvolte nella transizione tecnologica è molto strutturata e focalizzata, legata a obiettivi di sviluppo interni, più spesso è ciclica e standardizzata, salvo in occasione di rilevanti eventi aziendali o legata a esigenze emergenti. Alcune aziende prevedono un numero cospicuo di ore di formazione obbligatoria (sino a 40), con percorsi tarati sull'individuo, certificazioni e *open badge*. In ogni caso, i moduli sono sempre più di breve durata (poche ore ciascuno spesso organizzate in pillole di 15 minuti). Sebbene talora ci sia formazione in aula, sempre più spesso essa è svolta online, oppure in autoapprendimento, talvolta attraverso il *gaming*, anche in forma modulare, e la formazione in presenza prende la forma di *bootcamp* e workshop. Le grandi multinazionali hanno piattaforme interne che propongono percorsi formativi personalizzati (un intervistato parla di «Netflixizzazione» della formazione). In alcuni casi vengono lanciate delle challenge interne, con team multidisciplinari e multinazionali, per portare il personale a utilizzare l'IA per il *problem solving* aziendale.

La formazione verso l'esterno prende tipicamente la forma di corsi online, di breve durata e compatibili con gli orari lavorativi, spesso di alfabetizzazione e trasversali sebbene ci siano casi di alta specializzazione per i clienti. Questo risuona con la ridotta maturità del mercato italiano, in cui alcuni player internazionali lamentano la bassa domanda delle imprese per formazione specifica, a causa dell'incertezza circa gli effetti organizzativi. Al tempo stesso vi è consapevolezza che l'IA potrà costituire una grande opportunità, e per questo vengono chiesti corsi di *literacy* di base.

Assieme alla formazione verso i clienti, alcuni grandi player offrono formazione nell'ambito dei programmi di *corporate social responsibility*, attraverso portali di formazione liberamente fruibili.

8.4 Proposte di policy

Alla luce di quanto visto nei capitoli precedenti e delle interviste a testimoni privilegiati del mondo della tecnologia, della formazione e delle risorse umane, è possibile avanzare alcune proposte di policy per indirizzare la formazione sull'IA in Italia. Le proposte si articolano in due gruppi: da un lato, indicazioni più strutturate rivolte in modo specifico alle varie istituzioni pubbliche e private coinvolte nella regolazione del lavoro, della formazione professionale, del trasferimento tecnologico e dei processi produttivi; dall'altro, indicazioni più generali,

rivolte all'intero ecosistema e a ciascun suo componente, e relative alla costruzione di un terreno più fertile per l'adozione consapevole dell'IA e ad aspetti trasversali e di governance sulla formazione per l'IA.

8.4.1 *Proposte rivolte alle istituzioni*

1. Razionalizzare l'ecosistema della formazione IA per settori (industrie e servizi), superando un approccio di adozione legata al prodotto, facendo perno su università con curricula più flessibili, integrati con percorsi laboratoriali in co-gestione con academy, attori imprenditoriali, provider della formazione che diano luogo a microcredenziali e *open badge*.
   L'intervento mira a rispondere alle preoccupazioni raccolte nelle interviste circa l'obsolescenza dei curricula STEM – significativamente esposti al rischio di spiazzamento secondo la letteratura empirica più recente – facendo leva sulle esperienze formative già maturate dagli attori privati. In questa prospettiva, la sinergia università-impresa può essere efficace non tanto come somma di iniziative episodiche, ma quando integra co-progettazione di moduli e profili in uscita, aggiornamento rapido dei contenuti e apprendimento «in contesto» (*work-integrated learning*). La letteratura e alcune esperienze internazionali indicano come elementi vincenti: 1) governance congiunta e *advisory board* industriali; 2) moduli brevi/*stackable* (*micro-credential*) riconoscibili e aggiornabili; 3) docenza mista e progetti *capstone* su problemi reali; 4) canali strutturati di ingresso (per esempio, *degree apprenticeships* nel Regno Unito, *dual studies* in Germania) che rendono sistematica la contaminazione tra aula e impresa (Bari, 2025; Díaz *et al*., 2025; OECD, 2021).
   Destinatari della proposta: atenei (anche attraverso la CRUI, Conferenza dei Rettori delle Università Italiane), Ministero dell'Università e della Ricerca, Confindustria e associazioni imprenditoriali.
2. Sperimentare e valutare l'efficacia di schemi quali un «conto personale di formazione per l'IA» (*individual learning account*), in linea con la Raccomandazione del Consiglio dell'UE (2022).
   A sostegno dell'uso per competenze digitali/IA, il caso francese del Compte Personnel de Formation (CPF) mostra che uno strumento «portabile» e universale può indirizzare la domanda verso competenze di base (anche STEM/digitali), mentre per competenze più avanzate è cruciale affiancare *guidance* e meccanismi di orientamento/qualità (Güner & Sekut, 2023). Il CPF è inoltre considerato un riferimento internazionale perché accumula diritti nel tempo e li rende spendibili lungo la vita lavorativa (OECD, 2025a). Nel contesto italiano, un conto IA può: 1) accelerare l'alfabetizzazione digitale di base

(condizione abilitante per l'adozione dell'IA) e, con adeguata *guidance*, sostenere skill più avanzate; 2) superare colli di bottiglia organizzativi/manageriali spostando parte dell'iniziativa formativa sul lato lavoratore (pur con cofinanziamenti e regole); 3) accompagnare transizioni occupazionali grazie alla portabilità dei diritti; 4) ridurre il divario tra piccole e grandi imprese, offrendo una leva universale di accesso alla formazione anche dove l'offerta interna è più scarsa. L'intervento appare particolarmente coerente con il livello di alfabetizzazione sull'IA attualmente emergente in Italia, contribuendo a ridurre i rischi di *bottleneck* organizzativi legati a un management ancora cauto rispetto alle opportunità dell'IA. In linea con la diagnosi del Capitolo 7, mira inoltre a mitigare i rischi di *decoupling* produttivo associati a differenze nella dimensione d'impresa e nel grado di proiezione sui mercati internazionali.
Destinatari della proposta: Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Sviluppo Lavoro Italia.

3. Flessibilizzare l'utilizzo dei fondi per la formazione (inclusi i fondi interprofessionali) introducendo schemi semplificati (*simplified cost options*), in particolare *lump-sum* e/o *unit costs* per percorsi standardizzati sull'IA (per esempio, alfabetizzazione IA, *prompt literacy*, sicurezza e *data governance*, moduli *copilots in office*).
L'intervento risponde in modo diretto alle criticità emerse sull'eccesso di adempimenti, le lungaggini procedurali e le difficoltà di rendicontazione che caratterizzano l'operatività degli attuali fondi. La Commissione UE indica che questi strumenti riducono in modo sostanziale l'onere amministrativo perché non richiedono la tracciabilità di ogni singola spesa su giustificativi, spostando l'attenzione su output e risultati. L'approccio è già ampiamente adottato in programmi europei: Erasmus+ finanzia la maggior parte dei contributi tramite *lump sums* o *unit costs* come forma standard di semplificazione[2]. In Horizon Europe, una valutazione della Commissione (2024) conclude che i *lump sum* sono popolari tra gli utenti e percepiti come riduzione del carico amministrativo, mantenendo il focus sui contenuti dei progetti. Per i fondi formazione italiani, ciò suggerisce un modello operativo: cataloghi di percorsi IA «a pacchetto» con importi standard, controlli *ex ante* «leggeri», e valutazioni *ex post* (audit su *deliverable*, competenze acquisite, tassi di completamento, applicazione in azienda). Questo può facilitare l'accesso anche a PMI e soggetti piccoli, che spesso hanno minore capacità amministrativa, coerentemente con la logica UE di semplificazione e inclusione.

[2] https://european-social-fund-plus.ec.europa.eu/en/simplified-cost-options

Destinatari della proposta: Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, regioni, Fondi interprofessionali.

4. Riguardo al trasferimento tecnologico si suggerisce un intervento a doppio binario. Primo, rafforzare la rete esistente di *gatekeeper* della digitalizzazione – DIH, Competence Center – allo scopo di ridurre il gap tra PMI e grandi imprese, promuovendo una maggiore integrazione con i provider privati. Secondo, costruire una struttura più integrata per guidare l'innovazione dell'intero sistema produttivo, operando alla frontiera tecnologica grazie alla cooperazione tra atenei e imprese in ambito digitale e IA.
   Il Rapporto introduttivo dell'Osservatorio sull'adozione dell'IA nel mondo del lavoro (MLPS, 2026) evidenzia già alcune iniziative simili, di natura settoriale, sostenute in particolare tramite i fondi del PNRR (il Partenariato FAIR, l'Ecosistema dell'innovazione RAISE, la Fondazione AI4I ecc.). Si propone, qui, un raccordo crescente secondo il modello del Fraunhofer Institut tedesco[3]: una rete di istituti di ricerca applicata orientata al trasferimento tecnologico, sostenuta da finanziamento di base pubblico (che abilita capacità e ricerca «pre-competitiva») e da ricerca conto terzi/competitiva con imprese e progetti pubblici, così da garantire continuità, scalabilità e collegamento strutturale con il tessuto produttivo. Questo duplice intervento mira, da un lato, a consolidare la fiducia nella rete esistente – in particolare tra le PMI – e, dall'altro, a garantire un supporto di trasferimento tecnologico ad alto valore aggiunto per gli attori più avanzati.
   Destinatari della proposta: Ministero delle Imprese e del Made in Italy, atenei (anche attraverso la CRUI), Ministero dell'Università e della Ricerca, Confindustria e associazioni imprenditoriali, regioni.
5. Promuovere un'alleanza tra tutti gli attori, pubblici e privati, incardinata sull'Osservatorio sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale nel mondo del lavoro costituito presso il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali.
   Questo consentirà una condivisione costante di informazioni, buone pratiche, criticità e innovazioni e la realizzazione degli obiettivi di cui alle proposte precedenti – come indicato nella raccolta strutturata di contributi che ne precede l'avvio dei lavori (MLPS, 2026). Inoltre, l'Osservatorio dovrebbe promuovere una ricerca collaborativa e *policy-oriented* sull'IA, come dettagliata nei punti seguenti.
   Destinatari della proposta: Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali e Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche (INAPP) con funzione di raccordo di tutto l'ecosistema.

[3] https://www.fraunhofer.de/en.html

8.4.2 *Ricerca collaborativa e policy-oriented sull'IA*

L'Osservatorio sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale nel mondo del lavoro dovrebbe anche costituire l'infrastruttura di ricerca per rafforzare le basi informative e regolative della transizione: misurazioni comparabili degli impatti dell'IA su produttività e qualità del lavoro, e tassonomie di competenze/professioni aggiornate per allineare rapidamente offerta formativa e domanda. A ciò si affianca l'esigenza di considerare l'IA nella contrattazione collettiva e di adottare un focus di genere sistematico, sia per prevenire *bias* sia per ridurre rischi di segmentazione nelle opportunità occupazionali e formative.

1. Favorire la convergenza verso metodi condivisi di misurazione degli impatti dell'IA su produttività, qualità del lavoro e competenze, così da rendere confrontabili evidenze oggi frammentate tra settori e territori.
   In pratica: a) definire indicatori standard (output/ora, tempi di ciclo, errori, qualità percepita, intensità di task automatizzati/augmentati, cambiamenti nelle skill richieste); b) adottare protocolli comuni per distinguere *automation vs augmentation* e per misurare effetti su *work intensity*, autonomia, controllo, stress e sicurezza; c) integrare fonti micro (dati aziendali, *survey* ai lavoratori, tracciamento di progetti IA) con fonti macro (indagini Istat/INAPP, *vacancy data*) usando tassonomie condivise delle competenze; d) promuovere valutazioni *ex post* e, dove possibile, disegni quasi-sperimentali (piloti, *rollout* graduali) per isolare effetti causali. Questo consentirebbe di guidare meglio policy formative e incentivi all'adozione, identificando contesti in cui l'IA migliora la produttività senza deteriorare la qualità del lavoro. Inoltre, l'intervento mira a fornire una *guidance evidence-based* per l'adozione dell'IA in azienda, particolarmente rilevante per le PMI che oggi tendono a dipendere maggiormente dai *vendor*, e a ridurre le incertezze sul ROI che caratterizzano decisioni di investimento in un contesto ancora emergente.
2. Promuovere l'aggiornamento continuo di tassonomie descrittive di competenze e professioni, integrandole stabilmente nel sistema di formazione professionale per rendere l'offerta più reattiva alla *job fluidity*.
   In Italia una base già disponibile è l'Atlante del Lavoro e delle Qualificazioni (INAPP), che collega attività, competenze e qualificazioni e può fungere da infrastruttura per l'aggiornamento dei profili emergenti legati all'IA. Su questa base, occorre collegare le tassonomie a: a) standard minimi dei curricula e repertori delle qualificazioni; b) cataloghi regionali e interprofessionali dei corsi finanziabili; c) sistemi di certificazione/micro-credenziali e riconoscimento dei risultati di apprendimento; d) monitoraggio di placement e

fabbisogni (anche tramite *vacancy data* e fonti amministrative). L'obiettivo è ridurre il ritardo tra l'emersione di nuove competenze (per esempio, *prompt literacy*, *data governance*, *machine learning operations* – MLOps) e la loro traduzione in moduli formativi aggiornabili e *stackable*, ampliando l'accesso soprattutto per lavoratori e PMI e orientando la selezione dei curricula da sostenere prioritariamente tramite intervento pubblico.

3. Considerare l'impatto dell'IA sui contratti collettivi di lavoro.
   L'Osservatorio Politiche e Relazioni industriali per l'intelligenza artificiale partecipativa, istituito presso il CNEL, mostra come l'IA sia già entrata nella contrattazione collettiva, impegnando le parti nell'istituzione di sedi stabili per il monitoraggio degli impatti delle nuove tecnologie sulle competenze, le mansioni, e la sicurezza dei lavoratori (MLPS, 2026). Occorre, dunque, valorizzare questo patrimonio informativo emergente, diffondendo conoscenze e pratiche all'intero mercato del lavoro e tra i decisori pubblici, riducendo le asimmetrie informative e stimolando una transizione sostenibile.
4. Adottare un focus sistematico sulla dimensione di genere, nell'ottica di prevenire i *bias*.

8.4.3 *Costruzione di awareness e superamento dei vincoli culturali*

Queste proposte mirano a rafforzare la domanda informata di IA e le competenze diffuse necessarie a un'adozione efficace, riducendo resistenze culturali e rischi d'uso improprio. Le raccomandazioni rispondono, innanzitutto, al bisogno di alfabetizzazione del sistema emerso dalle interviste, promuovendo interventi volti a consolidare una cultura diffusa dell'IA nel mondo dell'istruzione, dell'impresa e nella cittadinanza più in generale. L'obiettivo è accompagnare lavoratori, docenti e management nell'integrazione dell'IA nei processi quotidiani, valorizzandone i benefici di produttività e garantendo al contempo un utilizzo consapevole, etico e responsabile:

- mostrare l'utilità dell'IA per coadiuvare il lavoro quotidiano;
- sviluppare programmi pubblici di apprendimento permanente (scuola, università, formazione professionale) che integrino le principali piattaforme gratuite di formazione;
- insegnare sin dall'istruzione scolastica a familiarizzare con l'IA, imparando a gestirla e guidarla senza subirla, con un'enfasi sugli aspetti etici e di *responsible AI*;
- sensibilizzare i docenti di ogni ordine all'uso utile, consapevole e responsabile dell'IA;

- sviluppare percorsi mirati di IA per il management che teme il cambiamento, mostrando il valore della trasformazione organizzativa;
- sensibilizzare le aziende mostrando i ritorni di produttività dell'investimento in IA.

8.4.4 *Attori, contenuti e metodi della formazione*

Queste misure puntano a rendere la formazione sull'IA più efficace lungo l'intero ciclo di adozione in azienda: dalla diffusione di competenze di base (IA generativa e *prompting*) alla costruzione di capacità specialistiche, modulari e applicate, tarate su ruoli e funzioni – in linea con le due dimensioni emerse dalle interviste. L'obiettivo è affiancare alle competenze tecniche un solido impianto trasversale (pensiero critico, interdisciplinarità e governance), investendo anche sulla preparazione dei formatori e sull'integrazione sistematica dei principi di *responsible AI* ed etica nell'offerta formativa:

- promuovere la formazione generalista sull'IA in azienda, rafforzando nel catalogo dell'offerta formativa percorsi su IA generativa e *prompting*;
- introdurre una maggiore personalizzazione per ruolo e funzione aziendale al crescere della maturità digitale;
- promuovere una formazione specialistica modulare e *hands-on*, con un ruolo centrale delle università come hub di co-progettazione assieme alle imprese e agli altri attori formativi;
- sensibilizzare le imprese sul loro ruolo nell'affinamento e nell'aggiornamento delle competenze in azienda;
- ibridare la formazione tecnologica con competenze trasversali e interdisciplinari dalle scienze umane e sociali;
- stimolare il pensiero critico relativo all'IA e la capacità di interpretazione critica dei risultati dell'IA e della sua governance;
- curare la formazione continua dei formatori sull'IA, ai vari livelli di istruzione e formazione (dalla scuola, all'università, ai percorsi formativi);
- adottare un approccio di *responsible AI* e fare *mainstreaming* degli aspetti etici, distinti da quelli legali e regolativi (trattamento dei dati o compliance con il GDPR).

9 GOVERNARE LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: LEZIONI DAL CASO ITALIANO

Stefano Sacchi*

Le analisi raccolte in questo volume consentono di formulare alcune considerazioni che travalicano i singoli ambiti di policy e i diversi livelli di analisi considerati. Pur affrontando temi differenti – dalla digitalizzazione della pubblica amministrazione alla diffusione dell'intelligenza artificiale nelle imprese, dalle trasformazioni del lavoro alle politiche per le competenze – i contributi convergono infatti verso alcune evidenze comuni che aiutano a comprendere la natura della transizione tecnologica in corso in Italia.

Più che descrivere un processo lineare di adozione di nuove tecnologie, il volume restituisce l'immagine di una trasformazione complessa, nella quale istituzioni e organizzazioni pubbliche e private interagiscono costantemente. Da questa prospettiva emergono quattro risultati principali che appaiono particolarmente rilevanti sia per la ricerca futura sia per l'elaborazione delle politiche pubbliche.

9.1 Il problema italiano è organizzativo piuttosto che tecnologico

Una prima conclusione riguarda la natura dei principali vincoli che rallentano la trasformazione digitale del paese. Per lungo tempo il dibattito pubblico italiano ha interpretato il ritardo nell'innovazione soprattutto come conseguenza di una carenza tecnologica: infrastrutture insufficienti, scarsa disponibilità di strumenti digitali, limitata diffusione delle tecnologie più avanzate. Le evidenze raccolte nel volume suggeriscono una lettura diversa. In numerosi ambiti, infatti, l'Italia

* Politecnico di Torino

ha registrato progressi significativi. Lo sviluppo delle infrastrutture di connettività, l'espansione dei servizi digitali pubblici, la crescente diffusione dell'intelligenza artificiale nelle grandi imprese e il rapido aumento degli investimenti in innovazione mostrano come l'accesso alle tecnologie non rappresenti più il principale ostacolo alla modernizzazione del paese.

I risultati più differenziati emergono invece laddove entrano in gioco fattori organizzativi e istituzionali. Le amministrazioni regionali mostrano performance differenti non tanto perché dispongano di tecnologie diverse, quanto per differenze nella capacità amministrativa, nella qualità della governance e nell'efficacia del coordinamento tra attori pubblici e privati. Analogamente, le imprese più avanzate non si distinguono semplicemente per il possesso di strumenti tecnologici più sofisticati, ma per la capacità di integrare tali strumenti all'interno di processi organizzativi coerenti, sostenuti da leadership adeguate e da investimenti sistematici nelle competenze.

La principale lezione che emerge è dunque che la trasformazione digitale non è un problema prevalentemente tecnico, bensì una sfida organizzativa e istituzionale. Le tecnologie costituiscono una condizione necessaria, ma i loro effetti dipendono dalla capacità delle organizzazioni di incorporarle nei propri processi e di tradurle in innovazione effettiva.

9.2 Dalla frattura territoriale alla frattura organizzativa

Un secondo risultato riguarda la natura delle disuguaglianze che caratterizzano il percorso italiano verso la digitalizzazione e l'adozione dell'intelligenza artificiale.

Tradizionalmente, l'interpretazione delle dinamiche di sviluppo italiane è stata dominata dal dualismo territoriale tra Nord e Sud. Le evidenze presentate nei diversi capitoli non negano l'esistenza di tale divario, ma ne ridimensionano molto il ruolo come principale chiave interpretativa della trasformazione digitale, giacché in diversi ambiti si osservano infatti segnali di convergenza. L'*e-government* regionale mostra una riduzione delle distanze tra molte regioni settentrionali e meridionali. Analogamente, la diffusione dell'intelligenza artificiale interessa ormai territori e comparti produttivi molto differenti, mentre le differenze geografiche appaiono spesso meno marcate di quelle che separano organizzazioni con diverse capacità di innovazione.

La frattura che emerge con maggiore forza è piuttosto quella tra organizzazioni capaci e organizzazioni incapaci di governare il cambiamento tecnologico. Nel settore privato ciò coincide spesso con la distinzione tra grandi imprese e una

parte significativa delle PMI. Nel settore pubblico si manifesta nelle differenze di capacità amministrativa, progettuale e gestionale tra amministrazioni.

Questo risultato ha importanti implicazioni per le politiche pubbliche. Se il problema principale non è più esclusivamente territoriale, allora le strategie di intervento non possono limitarsi alla redistribuzione geografica delle risorse. Diventa necessario investire nella costruzione di capacità organizzative, manageriali e amministrative in grado di sostenere l'innovazione nei contesti più fragili.

9.3 L'intelligenza artificiale, in Italia, trasforma le organizzazioni più che sostituire il lavoro

Una terza evidenza riguarda il rapporto tra intelligenza artificiale e occupazione. La rapidità con cui si stanno diffondendo i sistemi di IA generativa ha alimentato negli ultimi anni previsioni spesso polarizzate, oscillanti tra scenari di crescita straordinaria della produttività e timori di sostituzione massiccia del lavoro umano.

Le evidenze raccolte nel volume suggeriscono una lettura più sfumata. Almeno nella fase attuale, l'impatto principale dell'IA in Italia sembra riguardare meno i livelli occupazionali complessivi e più la struttura interna delle organizzazioni e delle mansioni. Le tecnologie di IA tendono infatti a modificare il contenuto del lavoro, automatizzando alcune attività cognitive routinarie e aumentando l'importanza delle funzioni di supervisione, interpretazione, coordinamento e progettazione. In molti contesti produttivi si osserva una riorganizzazione dei processi decisionali, una ridefinizione dei ruoli professionali e una crescente integrazione tra competenze umane e capacità algoritmiche.

Particolarmente interessante appare il ruolo dell'IA nel modificare i percorsi di apprendimento e sviluppo professionale. Le evidenze più recenti mostrano infatti che le principali criticità potrebbero riguardare non tanto i lavoratori già inseriti nelle organizzazioni, quanto le opportunità di ingresso e crescita delle figure più giovani. In questo senso, l'attenzione delle politiche pubbliche dovrebbe spostarsi progressivamente dagli effetti occupazionali aggregati alle trasformazioni dei mercati interni del lavoro, dei percorsi professionali e dei meccanismi di accumulazione delle competenze.

L'IA emerge dunque soprattutto come una tecnologia organizzativa. Comprenderne gli effetti richiede di osservare come essa venga incorporata nei processi produttivi, nelle strutture decisionali e nelle relazioni tra lavoratori, assieme ad altri aspetti di qualità del lavoro (inclusi gli effetti sui salari), non limitandosi a misurarne gli impatti sulla quantità dell'occupazione.

9.4 Le competenze come infrastruttura della trasformazione digitale

Il quarto risultato rappresenta probabilmente il tema più trasversale dell'intero volume. Dall'analisi delle istituzioni pubbliche a quella delle imprese, dai processi di digitalizzazione ai sistemi di intelligenza artificiale, emerge con chiarezza come le competenze costituiscano la vera infrastruttura della trasformazione tecnologica. Le competenze digitali influenzano la capacità dei cittadini di utilizzare i servizi pubblici, delle imprese di adottare nuove tecnologie e dei lavoratori di adattarsi ai cambiamenti organizzativi. Al tempo stesso, le competenze rappresentano il principale strumento attraverso cui mitigare i rischi associati all'innovazione e distribuire più equamente i suoi benefici.

Ciò che emerge dai diversi contributi è che il tema delle competenze non può più essere interpretato come una questione settoriale o residuale. La formazione non rappresenta semplicemente una politica di accompagnamento della trasformazione digitale, costituendone invece una componente essenziale. In particolare, l'avvento dell'intelligenza artificiale mette in discussione la distinzione tradizionale tra formazione iniziale e formazione continua. L'evoluzione rapida delle tecnologie e dei processi produttivi richiede infatti sistemi di apprendimento permanente capaci di accompagnare individui e organizzazioni lungo tutto il ciclo di vita professionale. Parallelamente, emerge la necessità di integrare maggiormente il sistema educativo, il sistema produttivo e le istituzioni pubbliche nella definizione dei fabbisogni formativi e nella progettazione delle relative risposte.

9.5 Quali implicazioni per le politiche pubbliche?

Alla luce delle evidenze discusse, è possibile individuare alcune priorità di policy che appaiono particolarmente rilevanti per il futuro della trasformazione digitale italiana.

La prima riguarda il rafforzamento delle capacità organizzative delle amministrazioni pubbliche e delle imprese. In molti casi, investimenti aggiuntivi in tecnologie produrrebbero benefici limitati in assenza di adeguate capacità di gestione, coordinamento e innovazione.

La seconda riguarda il sostegno alle piccole e medie imprese. Se le grandi organizzazioni sembrano oggi in grado di cogliere le opportunità offerte dall'intelligenza artificiale, le PMI continuano a rappresentare il principale collo di bottiglia della modernizzazione produttiva italiana. Intervenire sui vincoli finanziari, organizzativi e formativi che ne limitano l'innovazione appare quindi una priorità strategica.

La terza riguarda la costruzione di meccanismi più efficaci di coordinamento multilivello. Le evidenze raccolte mostrano che i risultati migliori emergono quando istituzioni pubbliche, imprese, università e organismi intermedi riescono a collaborare stabilmente. Rafforzare queste reti appare fondamentale per superare la frammentazione che continua a caratterizzare il sistema italiano.

Infine, appare necessario ripensare profondamente le politiche per le competenze. L'evoluzione tecnologica richiede strumenti più flessibili, percorsi formativi modulari, sistemi di certificazione più agili e una maggiore integrazione tra apprendimento formale e apprendimento sul lavoro. In questo ambito, la costruzione di un vero ecosistema nazionale della formazione, unito alla proposta di un conto individuale di formazione, rappresenta probabilmente una delle sfide più importanti per i prossimi anni.

BIBLIOGRAFIA

Abu-Nasser, B.S. (2017). «Medical expert systems survey». *International Journal of Engineering and Information Systems*, 1(7), 218-224.

Acemoglu, D. (2024). *The Simple Macroeconomics of AI*, https://doi.org/10.3386/w32487

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). «Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets». *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188-2244.

Acemoglu, D., Anderson, G., Beede, D., Buffington, C., Childress, E., Dinlersoz, E., Foster, L., Goldschlag, N., Haltiwanger, J., Kroff, Z., Restrepo, P., & Zolas, N. (2019). «Automation and the Workforce: A Firm-Level View from the 2019 Annual Business Survey». In S. Basu, L. Eldridge, J. Haltiwanger, & E. Strassner (Eds.), *Technology, Productivity, and Economic Growth*. University of Chicago Press.

Agenda Digitale Emilia-Romagna. (2024). *Indice DESIER 2024: La misurazione della digitalizzazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna.

Agenzia per l'Italia Digitale (AgID) (2022). *Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione 2022-2024*. AgID.

Agenzia per la Coesione Territoriale. (2025). Programmi Operativi regionali e nazionali 2014-2020. Agenzia per la coesione territoriale. https://www.agenziacoesione.gov.it/lacoesione/le-politiche-di-coesione-in-italia-2014-2020/le-risorse-e-i-fondi/programmi-operativi-regionali-nazionali-2014-2020/

Agostino, D., & Costantini, C. (2022). «A measurement framework for assessing the digital transformation of cultural institutions: The Italian case». *Meditari Accountancy Research*, 30(4), 1141-1168.

Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2022). *Power and Prediction: The Disruptive Economics of Artificial Intelligence*. Harvard Business Review Press.

AICA, Anitec-Assinform, & Assintel. (2023). *ICT: Talenti Cercasi*. Osservatorio sulle Competenze Digitali 2023.

AICA, Anitec-Assinform, Assintel, & Assinter Italia. (2024). *Competenze Digitali: Un'opportunità per lo sviluppo del Paese*. Osservatorio sulle Competenze Digitali 2024.

AICA, Anitec-Assinform, Assintel, & Assinter Italia. (2025). *L'Italia delle nuove competenze: innovazione, lavoro e futuro*. Osservatorio sulle Competenze Digitali 2025.

Alderucci, D., *et al*. (2020). *Quantifying the Impact of AI on Productivity and Labor Demand: Evidence from U.S.* Census Microdata. https://www.aeaweb.org/conference/2020/preliminary/paper/Tz2HdRna

Alekseeva, L., Azar, J., Giné, M., Samila, S., & Taska, B. (2021). «The demand for AI skills in the labor market». *Labour Economics*, 71, Article 102002. https://doi.org/10.1016/j.labeco.2021.102002

Anitec-Assinform & NetConsulting. (2025*). Il Digitale in Italia: Mercati, Dinamiche, Policy*.

Antonelli, C., & Tubiana, M. (2020). *Income inequality in the knowledge economy. Structural Change and Economic Dynamics*, 55, 153-164. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.07.003

Antonelli, C., & Tubiana, M. (2023). *The rate and direction of technological change and wealth and income inequalities in advanced countries, Technological Forecasting and Social Change*, 191, Article 122508. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122508

Arduini, D., Belotti, F., Denni, M., Giungato, G., & Zanfei, A. (2010). «Technology adoption and innovation in public services the case of e-government in Italy». *Information Economics and Policy*, 22(3), 257-275. https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2009.12.007

Arduini, D., Denni, M., Lucchese, M., Nurra, A., & Zanfei, A. (2013). «The role of technology, organization and contextual factors in the development of e-government services: An empirical analysis on Italian Local Public Administrations». *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 177-189.

Armingeon, K., Porte, C., Heins, E., & Sacchi, S. (2022). «Voices from the Past: Economic and Political Vulnerabilities in the Making of next Generation EU». *Comparative European Politics*, 20(2), 144-165. https://doi.org/10.1057/s41295-022-00277-6

Arroyabe, M.F., Arranz, C.F.A., Fernandez De Arroyabe, I., & Fernandez de Arroyabe, J.C. (2024). «Analyzing AI adoption in European SMEs: A study of digital capabilities, innovation, and external environment». *Technology in Society*, 79, Article 102733.

Atalay, E., Phongthiengtham, P., Sotelo, S., & Tannenbaum, D. (2018). «New technologies and the labor market». *Journal of Monetary Economics*, 97, 48-67. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2018.05.008

Autor, D. (2024). *Applying AI to Rebuild Middle Class Jobs*. https://doi.org/10.3386/w32140

Autor, D.H., Levy, F., & Murnane, R.J. (2003). «The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration». *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1334.

Autor, D.H. (2013). «The "task approach" to labor markets: an overview». *Journal for Labour Market Research*, 46(3), 185-199. https://doi.org/10.1007/s12651-013-0128-z

Autor, D.H. (2015). «Why are there still so many jobs? the history and future of workplace automation». *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3

Azar, J., Giné, M., & Sanz-Espín, J. (2025). *AI is already eroding wages: Quasi-experimental evidence from occupational exposure*.

Bacci, A., Frieri, F.R., & Sparaco, S. (2021). *Trasformazione digitale & Smart Working nella Pubblica amministrazione: visioni e pratiche*. Franco Angeli.

Banhidi, Z., Dobos, I., & Nemeslaki, A. (2020). *What the overall Digital Economy and Society Index reveals: A statistical analysis of the DESI EU28 dimensions. Regional Statistics*, 10(2), 42-62. https://doi.org/10.15196/RS100209

Bank of England. (2024). *Artificial intelligence in UK financial services - 2024*. https://www.bankofengland.co.uk/report/2024/artificial-intelligence-in-uk-financial-services-2024

Bankins, S., Ocampo, A.C., Marrone, M., Restubog, S.L.D., & Woo, S.E. (2024). «A multilevel review of artificial intelligence in organizations: Implications for organizational behavior research and practice». *Journal of Organizational Behavior*, 45(2), 159-182.

Barcevičius, E., Cibaitė, G., Codagnone, C., Gineikytė, V., Klimavičiūtė, L., Liva, G., Matulevič, L., Misuraca, G., & Vanini, I. (2019). *Exploring digital government transformation in the EU: Analysis of the state of the art and review of literature (EUR 29987 EN)*. Publications Office of the European Union.

Bari, L. (2025). «Connecting academia and industry: Change management in curriculum co-design». *Industry and Higher Education*, 39(4), 395-407.

Barricelli, D. (2025). «Le Academy di filiera come motore di sviluppo delle competenze nei sistemi territoriali di PMI». *FOR: Rivista per la formazione*, 2, 36-39.

Behn, R.D. (2003). «Why Measure Performance? Different Purposes Require Different Measures», *Public Administration Review*, 63(5).

Benecchi, A., Bottoni, C., Ciapanna, E., Frigo, A., Milan, A., & Scarinzi, E. (2021). «Digitalisation in Italy: Evidence from a New Regional Index. Banca d'Italia». *Questioni di Economia e Finanzia*, (662). https://doi.org/10.2139/ssrn.4016669

Benecchi, A., Bottoni, C., Ciapanna, E., Frigo, A., Milan, A., & Scarinzi, E. (2023). «Digitalisation in Italy: Evidence from a New Regional Index». *Social Indicators Research*, 169(1), 23-54. https://doi.org/10.1007/s11205-023-03153-2

Bennett, H., & Meers, J. (2025). «Devolving digitalisation: Local government, local welfare and the digital welfare state». *Journal of Social Welfare and Family Law*, 47(2-3), 356-373. https://doi.org/10.1080/09649069.2025.2530878

Beramendi, P., Häusermann, S., Kitschelt, H., & Kriesi, H. (2015). «The Politics of Advanced Capitalism». In *The Politics of Advanced Capitalism*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781316163245

Bernhardt, A., Suleiman, R., & Kresge, L. (2021). *Data and Algorithms at Work: The Case for Worker Technology Rights*. California Digital Library.

Bisogno, M., Cuadrado-Ballesteros, B., & Abate, F. (2024). «The role of institutional and operational factors in the digitalization of large local governments: Insights from Italy». *International Journal of Public Sector Management*. https://doi.org/10.1108/IJPSM-10-2023-0291

Bockshecker, A., Hackstein, S., & Baumöl, U. (2018). «Systematization of the term digital transformation and its phenomena from a socio-technical perspective». *A literature review. ECIS 2018 Proceedings*. https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/43

Bogaert, P., Verschuuren, M., Van Oyen, H., & Van Oers, H. (2021). «Identifying common enablers and barriers in European health information systems». *Health Policy*, 125(12), 1517-1526.

Bogumil-Uçan, S., & Klenk, T. (2021). «Varieties of health care digitalization: Comparing advocacy coalitions in Austria and Germany». *Review of Policy Research*, 38(4), 478-503.

Booysen, F. (2002). «An Overview and Evaluation of Composite Indices of Development». *Social Indicators Research*, 59, 115-151.

Borowiecki, R., Siuta-Tokarska, B., Maron, J., Suder, M., Thier, A., & Zmija, K. (2021). «Developing Digital Economy and Society in the Light of the Issue of Digital Convergence of the Markets in the European Union Countries», *Energies*, 14(2717).

Braxton, J.C., & Taska, B. (2023). «Technological Change and the Consequences of Job Loss». *American Economic Review*, 113(2), 279-316.

Bressanelli, E., Buzzelli, G., Muccilli, D.P., & Sacchi, S. (2025). «The party politics of the digital transformation: Insights from the Italian case». *Contemporary Italian Politics*, 0(0), 1-21. https://doi.org/10.1080/23248823.2025.2535211

Brunetti, I., Dughera, S., & Ricci, A. (2025). «Technological path-dependency in AI adoption: evidence from Italian firms». *Economics of Innovation and New Technology*, 1-22.

Bruno, G., Diglio, A., Piccolo, C., & Pipicelli, E. (2023). «A reduced Composite Indicator for Digital Divide measurement at the regional level: An application to the Digital Economy and Society Index (DESI)». *Technological Forecasting and Social Change*, 190, Article 122461. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122461

Brynjolfsson, E., Chandar, B., & Ruyu, C. (2025). *Canaries in the Coal Mine? Six Facts about the Recent Employment Effects of Artificial Intelligence*. Stanford Digital Economy Lab.

Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L.R. (2023). *Generative AI at work*. National Bureau of Economic Research.

Busemeyer, M.R., & Garritzmann, J.L. (2017). «Public opinion on policy and budgetary trade-offs in European welfare states: evidence from a new comparative survey». *Journal of European Public Policy*, 24(6), 871-889.

Busemeyer, R. (2020). «Digitalizzazione, automazione e il futuro del welfare state democratico: profili per un'agenda di ricerca». *Rivista Italiana di Politiche Pubbliche*, 1, 123-143.

Buyukyazici, D. (2024). «Digital skills and industrial diversification of regions». *Regional Studies, Regional Science*, 11(1), 583-598. https://doi.org/10.1080/21681376.2024.2388075

Buzzelli, G. (2025). «Automation and segmentation: Downgrading employment quality among the former "insiders" of Western European labour markets». *International Journal of Social Welfare*, 34(2): e70011.

Buzzelli, G., & Sacchi, S. (2024). «Verso uno schema europeo di sostegno al reddito? Le preferenze degli italiani per una politica sociale sovranazionale». *Rivista delle Politiche Sociali*, 1, 35-65.

Cacciatore, F., Bitonti, A., & Sgueo, G. (2024). «Interest groups and the implementation of electronic health records in the Italian NRRP, between policy and politics». *Contemporary Italian Politics*, 16(1), 21-38.

Calvino, F., & Fontanelli, L. (2023). *A portrait of AI adopters across countries: Firm characteristics, assets' complementarities and productivity* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 2023/02). OECD Publishing.

Caravaggio, N., Resce, G., & Santangelo, A.E. (2025). *EU Cohesion Policy and Digital Public Services, Economics & Statistics Discussion Papers*, Article esdp25100. https://ideas.repec.org//p/mol/ecsdps/esdp25100.html

Carbonero, F., Davies, J., Ernst, E., Fossen, F.M., Samaan, D., & Sorgner, A. (2023). «The impact of artificial intelligence on labor markets in developing countries: a new method with an illustration for Lao PDR and urban Viet Nam». *Journal of Evolutionary Economics*, 33(3), 707-736. https://doi.org/10.1007/s00191-023-00809-7

Caselli, M., Fracasso, A., Scicchitano, S., Traverso, S., & Tundis, E. (2021). *Stop worrying and love the robot: An activity-based approach to assess the impact of robotization on employment dynamics* (GLO Discussion Paper No. 802).

Castelo-Branco, I., Cruz-Jesus, F., & Oliveira, T. (2019). «Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: Evidence for the European Union». *Computers in Industry*, 107, 22-32. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.007

Celi, G., Ginzburg, A., Guarascio, D., & Simonazzi, A. (2018). *Crisis in the European monetary union. A core-periphery perspective*. Routledge.

Cetindamar, D., Kitto, K., Wu, M., Zhang, Y., Abedin, B., & Knight, S. (2022). *Explicating AI literacy of employees at digital workplaces, IEEE transactions on engineering management*, 71, 810-823.

Chandar, B. (2025). *Tracking Employment Changes in AI-Exposed Jobs*. https://ssrn.com/abstract=5384519. https://doi.org/10.2139/ssrn.5384519

Charron, N., Dijkstra, L., & Lapuente, V. (2014). «Regional Governance Matters: Quality of Government within European Union Member States», *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*, 48. https://doi.org/10.1080/00343404.2013.770141

Chen, B., Zhang, Z., Langrené, N., & Zhu, S. (2024). *Unleashing the potential of prompt engineering in Large Language Models: a comprehensive review*.

Chirico, F., Rizzo, A., De Carlo, A., Tordonato, G., Sacco, A., & Giorgi, G. (2024). «Tecnostress e lavoro: modelli, impatto e strategie di prevenzione». *Giornale Italiano di Psicologia e Medicina del Lavoro*, 4(1), 41-56.

Chowdhury, S., Dey, P., Joel-Edgar, S., Bhattacharya, S., Rodriguez-Espindola, O., Abadie, A., & Truong, L. (2023). «Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework». *Human Resource Management Review*, 33(1), Article 100899.

Ciapanna, E., & Roma, G. (2020). *Connected Italy*. Banca d'Italia. https://doi.org/10.32057/0.QEF.2020.573

Ciapanna, E., & Sabbatini, D. (2008). «La Banda Larga in Italia». Banca d'Italia. *Questioni Di Economia e Finanzia*. https://doi.org/10.2139/ssrn.1357453

Cirillo, V., & Guarascio, D. (2015). «Jobs and Competitiveness in a Polarised Europe». *Intereconomics*, 50(3), 156-160. https://doi.org/10.1007/s10272-015-0536-0

Cobb-Clark, D.A. (2015). «Locus of control and the labor market». *IZA Journal of Labor Economics*, 4(3).

Colombari, R., Berbegal Mirabent, J., & Neirotti, P. (2024). «The impact of digitalization on production management practices: A multiple case study». In J. Bautista-Valhondo, M. Mateo-Doll, A. Lusa, & R. Pastor-Moreno (Eds.), *Proceedings of the 17th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (ICIEIM) - XXVII Congreso de Ingeniería de Organización (CIO2023) (Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 206).

Commission de l'Intelligence Artificielle. (2024). *IA: notre ambition pour la France*.

Confindustria. (2025). *Rapporto Assoknowledge 2025: Lo stato dell'Education delle imprese in Italia*.

Consiglio dell'Unione europea. (2022). «Raccomandazione del Consiglio del 16 giugno 2022 sui conti individuali di apprendimento (2022/C 243/03)», *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, C 243, 26.6.2022.

Cortes, G.M. (2015). «Where have the middle-wage workers gone? A study of polarization using panel data». *Journal of Labor Economics*, 34(1), 63-105. http://www.journals.uchicago.edu/t-and-c

Criado, J.I. (2009). «Europeanization of eGovernment policy. Institutional mechanisms and implications for public sector innovation». *Information Polity*, 14(4), 315-330. https://doi.org/10.3233/IP-2009-0192

Czarnitzki, D., Fernández, G., & Rammer, C. (2023). «Artificial intelligence and firm-level productivity». *Journal of Economic Behavior & Organization*, 211, 188-205.

D'Avanzo, W. (2023). *E-government e società del controllo: il lato oscuro del mondo digitale*. Edizioni Scientifiche Italiane.

Dalla Zuanna, A., Dottori, D., Gentili, E., & Lattanzio, S. (2024). *An assessment of occupational exposure to artificial intelligence in Italy* (Occasional Paper No. 878).

Damanpour, F., & Schneider, M. (2008). «Characteristics of Innovation and Innovation Adoption in Public Organizations: Assessing the Role of Managers». *Journal of Public Administration Research and Theory*, 19. https://doi.org/10.1093/jopart/mun021

Damioli, G., Van Roy, V., & Vertesy, D. (2021). «The impact of artificial intelligence on labor productivity». *Eurasian Business Review*, 11, 1-25.

Damioli, G., Van Roy, V., Vertesy, D., & Vivarelli, M. (2024). *Is Artificial Intelligence Generating a New Paradigm? Evidence from the Emerging Phase* (Discussion Paper Series No. 17183).

Datta, P., Walker, L., & Amarilli, F. (2020). «Digital transformation: Learning from Italy's public administration». *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 10(2), 54-71.

David, A., Yigitcanlar, T., Li, R.Y.M., Corchado, J.M., Cheong, P.H., Mossberger, K., & Mehmood, R. (2023). «Understanding Local Government Digital Technology Adoption Strategies: A PRISMA Review». *Sustainability*, 15(12), 9645. https://doi.org/10.3390/su15129645

de la Porte, C., & Jensen, M.D. (2021). «The next generation EU: An analysis of the dimensions of conflict behind the deal». *Social Policy & Administration*, 55(2), 388-402.

De Vries, H., Bekkers, V., & Tummers, L. (2016). «Innovation in the public sector: A systematic review and future research agenda». *Public Administration*, 94(1), 146-166.

De Vries, M.S. (2000). «The rise and fall of decentralization: A comparative analysis of arguments and practices in European countries», *European Journal of Political Research*, 38(2), 193-224. https://doi.org/10.1023/A:1007149327245

Dean, J.W., & Sharfman, M.P. (1993). «Procedural rationality in the strategic decision-making process». *Journal of Management Studies*, 30(4), 587-610.

Delfanti, A. (2019). «Machinic dispossession and augmented despotism: Digital work in an Amazon warehouse». *New Media & Society*, 23(1), 39-55.

Dell'Acqua, F., McFowland, E., III, Mollick, E.R., Lifshitz-Assaf, H., Kellogg, K., Rajendran, S., Krayer, L., Candelon, F., & Lakhani, K.R. (2023). *Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality*. Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013, The Wharton School Research Paper. https://ssrn.com/abstract=4573321. https://doi.org/10.2139/ssrn.4573321

Dell'Atti, L. (2016). *La Conferenza Stato-regioni: vizi e virtù di un organo a "geometria vatiabile"*. Associazione Italiana dei Costituzionalisti, 2. https://www.rivistaaic.it/it/rivista/ultimi-contributi-pubblicati/luca-dell-atti/la-conferenza-stato-regioni-vizi-e-virt-di-un-organo-a-geometria-variabile

Di Giulio, M., & Vecchi, G. (2023a). «How "institutionalization" can work. Structuring governance for digital transformation in Italy». *Review of Policy Research*, 40(3), 406-432.

Di Giulio, M., & Vecchi, G. (2023b). «Implementing digitalization in the public sector. Technologies, agency, and governance». *Public Policy and Administration*, 38(2), 133-158.

Di Giulio, M., & Vecchi, G. (2025). *Policy Making and the Digitalization of the Public Sector: Actors and Strategies in Italy*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-83955-9

Di Mascio, F., & Natalini, A. (2022). «La trasformazione digitale delle pubbliche amministrazioni». In Di Mascio & Natalini (Eds.), *Pubbliche amministrazioni. Tradizioni, paradigmi e percorsi di ricerca* (pp. 169-214). Il Mulino.

Dipartimento per la Trasformazione Digitale. (2023a). *Relazione sullo stato di attuazione del PNRR e della strategia Italia Digitale 2026*. Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Dipartimento per la Trasformazione Digitale. (2023b). *Strategia nazionale per le competenze digitali*. Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Dipartimento per la Trasformazione Digitale. (2024). *Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026*.

Dipartimento per la Trasformazione Digitale. (2025). *Italia digitale 2026*. https://innovazione.gov.it/italia-digitale-2026/

Dixon-Woods, M., Cavers, D., Agarwal, S., Annandale, E., Arthur, A., Harvey, J., Hsu, R., Katbamna, S., Olsen, R., Smith, L., Riley, R., & Sutton, A.J. (2006). «Conducting a critical interpretive synthesis of the literature on access to healthcare by vulnerable groups», in *BMC medical research methodology*, 6, 1-13.

Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). «New Public Management Is Dead-Long Live Digital-Era Governance». *Journal of Public Administration Research and Theory*, 16(3), 467-494. https://doi.org/10.1093/jopart/mui057

Díaz, B., Delgado, C., Han, K., & Lynch, C. (2025). *A scaffolding model for designing and implementing work integrated learning experiences based on the analysis of the university and company's arrangements*. Higher Education.

Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). *GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models*.

Emilia Romagna. (2025a). *Desier. Agenda Digitale dell'Emilia Romagna*. https://digitale.regione.emilia-romagna.it/progetti/desier

Ernst & Young, Parthenon. (2024). *The Impact of genAI on the Labour Market*.

European Commission. (2019). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2019 Country Report Italy*. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59897

European Commission. (2020). *Mergers: Commission clears acquisition of joint control over INWIT by Telecom Italia and Vodafone, subject to conditions*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_414

European Commission. (2021). *Recovery and Resilience Facility*. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility_en

European Commission. (2022). *Digital Economy and Society Index (until 2022)*. https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi-2022/charts

European Commission. (2023). *Digital Decade Country Report 2023 Italy*. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/country-reports-digital-decade-report-2023

European Commission. (2024). *Assessment of Lump Sum Funding in Horizon 2020 and Horizon Europe: Analysis of implementation data and feedback from surveys. European Commission*.

European Commission. (2025a). *Digitalisation in Europe. 2025 edition*. In https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2024#about-this-publication

European Commission. (2025b). *Education and Training Monitor 2025*. European Commission.

European Commission. (2025c). *Mid-term evaluation of the Recovery and Resilience Facility (RRF)*. https://commission.europa.eu/about/departments-and-executive-agencies/economic-and-financial-affairs/evaluation-reports-economic-and-financial-affairs-policies-and-spending-activities/mid-term-evaluation-recovery-and-resilience-facility-rrf_en

European Commission. (2025d). *Structural and investment funds*. https://commission.europa.eu/eu-regional-and-urban-development/financial-support-projects/structural-and-investment-funds_en

European Commission. (2026a). *Digital Decade DESI visualisation tool*. https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts

European Commission. (2026b). *Recovery and Resilience Plans-Reform Support*. https://reform-support.ec.europa.eu/what-we-do/recovery-and-resilience-plans_en

European Committee of the Regions. (2018). *Administrative capacity of local and regional authorities: Opportunities and challenges for structural reforms and a more effective European economic governance*. Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2863/68626

Eurostat. (2023). *ICT specialists - Statistics on hard-to-fill vacancies in enterprisper esempio*, Eurostat Statistics Explained.

Eurostat. (2024). *Digital skills in 2023: impact of education and age*. Luxembourg.

Eurostat. (2025a). *Households with access to the internet at home*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_r_iacc_h/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_i_reg

Eurostat. (2025b). *Households with broadband access*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_r_broad_h/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_i_reg

Eurostat. (2025c). *Individuals' level of digital skills (from 2021 onwards)*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_dskl_i21__custom_15341274/default/table?lang=en

Eurostat. (2025d). *Individuals who used the internet for interaction with public authorities*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_r_gov_i/default/table?lang=en&category=isoc.isoc_i.isoc_i_reg

Featherstone, M. (1987). «Lifestyle and Consumer Culture». *Theory, Culture & Society*, 4(1), 55-70.

Federiakin, D., Molerov, D., Zlatkin-Troitschanskaia, O., & Maur, A. (2024). «Prompt engineering as a new 21st century skill». *Frontiers Education*, 9, 1366434.

Feeney, M.K., & Brown, A. (2017). «Are small cities online? Content, ranking, and variation of U.S. municipal websiters», *Government Information Quarterly*, 34(1), 62-74. https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.10.005

Felten, E.W., Raj, M., & Seamans, R. (2018). *A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities*, AEA Papers and Proceedings, 108, 54-57. https://doi.org/10.1257/pandp.20181021

Felten, E.W., Raj, M., & Seamans, R. (2019). *The Variable Impact of Artificial Intelligence on Labor: The Role of Complementary Skills and Technologies*, SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3368605

Felten, E.W., Raj, M., & Seamans, R. (2023). «Occupational Heterogeneity in Exposure to Generative AI». *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4414065

Fernández-Macías, E. (2012). «Job Polarization in Europe? Changes in the Employment Structure and Job Quality, 1995-2007». *Work and Occupations*, 39(2), 157-182. https://doi.org/10.1177/0730888411427078

Ferrera, M., & Gualmini, E. (2000). «Italy rescue from without?» In *Welfare and work in the open economy: Vol. II. Diverse responses to common challenges in twelve countries* (pp. 351-398). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/0199240922.003.0008

Ferri, V., Porcelli, R., & Fenoaltea, E.M. (2024). *Lavoro e Intelligenza artificiale in Italia: tra opportunità e rischio di sostituzione* (INAPP Working Paper No. 125).

ForumPA. (2024). *ICity Rank 2024: Ecco le 8 città più digitali d'Italia. FPA*. https://www.forumpa.it/citta-territori/icity-rank-2024-ecco-le-otto-citta-piu-digitali-ditalia/

Fossen, F.M., & Sorgner, A. (2022). «New digital technologies and heterogeneous wage and employment dynamics in the United States: Evidence from individual-level data». *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121381. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121381

Galligani, I., & Natali, D. (2024). «Verso la Robotica in Sanità? Il caso toscano tra fattori facilitanti e inibenti», *Politiche sociali*. https://rivisteweb.it/doi/10.7389/117275

Gascó-Hernández, M. (2024). «Reflection on three decades of digital transformation in local governments». *Local Government Studies*, 1028-1040.

Gascó-Hernández, M., Nasi, G., Cucciniello, M., & Hiedemann, A.M. (2022). *The role of organizational capacity to foster digital transformation in local governments: The case of three European smart cities*, Urban Governance.

Gascó-Hernández, M., Martin, E.G., Reggi, L., Pyo, L., & Luna-Reyes, L.F. (2018). «Promoting the use of open government data: Cases of training and engagement». *Government Information Quarterly*, 35(2), 233-242. https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.01.003

Gazzetta Ufficiale. (2001a). DECRETO-LEGGE 23 gennaio 2001, n. 5. https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=2001-01-24&atto.codiceRedazionale=001G0034&elenco30giorni=false

Gazzetta Ufficiale. (2001b). LEGGE COSTITUZIONALE 18 ottobre 2001, n. 3. https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2001/10/24/001G0430/sg

Gazzetta Ufficiale. (2005). DECRETO LEGISLATIVO 7 marzo 2005, n. 82. https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/amministrazioneDigitale

Genz, S., Terry, G., Janser, M., Lehmer, F., & Matthes, B. (2021). *How Do Workers Adjust When Firms Adopt New Technologies?* (IZA Discussion Papers No. 14626).

Georgieff, A., & Hyee, R. (2022). «Artificial Intelligence and Employment: New Cross-Country Evidence». *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. https://doi.org/10.3389/frai.2022.832736

Gi Group. (2024). *Nuovi Modi di Lavorare: Ruoli e Competenze nell'era dell'IA Generativa*.

Gil-García, J.R., & Pardo, T.A. (2005). «E-government success factors: Mapping practical tools to theoretical foundations». *Government Information Quarterly*, 22(2), 187-216. https://doi.org/10.1016/j.giq.2005.02.001

Gmyrek, P., Berg, J., & Bescond, D. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality* (ILO Working Paper No. 96). ILO. https://doi.org/10.54394/FHEM8239

Goldin, C., & Katz, L.F. (1998). «The Origins of Technology-Skill Complementarity». *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 693-732.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.

Grennan, J., & Michaely, R. (2020). «Artificial Intelligence and High-Skilled Work: Evidence from Analysts». *SSRN Electronic Journal*.

Grönlund, Å., & Horan, T. (2004). «Introducing e-Gov: History, Definitions, and Issues», *Communications of the Association for Information Systems*, 15, 713-729. https://doi.org/10.17705/1CAIS.01539

Guarascio, D., Reljic, J., & Stöllinger, R. (2024). *Diverging Paths: AI Exposure and Employment across European Regions. Structural Change and Economic Dynamics*. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.12.010

Güner, D., & Sekut, K. (2023). *Promoting STEM skills: a brief assessment of French individual learning accounts*. Bruegel Institute.

Haddoud, M.Y., Kock, N., Onjewu, A.-K.E., Jafari-Sadeghi, V., & Jones, P. (2023). «Technology, innovation and SMEs' export intensity: Evidence from Morocco». *Technological Forecasting & Social Change*, 191.

Hall, P.A. (2022). «The Shifting Relationship between Post-War Capitalism and Democracy (The Government and Opposition /Leonard Schapiro Lecture, 2021)». *Government and Opposition*, 57(1), 1-30. https://doi.org/10.1017/gov.2021.35

Hansen, E.B., & Bøgh, S. (2021). «Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey». *Journal of Manufacturing Systems*, 58(B), 362-372.

Haslberger, M., Gingrich, J., & Bhatia, J. (2023). *No great equalizer: Experimental evidence on AI in the UK labor market*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4594466

Hassel, A., & Palier, B. (Eds.) (2020). *Growth and Welfare in Advanced Capitalist Economies*, Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198866176.001.0001

Haug, N., Dan, S., & Mergel, I. (2024). «Digitally-induced change in the public sector: a systematic review and research agenda». *Public Management Review*, 1-25.

Hellberg, A.S., & Grönlund, Å. (2013). «Conflicts in implementing interoperability: Re-operationalizing basic values», *Government Information Quarterly*, 30(2), 154-162.

Hooghe, L., Marks, G., & Schakel, A. (2010). *The rise of regional authority: A comparative study of 42 democracies*, London, Routledge.

Hosseini Maasoum, S.M., & Lichtinger, G. (2025). *Generative AI as Seniority-Biased Technological Change: Evidence from U.S. Résumé and Job Posting Data*. https://ssrn.com/abstract=5425555. https://doi.org/10.2139/ssrn.5425555

Humlum, A. Vestergaard, E. (2025). *Large Language Models, Small Labor Market Effects*. University of Chicago, Becker Friedman Institute for Economics Working Paper No. 2025-56. https://ssrn.com/abstract=5219933. https://doi.org/10.2139/ssrn.5219933

Hunt, W., Sarkar, S., & Warhurst, C. (2022). «Measuring the impact of AI on jobs at the organization level: Lessons from a survey of UK business leaders». *Research Policy*, 51(2), 104425. https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104425

Iermakova, O. (2022). «Mechanisms of Implementing Regional Policy for Cooperation in the Sphere of Innovation Based on the Stimulation of Innovation Demand and Supply». *Science and Innovation*, 18(2), 16-29. https://doi.org/10.15407/scine18.02.016

ILO. (2022). *The Algorithmic Management of work and its implications in different contexts*.

INAPP. (2025). *XXIV Rapporto sulla Formazione Continua Annualità 2023-2024*. Roma.

INDIRE. (2025). *Istituti Tecnologici Superiori. Monitoraggio nazionale 2025*. Firenze.

Infratel. (2011). *Piano Nazionale Banda Larga*. https://www.infratelitalia.it/-/media/infratel/documents/normativa/testo-integrale-piano-nazionale-banda-larga.pdf?la=it-it&hash=B4DAD88A3BF6BFEC5AF209E25513830E7F8AEADA

Issa Alhusban, M., Alshuraf, H., & Khatatbeth, I.N. (2025). «Exploring professional perspectives on integrating generative artificial intelligence into corporate learning and development: an organizational change perspective. Development and Learning in Organizations». *An International Journal* 39 (2): 21–24.

Istat. (2023). *Cittadini e ICT. Anno 2023*. https://www.istat.it/comunicato-stampa/cittadini-e-ict-anno-2023/

Istat. (2024). *Rapporto sulle Istituzioni Pubbliche 2024. Caratteristiche e cambiamenti dal Terzo Censimento Permanente*. Istituto Nazionale di Statistica.

Italia Domani. (2021). *National Recovery and Resilience Plan*. https://www.italiadomani.gov.it:443/content/sogei-ng/it/en/strumenti/documenti/archivio-documenti/national-recovery-and-reslieince-plan.html

Italian Ministry of Education. (2015). *Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)*. https://www.istruzione.it/scuola_digitale/allegati/Materiali/pnsd-layout-30.10-WEB.pdf

Italian Ministry of Enterprises and Made in Italy. (2025). *Dashboard voucher famiglie*. https://bandaultralarga.italia.it/scuole-voucher/dashboard-voucher/

Iversen, T., & Soskice, D. (2019). *Democracy and Prosperity Reinventing Capitalism through a Turbulent Century*. Princeton University Press.

Jeffery, C. (2006). «Devolution and Local Government». *Publius-the Journal of Federalism*. PUBLIUS-J FED, 36, 57-73. https://doi.org/10.1093/publius/pjj009

Kawabata, M.K., & Camargo Jr, A.S. (2023). «E-government Innovation Initiatives in Public Administration: A Systematic Literature Review and a Research Agenda». *Administration & Society*, 55(9), 1758-1790.

Keating, M. (1998). *The New Regionalism in Western Europe*. Books. https://ideas.repec.org//b/elg/eebook/1193.html

Keynes, J.M. (2010). «Economic possibilities for our grandchildren». In *Essays in persuasion* (pp. 321-332). Palgrave Macmillan.

Klein Teeselink, B. (2025). *Generative AI and Labor Market Outcomes: Evidence from the United Kingdom*. https://ssrn.com/abstract=5516798. https://doi.org/10.2139/ssrn.5516798

Klein, M.M., Biehl, S.S., & Friedli, T. (2018). «Barriers to smart services for manufacturing companies - an exploratory study in the capital goods industry». *Journal of Business & Industrial Marketing*, 33(6), 846-856. https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2015-0204

Klenert, D., Fernández-Macías, E., & Antón, J.I. (2022). «Do robots really destroy jobs? Evidence from Europe». *Economic and Industrial Democracy*, 44(1), 280-316. https://doi.org/10.1177/0143831X211068891

Korzynski, P., Mazurek, G., Krzypkowska, P., & Kurasinski, A. (2023). «Artificial intelligence prompt engineering as a new digital competence: Analysis of generative AI technologies such as ChatGPT». *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 11(3), 25-37. https://doi.org/10.15678/EBER.2023.110302

Kovács, T.Z., & Bittner, B. (2022). «Examination of the category of digitalisation of public services in the Digital Economy and Society Index among the Eastern Enlargement of EU». *International Scientific Journal Industry*, 7, 30-32.

Kovács, T.Z., Bittner, B., Huzsvai, L., & Nábrádi, A. (2022a). «Convergence and the Matthew Effect in the European Union Based on the DESI Index». *Mathematics*, 10(4), 613. https://doi.org/10.3390/math10040613

Kovács, T.Z., Bittner, B., Nagy, A.S., & Nábrádi, A. (2022b). «Digital transformation of human capital in the EU according to the DESI index». *Issues in Information Systems*, 23(4), 293-311. https://doi.org/10.48009/4_iis_2022_125

Kuhler, J., Polzer, T., Proeller, I., Kuhlmann, S., & Marienfeldt, J. (2025). «Unpacking Approaches to Digitalization Strategy». *Public Administration*, 1-13.

Kuhlmann, S., & Heuberger, M. (2023). «Digital transformation going local: implementation, impacts and constraints from a German perspective». *Public Money & Management*, 43(2), 147-155.

Kumar, P.S. (2024). *TECHNOSTRESS: A comprehensive literature review on dimensions, impacts, and management strategies*, Computers in Human Behavior Reports, 16.

Kunstelj, M., & Vintar, M. (2004). «Evaluating the progress of e-government development: A critical analysis». *Information Polity*, 9(3/4), 131-148. https://doi.org/10.3233/IP-2004-0055

Kurer, T., & Gallego, A. (2019). «Distributional consequences of technological change: Worker-level evidence». *Research and Politics*, 6(1), 1-9. https://doi.org/10.1177/2053168018822142

König, P.D., Wurster, S., & Siewert, M.B. (2023). «Sustainability challenges of artificial intelligence and Citizens' regulatory preferences», *Government Information Quarterly*, 40(4), 101863. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101863

Küstermann, L. (2025). «Upgrading jobs for all: How welfare states shape differences in life satisfaction between the winners and losers of structural change». *Socio-Economic Review*, 23(4), 1895–1921.

Labartino, G., Mazzolari, F., & Morleo, G. (2025). *Indagine Confindustria sul lavoro del 2025*. Nota dal CSC n. 4-25.

Lane, M., & Saint-Martin, A. (2021). *The impact of Artificial Intelligence on the labour market*. https://doi.org/10.1787/7c895724-en

Lanzalaco, L., & Prontera, A. (2012). *Politiche Pubbliche Comparate*. Il mulino.

Latupeirissa, J.J.P., Dewi, N.L.Y., Prayana, I.K.R., Srikandi, M.B., Ramadiansyah, S.A., & Pramana, I.B.G.A.Y. (2024). «Transforming Public Service Delivery: A Comprehensive Review of Digitization Initiatives», *Comprehensive Review of Digitization Initiatives, Sustainability*, 16(7). https://doi.org/10.3390/su16072818

Leitao, P., Geraldes, C.A.S., Fernandes, F.P., & Badikyan, H. (2020). *Analysis of the Workforce Skills for the Factories of the Future*. 2020 IEEE Conference on Industrial Cyberphysical Systems (ICPS), 353-358. https://doi.org/10.1109/ICPS48405.2020.9274757

Lombardia Region. (2025). *Digitalizzazione della Lombardia. PoliS Lombardia*. https://www.polis.lombardia.it/wps/portal/site/polis/DettaglioRedazionale/pubblicazioni/studi-e-documenti/polis+2022/210418ist-digitalizzazione-lombardia-cr-ed202203

Loureiro, S.M.C., Bilro, R.G., & Neto, D. (2023). «Working with AI: can stress bring happiness?». *Service Business* 17, 233-255.

Mahida, D., & Ramadas, S. (2017). *Principal component analysis (PCA) based indexing*. ICAR Indian Institute of Wheat and Barley Research.

Margetts, H., & Dunleavy, P. (2013). «The second wave of digital-era governance: A quasi-paradigm for government on the Web». *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 371(1987), 20120382. https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0382

Marienfeldt, J., Wehmeier, L.M., & Kuhlmann, S. (2024). «Top-down or bottom-up digital transformation? A comparison of institutional changes and outcomes», *Public Money & Management*.

Mason, G., & Zilio, P. (2019). *La comunicazione digitale per la PA: scrivere testi efficaci in siti, app e social network della pubblica amministrazione*. Maggioli Editore.

McKinsey. (2025). *The next innovation revolution-powered by AI*. QuantumBlack, AI by McKinsey.

Meijer, A., Rodríguez Bolívar, M.P., & Gil-Garcia, J.R. (2018). «From E-government to Digital Era Governance and Beyond: Lessons from 15 Years of Research into Information and Communications Technology in the Public Sector». *Journal of Public Administration Research and Theory, Virtual Issue.*

Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). «Defining digital transformation: Results from expert interviews». *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002

Milanez, A. (2023). *The Impact of AI on the Workplace: Evidence from OECD Case Studies of AI Implementation*. https://doi.org/10.1787/2247ce58-en

Mingo, I., & Bracciale, R. (2018). «The Matthew Effect in the Italian Digital Context: The Progressive Marginalisation of the "Poor"». *Social Indicator Research*, 135(2), 629-659.

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. (2026). *Verso l'Osservatorio sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale nel mondo del lavoro*. Raccolta di contributi a supporto dell'avvio dei lavori dell'Osservatorio.

Montobbio, F., Staccioli, J., Virgillito, M.E., & Vivarelli, M. (2024). «The empirics of technology, employment and occupations: Lessons learned and challenges ahead». *Journal of Economic Surveys*, 38(5), 1622-1655. https://doi.org/10.1111/joper esempio,12601

Moon, M.J. (2002). «The Evolution of E-government among Municipalities: Rhetoric or Reality?». *Public Administration Review*, 62(4), 424-433. https://doi.org/10.1111/0033-3352.00196

Mora, L., Gerli, P., Ardito, L., & Petruzzelli, A.M. (2023). «Smart city governance from an innovation management perspective: Theoretical framing, review of current practices, and future research agenda». *Technovation*, 123, 102717.

Moreno-Enguix, M.D.R., Lorente-Bayona, L.V., & Gras-Gil, E. (2019). «Can E-government Serve as a Tool for Public Authorities to Manage Public Resources More Efficiently?». *Journal of Global Information Management*, 27(2). https://doi.org/10.4018/JGIM.2019040107

Morgeson, F.V.I. (2012). *E-government performance measurement: A citizen-centric approach in theory and practice* (Y.-C. Chen & P.-Y. Chu, Eds.). IGI Global.

Mountasser, T., & Abdellatif, M. (2023). «Digital Transformation in Public Administration: A Systematic Literature Review». *International Journal of Professional Business Review*, 8, e02372.

Murnane, R.J., Willett, J.B., & Levy, F. (1995). «The growing importance of cognitive skills in wage determination». *The Review of Economics and Statistics*, 77(2), 251-266.

Musella, F., & Reda, V. (2023). «The 'great re-skilling' e la formazione digitale per la PA». *Sinappsi*, XIII, n.3, 6-19.

Nam, T. (2019). «Does E-government Raise Effectiveness and Efficiency? Examining the Cross-National Effect». *Journal of Global Information Management*, 27(3). https://doi.org/10.4018/JGIM.2019070107

Nasi, G., Cucciniello, M., & Degara, V. (2018). «Evaluation of innovation performance in the public sector: A systematic review of studies». In E. Borgonovi, E. Anessi-Pessina, & C. Bianchi (Eds.), *Outcome-based performance management in the public sector* (Vol. 2, pp. 203-224). Springer.

Nasi, G., Frosini, F., & Cristofoli, D. (2011). «Online Service Provision: Are Municipalities Really Innovative? The Case of Larger Municipalities in Italy». *Public Administration*, 89(3), 821-839.

NetConsulting. (2024). *CIO Survey*.

Nguyen, M.L., & Nydal, A.R. (2020). *A study of artificial intelligence in relation to organizational change*. Norwegian Business School.

Nica, E. (2023). «Exploring the Role of Artificial Intelligence in Shaping and Advancing Workforce Skills within Manufacturing Industries». *Psychological Issues in Human Resource Management*, 11(1), 22-51.

Nicoli, F., Burgoon, B., Sacchi, S., & Buzzelli, G. (2025). «Labour market risks and preferences for EU unemployment insurance: the effect of automation, globalization, and migration concerns». *European Political Science Review*, 17(3), 449-469. https://doi.org/10.1017/S1755773924000316

Noordt, C.V., Medaglia, R., & Misuraca, G. (2020). «Stimulating the Uptake of AI in Public Administrations: Overview and Comparison of AI Strategies of European Member States», In S. Virkar, M. Janssen, I. Lindgren, U. Melin, F. Mureddu, P. Parycek, E. Tambouris, G. Schwabe, & H.J. Scholl (Eds.), *Proceedings of Ongoing Research, Practitioners, Workshops, Posters, and Projects of the International Conference EGOV-CeDEM-ePart 2020*. Digital Government Society. https://research.cbs.dk/en/publications/stimulating-the-uptake-of-ai-in-public-administrations-overview-a/

Nordhaus, W.D. (2007). «Two Centuries of Productivity Growth in Computing». *The Journal of Economic History*, 67(1), 128-159. https://doi.org/10.1017/S0022050707000058

Noy, S., & Zhang, W. (2023). «Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence». *Science*, 381, 187-192.

OECD. (2020a). *OECD Employment Outlook 2020. Worker Security and the COVID-19 Crisis*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1686c758-en

OECD. (2020b). *Strengthening Governance of EU Funds under Cohesion Policy: Administrative Capacity Building Roadmaps*. OECD Multi-Level Governance Studies, https://doi.org/10.1787/9b71c8d8-en

OECD. (2021). *Micro-credential innovations in higher education: Who, What and Why?*. OECD Education Policy Perspectives, No. 39). OECD Publishing.

OECD. (2023). *OECD Employment Outlook 2023. Artificial Intelligence and the Labour Market*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/08785bba-en

OECD. (2025a). *The Adoption of Artificial Intelligence in Firms: New Evidence for Policymaking*, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/f9ef33c3-en

OECD. (2025b). *Advancing Adult Skills through Individual Learning Accounts: A Step-by-Step Guide for Policymakers*, Getting Skills Right, OECD Publishing.

OECD. (2025c). *Digital Government Index | Society Indicators*. OECD Going Digital Toolkit. https://goingdigital.oecd.org/en/indicator/58

OECD/UNESCO. (2024). *G7 toolkit for artificial intelligence in the public sector: Report prepared for the 2024 Italian G7 presidency and the G7 digital and tech working group*.

Oesch, D., & Rodriguez Menes, J. (2011). «Upgrading or polarization? Occupational change in Britain, Germany, Spain and Switzerland, 1990-2008». *Socio-Economic Review*, 9(3), 503-531. https://doi.org/10.1093/ser/mwq029

Office for National Statistics (ONS). (2025). *Management practices and the adoption of technology and artificial intelligence in UK firms: 2023*. ONS.

Olivanti, F., & Gastaldi, L. (2024). «Evaluating Digital Skills Policies: Assessing the Potential Impact of Outreach Programs in Italy». *Telecommunications Policy*, 48(8).

Open Government of Catalunya. (2025). *Digital Maturity Index 2023*. https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNzY3ODU2N2EtYjI1Ny00NmJlLWI2MWMtNGNiMD-

MyZmQ2ZGUyIiwidCI6IjM3YThhMGI5LTE4NzQtNGU1ZC1iMWY1LTExM-DQwYzFjMDdmYyIsImMiOjl9

Osservatorio Agenda Digitale. (2023). *Rapporto annuale sulla trasformazione digitale in Italia*. Politecnico di Milano, School of Management.

Osservatorio Digital Innovation, Politecnico di Milano. (2023). *La digitalizzazione della PA in Italia: tra PNRR e sfide organizzative*. Polimi School of Management.

Parolin, Z. (2020). «Automation, Occupational Earnings Trends, and the Moderating Role of Organized Labor». *Social Forces*, 99(3), 921-945. https://doi.org/10.1093/sf/soaa032

Pech, M., & Vaněček, D. (2022). «Barriers of new technology introduction and disadvantages of industry 4.0 for industrial enterprises», *Serbian Journal of Management*, 17(1), 197-206. https://doi.org/10.5937/sjm17-30453

Peillon, S., & Dubruc, N. (2019). *Barriers to digital servitization in French manufacturing SMEs*, Procedia CIRP, 83, 146-150.

Pellegrin, J., & Colnot, L. (2023). «Digitalisation in a Multilevel Governance Context: The Case of Cohesion Policy». In F. Teles, C. Rodrigues, F. Ramos, & A. Botelho (Eds.), *Territorial Innovation in Less Developed Regions: Governance, Technologies, and Sustainability* (pp. 141-161). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20577-4_7

Petticrew, M., Knai, C., Thomas, J., Rehfuess, E.A., Noyes, J., Gerhardus, A., Grimshaw, J. M., Rutter, H., & McGill, E. (2019). «Implications of a complexity perspective for systematic reviews and guideline development in health decision making». *BMJ Global Health*, 4, Article e000899.

Picucci, A., & Xilo, G. (2019). «Il personale comunale nelle 72 aree SNAI: tendenze e criticità». In *FORMEZ PA, L'associazionismo intercomunale nelle aree interne*, Roma, 45-58.

Piemonte Region. (2022). *DESI Index 2022. OICT Piemonte*. https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDQ0MThjMTMtZWI1MC00ZWFhLTg4ZDktNzNiMjk3ZGY4NzgxIiwidCI6IjA4M2IzZjU2LWVhYzQtNDM0Mi1hNDk5LWI5MDBkNTMxMDkyMyIsImMiOjh9

Pizzinelli, C., Panton, A., Tavares, M.M., Cazzaniga, M., & Li, L. (2023). *Labor market exposure to AI: Cross-country differences and distributional implication* (IMF Working Paper No. 23/216).

Polacchini, F. (2016). «La funzione di raccordo della Conferenza Stato-Regioni: Ipotesi ricostruttive in prospettiva del perfezionamento del procedimento di revisione costituzionale». *Federalismi.it*, 22. https://www.federalismi.it/nv14/articolo-documento.cfm?Artid=32746

Polas, M.R.H., Afshar Jahanshahi, A., Kabir, A.I., Sohel-Uz-Zaman, A.S.M., Osman, A.R., & Karim, R. (2022). «Artificial intelligence, blockchain technology, and risk-taking behavior in the 4.0IR metaverse era: Evidence from Bangladesh-based SMEs», *Journal of Open Innovation*, 8(3), 168.

Polese, F., & Megaro, A. (2023). «L'Impatto dell'IA Generativa sui Processi di Knowledge Management. Potenzialità e Rischi di ChatGPT». *FOR - Rivista per la Formazione*, 2, 22-27.

Politecnico di Milano. (2018). *Stato di attuazione dell'Agenda Digitale*. https://www.osservatori.net/report/?view=cards&osservatori=1250

Politecnico di Milano. (2020). *Il posizionamento dell'Italia e delle sue regioni sul DESI 2020*. https://www.osservatori.net/report/?view=cards&osservatori=1250

Politecnico di Milano. (2021). *Il posizionamento dell'Italia e delle sue regioni sul DESI 2021*. https://www.osservatori.net/report/?view=cards&osservatori=1250

Politecnico di Milano. (2022). *Il posizionamento dell'Italia e delle sue regioni sul DESI 2022*. https://www.osservatori.net/report/?view=cards&osservatori=1250

Potluka, O., Harten, S., Kocks, A., & Dvorak, J. (2025). «Digitalization in evaluations and evaluations of digitalization: The changing landscape of evaluations». *Evaluation*, 31(3), 289-302. https://doi.org/10.1177/13563890251357650

Powell, W.W., & Snellman, K. (2004). «The Knowledge Economy». *Annual Review of Sociology*, 30(1), 199-220. https://doi.org/10.1146/annurev.soc.29.010202.100037

Presidenza del Consiglio dei Ministri. (2015). *Strategia per la crescita digitale 2014-2020*. https://www.governo.it/sites/governo.it/files/strategia_crescita_digitale.pdf

Reggi, L., Arduini, D., Biagetti, M., & Zanfei, A. (2014). «How advanced are Italian regions in terms of public e-services? The construction of a composite indicator to analyze patterns of innovation diffusion in the public sector». *Telecommunications Policy*, 38, 514-529. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.12.005

Regione Emilia-Romagna. (2020). *Data Valley Bene Comune: La strategia dell'Agenda Digitale 2020-2025*. Delibera di Giunta Regionale.

Regione Emilia-Romagna. (2025a). *Agenda Digitale 2025-2029*, Delibera di Giunta Regionale.

Regione Emilia-Romagna. (2025c). *Relazione sullo stato di attuazione del Piano Banda Ultra Larga e dei progetti PNRR nel territorio regionale*. Atti dell'Assemblea Legislativa.

Regione Toscana. (2023). *Agenda Digitale della Regione Toscana*.

Regione Toscana. (2024). *Rapporto sullo stato della connettività e dell'innovazione tecnologica nel territorio regionale*. Centro Direzionale Regione Toscana.

Rudko, I., Bashirpour Bonab, A., & Bellini, F. (2021). «Organizational Structure and Artificial Intelligence. Modeling the Intraorganizational Response to the AI Contingency». *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 16, 2341-2364.

Ruggiu, I. (2006). *Contro la Camera delle Regioni. Istituzioni e prassi della rappresentanza territoriale*. Jovene Editore.

Sacchi, S., & Scarano, G. (2025). «Digital transformation of public employment services in the post-pandemic era. Evidence from Italy as a latecomer country». *Australian Journal of Social Issues*, 60(2), 456-472. https://doi.org/10.1002/ajs4.385

Sacchi, S., Guarascio, D., & Vannutelli, S. (2019). «Esposizione al rischio di disoccupazione tecnologica e politiche redistributive», *Stato e mercato*, 1,125-156.

Saigí-Rubió, F., Borges do Nascimento, I.J., Robles, N., Ivanovska, K., Katz, C., Azzopardi-Muscat, N., & Novillo Ortiz, D. (2022). «The current status of telemedi-

cine technology use across the World Health Organization European Region: An overview of systematic reviews». *Journal of Medical Internet Research*, 24(10), Article e40877. https://doi.org/10.2196/40877

Saniuk, S. (2019). *The concept of utilizing SMEs network e-business platforms for customised production in the Industry 4.0 perspective* (Organization and Management Series No. 136). https://doi.org/10.29119/1641-3466.2019.136.40

Saniuk, S., & Grabowska, S. (2021). «The Concept of Cyber-Physical Networks of Small and Medium Enterprises under Personalized Manufacturing». *Energies*, 14(17), 5273. https://doi.org/10.3390/en14175273

Sapkota, R., Roumeliotis, K.I., & Karkee, M. (2025). *Vibe coding vs. agentic coding: Fundamentals and practical implications of agentic AI*. [Preprint]. arXiv.

Savoldelli, A., Codagnone, C., & Misuraca, G. (2014). «Understanding the e-government paradox: Learning from literature and practice on barriers to adoption». *Government Information Quarterly*, 31, S63-S71.

Schultheiss, T., Pfister, C., Gnehm, A.-S., & Backes-Gellner, U. (2023). «Education expansion and high-skill job opportunities for workers: Does a rising tide lift all boats?» *Labour Economics*, 82, 102354. https://doi.org/10.1016/j.labeco.2023.102354

Schumpeter, J.A. (1961). *The Theory of Economic Development*. Oxford University Press.

Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.

Sergeyuk, A., Golubev, Y., Bryksin, T., & Ahmed, I. (2025). «Using AI-based coding assistants in practice: State of affairs, perceptions, and ways forward». *Information and Software Technology*, 178, 107610.

Seri, P., & Zanfei, A. (2013). «The co-evolution of ICT, skills and organization in public administrations: Evidence from new European country-level data». *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 160-176. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2013.07.003

Short, C.E., & Short, J.C. (2023). «The artificially intelligent entrepreneur: ChatGPT, prompt engineering, and entrepreneurial rhetoric creation». *Journal of Business Venturing Insights*, 19, e00388. https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2023.e00388

Skargren, F., & Garcia Ambrosiani, K. (2022). «The practitioners guide to a digital index: Unearthing design-principles of an abstract artefact». *Information Polity*, 27(1), 21-41. https://doi.org/10.3233/IP-200262

Smith, G. (2018). *The AI Delusion*. Oxford University Press.

Snyder, H. (2019). «Literature review as a research methodology: An overview and guidelines», *Journal of Business Research*, 104, 333-339. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319304564?via%3Dihub

Ștefan, U.R., Ioana, M.A., & Radu, O.D. (2025). «The Role of European Funds in Accelerating Digitalization and Human Capital Development: Impact on Poverty Reduction and Economic Growth». *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 19(1), 4708-4723.

Steinbach, M., Sieweke, J., & Süß, S. (2019). «The diffusion of e-participation in public administrations: A systematic literature review». *Journal of Organizational Compu-*

ting and Electronic Commerce, 29(2), 61-95. https://doi.org/10.1080/10919392.2019.1552749

Suri, P.K. & Sushil. (2017). *Measuring E-Governance Performance. Strategic Planning and Implementation of E-Governance. Flexible Systems Management*.

Sutton, A. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. Los Angeles, CA: Sage Publications.

Święcicki, I. (2022). *How to measure the Digital Decade, recommendations for an evolution of the DESI index*. Policy Paper No. 5.

Szajt, M., Smoląg, K., Chomiak-Orsa, I. (2024). «Digitization in European Union countries: Convergence analysis based on DESI». *Procedia Computer Science*, 246, 5448-5457.

Terlizzi, A. (2021). «The digitalization of the public sector: a systematic literature review». *Rivista italiana di politiche pubbliche*, 16(1), 5-38.

The European House Ambrosetti. (2023). *AI 4 Italy. Impatti e prospettive dell'Intelligenza Artificiale Generativa per l'Italia ed il Made in Italy*.

Tolan, S., Pesole, A., Martínez-Plumed, F., Fernández-Macías, E., Hernández-Orallo, J., & Gómez, E. (2021). «Measuring the occupational impact of AI: tasks, cognitive abilities and AI benchmarks». *Journal of Artificial Intelligence Research*, 71, 191-236. https://github.com/nandomp/AIlabour

Tolbert, C.J., Mossberger, K., & McNeal, R. (2008). «Institutions, Policy Innovation, and E-government in the American States», *Public Administration Review*, 68, 549-563. https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2008.00890

Tomaževič, N., Murko, E., & Aristovnik, A. (2024). «Organisational enablers of artificial intelligence adoption in public institutions: A systematic literature review». *Central European Public Administration Review*, 22(1), 109-138.

Torn, I.A.R., & Vaneker, T.H.J. (2019). «Mass Personalization with Industry 4.0 by SMEs: a concept for collaborative networks». *Procedia Manufacturing*, 28, 135-141. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.12.022

Traversa, S., & Ivaldi, E. (2025). «eGovernment Implementation in Italy. Regional Index for NRRP Goals Evaluation». *Social Indicators Research*, 178(3), 1125-1144. https://doi.org/10.1007/s11205-024-03361-4

Traversa, S., Ciacci, A., Ivaldi, E., & González-Relaño, R. (2022). «Measuring the digital gap in Italy: A NUTS-2 level index». In R. Chandra Das (Ed.), *Globalization, income distribution and sustainable development* (pp. 265-281). Emerald Publishing Limited.

Truxillo, D.M., Bauer, T.N., & Erdogan, B. (2021). *Psicologia del Lavoro e delle Organizzazioni*. UTET Università.

Tucker, C. (2019). «Privacy, Algorithms, and Artificial Intelligence». In Agrawal A., Gans, J., Goldfarb, A. (2019). *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, 423 - 437.

Unioncamere & Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. (2025). *Le competenze digitali: Analisi della domanda di competenze digitali nelle imprese, indagine 2025* (Sistema Informativo Excelsior 2025). Unioncamere, Roma.

United Nations. (2025). *E-government Development Index. E-government Development Index*. https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/About/Overview/-E-Government-Development-Index

Ushaka Adie, A., Tate, M., & Valentine, E. (2024). «Digital leadership in the public sector: A scoping review and outlook». *International Review of Public Administration*, 42-58.

Verdin, R., O'Reilly, J., & McDonnell, A. (2023). *Digital Welfare Ecosystems in Europe: Social protection systems preventing social exclusion and enhancing opportunities to participate in the digital economy*. EUROSHIP Working Paper. https://euroship-research.eu/wp-content/uploads/2023/02/EUROSHIP-Working-Paper-No.-23-1.pdf

Waldman-Brown, A. (2020). «Redeployment or robocalypse? Workers and automation in Ohio manufacturing SMEs», *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), 99-115. https://doi.org/10.1093/cjres/rsz027

Wang, P. (2019). «On Defining Artificial Intelligence». *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1-37. https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002

Weber, M. (2003). *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*. Dover Publications.

Welch, E.W., Feeney, M.K., & Park, C.H. (2016). «Determinants of data sharing in U.S. city governments». *Government Information Quarterly*, 33(3), 393-403. https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.07.002

Wilson, J.H., Daugherty, P.R., & Morini-Bianzino, N. (2017). «The Jobs That Artificial Intelligence Will Create». *MIT Sloan Management Review*.

Wirtz, B.W., Weyerer, J.C., Thomas, M.J., & Möller, A. (2017). «E-government implementation: Theoretical aspects and empirical evidence». *Public Organization Review*, 17, 101-120.

Wood, A.J. (2021). *Algorithmic management consequences for work organization and working conditions*. European Commission, Joint Research Centre (JRC), Working Papers Series on Labour, Education and Technology, No. 2021/07.

World Bank. (2025b). *GTMI. World Bank*. https://www.worldbank.org/en/programs/govtech/gtmi

Yildiz, M. (2007). «E-government research: Reviewing the literature, Limitations, and Ways Forward». *Government Information Quarterly*, 24(3), 646-665. https://doi.org/10.1016/j.giq.2007.01.002

Zhang, B., & Dafoe, A. (2019). *Artificial intelligence: American attitudes and trends* (SSRN Working Paper No. 3312874).

Zwetsloot, R., Heston, R., & Arnold, Z. (2019). *Strengthening the US AI workforce*. Center for Security and Emerging Technology.

APPENDICE

Tabella A1 **Rassegne sistematiche su digitalizzazione e pubblica amministrazione**

Rassegne sul governo digitale	Anno	Focus territoriale	Tema	Metodo
Barcevičius *et al.*	2019	Europa	Digital government in EU	Rassegna sistematica
David *et al.*	2023	worldwide	Local Government Digital Technology Adoption Strategies	PRISMA
Haug *et al.*	2024	worldwide	Digitally-induced change in the public sector	PRISMA
Kawabata & Camargo	2023	worldwide	E-government Innovation Initiatives in Public Administration	Rassegna sistematica
Mountasser & Abdellatif	2023	worldwide	Digital transformation of public administration	PRISMA
Savoldelli *et al.*	2014	worldwide	E-government adoption barriers	Analisi bibliometrica e rassegna della letteratura
Terlizzi	2021	worldwide	Digitalization of the Public Sector	Rassegna sistematica
Wirtz *et al.*	2017	Europa	Drivers and barriers to e-government implementation	Rassegna narrative e sondaggi
Altre rassegne				
De Vries *et al.*	2016	Europa	Innovations in the public sector	Rassegna sistematica
Mora *et al.*	2023	worldwide	Smart city governance	Rassegna sistematica
Saigi-Rubiò *et al.*	2022	Paesi membri OCSE	Telemedicine adoption	Rassegna delle rassegne
Tomazevic *et al.*	2024	worldwide	Organisational Enablers of Artificial Intelligence Adoption in Public Institutions	PRISMA

Tabella A2 **Temi principali che risultano dalle rassegne della letteratura**

Fattori	**Ostacoli**			**Facilitatori**	
	Contestuali	Contestuali e organizzativi	Organizzativi	Intra-organizzativi	Inter-organizzativi (governance)
Livello	• Regolazione • Competenze e benessere dei cittadini	• Capacità amministrative	• Inadeguatezza infrastrutture • Risorse finanziarie insufficienti • Resistenza del personale amministrativo • Gestione inefficace del cambiamento di policy	• Leadership • Organizzazioni dedicate • Allineamento tra cultura organizzativa e cambiamento	• Partnership pubblico-privata • Gestione della governance multilivello

Tabella A3 **Temi rilevanti per il caso italiano e metodi di analisi proposti**

Articolo	Anno di pubblicazione	Caso di studio	Tema	Metodo
Arduini *et al.*	2013	Italia	*E-government* in Italia: enablers and barriers	Analisi di risultati sondaggi 2007 e 2009 ICT-PA surveys on «Information and Communication Technologies in Local Public Administrations» (Istat)
Bogaert *et al.*	2021	Paesi europei	Sistemi informativi sanitari in Europa	Analisi qualitativa rapport HIS (Joint Action on Health Information)
Bogumil-Uçan & Klenk	2021	Austria e Germania	Digitalizzazione sanitaria	Analisi comparata della fase di implementazione delle politiche di digitalizzazione
Cacciatore *et al.*	2024	Italia	Ruolo gruppi d'interesse nella politica del fascicolo elettronico sanitario	Process tracing del processo di formulazione e implementazione
Datta *et al.*	2020	Italia	Analisi di riforme digitali nella PA Italiana: registro unificato dei residenti e PagoPA piattaforma di pagamento digitale)	Studio di caso dell'implementazione
Di Giulio & Vecchi	2023a	Italia	Nuove strutture di governance per la digitalizzazione della PA	Analisi comparata dei processi di trasformazione digitale
Di Giulio & Vecchi	2023b	Italia	Implementazione della digitalizzazione nella PA	Analisi comparata dei sistemi di implementazione delle trasformazioni digitali
Hellberg & Gronlund	2013	Svezia	Governance dell'interoperabilità	Interviste con esperti
Kuhlmann & Heuberger	2023	Germania	Digitalizzazione nella PA locale	Sondaggi tra cittadini e rappresentanti comunali; casi di studio approfonditi con interviste a esperti in tre città selezionate
Gascó-Hernández *et al.*	2022	Italia, Spagna, Germania	Capacità organizzative a livello locale e digitalizzazione	Uno studio comparativo che include tre casi di trasformazione digitale attraverso iniziative di *smart city*.

Gascó-Hernández	2024	Articolo teorico	Analisi teorica legata allo studio della digitalizzazione nelle amministrazioni locali	Rassegna sistematica e qualitativa della letteratura
Marienfeldt *et al.*	2024	Germania	Analisi dei cambiamenti istituzionali e dei relativi risultati della trasformazione digitale della PA tedesca	Analisi comparata basata su interviste
Musella & Reda	2023	Italia	Processi di *re-skilling* per la trasformazione digitale della PA	Studio empirico dei MOOCs, *Massive open online courses – that have been adopted so far to respond to the challenge*.
Sacchi & Scarano	2025	Italia	Digitalizzazione dei Servizi per l'impiego	Analisi documentale e interviste
Ushaka Adie, Tate & Valentine	2024	Articolo teorico	Leadership digitale	Revisione completa degli studi recenti sulla leadership digitale attraverso un'analisi tematica.

Tabella A4 ***Eigenvalue*** **e** ***eigenvectors*** **delle componenti principali**

Nota: manteniamo solo gli eigenvectors superiori a 0,3 in valore assoluto (Benecchi *et al.*, 2023).

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	1.723	0.584	0.431	0.431
Comp2	1.139	0.551	0.285	0.716
Comp3	0.589	0.040	0.147	0.863
Comp4	0.549		0.137	1.000

Principal components (eigenvectors)

Variable	Comp1	Comp2	Unexplained
Services for citizens	0.575		0.328
Services for businesses		0.840	0.146
E-govt. users	0.594		0.368
Open data	0.535	-0.430	0.295

AUTRICI E AUTORI

Gregorio Buzzelli è Assegnista di ricerca in Scienza politica al Politecnico di Torino, dove svolge anche il ruolo di *Junior Project Manager* per il *Public Engagement* e insegna nei corsi *Future of Work* e Algoritmi e Democrazia. La sua ricerca si concentra sull'economia politica delle trasformazioni del lavoro e del cambiamento tecnologico, con particolare attenzione al loro impatto sul comportamento politico, sulle istituzioni e sulle politiche sociali.

Sara De Martino è Ricercatrice post-dottorato presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Istituto DIRPOLIS. Ha conseguito un dottorato di ricerca in Scienze Politiche, Politiche Europee e Relazioni Internazionali. Si occupa di digitalizzazione, politiche di welfare e impatto dell'intelligenza artificiale e delle tecnologie avanzate sulla governance e le politiche pubbliche, con una prospettiva comparativa e multilivello.

Anna Di Palma è Borsista di ricerca presso il Politecnico di Torino, dove ha conseguito un dottorato di ricerca in Gestione, produzione e design con una tesi sulla digitalizzazione del settore pubblico in Italia e Danimarca. I suoi interessi di ricerca includono digitalizzazione, governance multilivello e politiche del lavoro.

Costanza Gagliesi, laureata in Psicologia del lavoro e del benessere nelle organizzazioni, ha svolto attività di ricerca presso il Politecnico di Torino sui temi della digitalizzazione delle politiche attive del lavoro in Italia, della governance anticipante e dello *strategic foresight*.

David Natali è Professore ordinario di Politica comparata e dell'Unione Europea presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, e professore a tempo determinato presso la Scuola Nazionale di Amministrazione a Roma. La sua attività

di ricerca si concentra sull'analisi comparata delle riforme delle politiche sociali, dell'integrazione dell'Unione Europea e delle relazioni industriali.

Paolo Neirotti è Professore ordinario di Strategia e Organizzazione nel Politecnico di Torino, dove è stato Direttore della Scuola Master tra il 2020 e il 2025. I suoi interessi di ricerca riguardano il legame tra digitalizzazione, lavoro, e modelli organizzativi e di business.

Danilo Pesce è *Assistant Professor* nel Politecnico di Torino, dove insegna *Strategy and Organization*. La sua attività di ricerca si concentra sulla trasformazione digitale e sulle sue implicazioni per la strategia e l'organizzazione d'impresa, con particolare attenzione all'impatto delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale sui modelli di business e sui processi di cambiamento organizzativo.

Stefano Sacchi è Professore di Scienza politica e Vicerettore per la Società, la Comunità e per l'Attuazione del programma nel Politecnico di Torino, dove dirige anche il Master in Technology and Public Policy realizzato con l'ILO. Si occupa di *political economy* del lavoro e del welfare, capacità istituzionali e strutture di governance, e impatto socioeconomico e politico di cambiamento tecnologico e intelligenza artificiale.

Trasformazione digitale e intelligenza artificiale in Italia

La trasformazione digitale e l'intelligenza artificiale stanno ridefinendo il funziona mento della pubblica amministrazione, l'organizzazione delle imprese e il futuro del lavoro. Quali sono le condizioni che consentono di trasformare l'innovazione tecnolo gica in sviluppo economico, qualità dei servizi e inclusione sociale e lavorativa? Quali rischi emergono quando le nuove tecnologie si diffondono in contesti caratterizzati da forti disuguaglianze territoriali e organizzative?

Attraverso un percorso che muove dalla digitalizzazione della pubblica amministra zione e dei territori per arrivare all'intelligenza artificiale, alle trasformazioni del mercato del lavoro e alle politiche per la formazione delle competenze, questo volume offre una lettura originale e interdisciplinare della transizione digitale in Italia. I contributi raccolti analizzano l'evoluzione dell'ecosistema digitale nazionale, il ruolo delle amministrazioni regionali, i fattori che favoriscono o ostacolano l'innovazione, la diffusione dell'IA nelle imprese, i suoi effetti sull'occupazione e le nuove sfide poste alla formazione.

L'immagine che emerge è quella di un paese che, pur scontando ritardi storici nell'in novazione, sta attraversando una fase di profonda trasformazione. Le evidenze pre sentate mostrano come il principale ostacolo non sia la disponibilità delle tecnologie, ma la capacità delle organizzazioni e delle istituzioni di governarne l'adozione. In questo quadro, la qualità della governance, il coordinamento tra attori pubblici e privati e lo sviluppo delle competenze diventano fattori decisivi per il successo della transizione.

Basato su dati originali, analisi comparative, studi di caso e una ricca rassegna della letteratura internazionale, il volume propone una riflessione che interessa studiosi, decisori pubblici, operatori economici e tutti coloro che vogliono comprendere una delle trasformazioni più rilevanti del nostro tempo.

Stefano Sacchi è professore di Scienza politica e Vicerettore nel Politecnico di Torino, dove è anche direttore scientifico del Master in Technology and Public Policy realizzato con l'International Training Centre dell'ILO. Per Egea ha pubblicato (con Ciarini, Gallo, Lodigiani, Maino e Raitano) il volume *Sostegno ai poveri: quale riforma?* (2023).

www.egeaeditore.it