

## Il ruolo della dimensione di impresa nello sviluppo e l'adozione delle tecnologie di frontiera

ROSARIO CERRA, FRANCESCO CRESPI

### Abstract:

L'obiettivo di questa nota è quello di fornire alcuni spunti di riflessione sul legame tra dimensione di impresa, generazione e diffusione delle nuove tecnologie di frontiera. L'analisi suggerisce che di fronte allo sviluppo concomitante di un vero e proprio sistema articolato di nuove tecnologie legate allo sviluppo digitale, la struttura produttiva italiana, caratterizzata da minori dimensioni di impresa rispetto ai principali paesi industrializzati, possa rappresentare un fattore di freno per il paese nella capacità di generazione e utilizzo di queste nuove tecnologie.

Nella prospettiva di policy, questo implica che per aumentare l'impatto economico delle attività innovative, specie nelle tecnologie di frontiera, il settore pubblico, oltre a sostenere il sistema della formazione, della ricerca e garantire un adeguato sistema di incentivi alle imprese, dovrebbe anche cercare di rafforzare la struttura delle relazioni tra imprese di diversa dimensione in una prospettiva di filiera.

### The role of firm size in the generation and adoption of frontier technologies

*The aim of this essay is to provide some considerations on the connection between firm size, generation, and diffusion of new frontier technologies. The analysis suggests that in the face of the simultaneous development of a complex system of new technologies linked to digital transformation, the Italian production structure, characterized by smaller firm size compared to the leading industrialized countries, may act as a limit for the country's ability to generate and use these new technologies. From a policy perspective, this implies that to increase the economic impact of innovative activities, especially in frontier technologies, the public sector should not only support the education and research system and ensure an adequate system of incentives for firms, but also seek to strengthen the relationships between companies of different sizes by adopting a supply chain perspective.*

Cerra, Centro Economia Digitale e Luiss Business School, email: rcerra@luiss.it  
Crespi, Università Roma Tre e Centro Economia Digitale, email: francesco.crespi@uniroma3.it

### Per citare l'articolo:

Cerra R., Crespi F. (2024), "Il ruolo della dimensione di impresa nello sviluppo e l'adozione delle tecnologie di frontiera", *Moneta e Credito*, 77 (305), pp. 45-56.

### DOI:

<https://doi.org/10.13133/2037-3651/18515>

### JEL codes:

O25, O33

### Keywords:

frontier technologies, firm size, industrial policy

### Homepage della rivista:

<http://www.monetaecredito.info>

Nei prossimi anni assisteremo allo sviluppo convergente di diverse nuove tecnologie che rivoluzioneranno profondamente l'economia e la società. Tra queste ci limitiamo qui a ricordare a mero titolo esemplificativo: l'Intelligenza Artificiale, le Tecnologie Quantistiche, la Robotica e l'*Internet of Things*, i veicoli autonomi, le nuove tecnologie ambientali, energetiche e della salute. Questa straordinaria accelerazione, che pone al contempo rilevanti questioni legate alla regolamentazione di queste tecnologie avanzate, è il risultato di una combinazione di fattori, tra cui l'interconnessione globale, il potenziamento endogeno dell'attività innovativa e la crescente domanda di soluzioni tecnologiche per affrontare le sfide del nostro tempo.



Nella storia, la dinamica tecnologica non è mai avvenuta in maniera lineare ma si sono susseguite ondate di innovazioni che hanno generato nuovi paradigmi tecnologici (Schumpeter, 1911, 1939; Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982, 1988). Nell'attuale fase storica siamo di fronte allo sviluppo concomitante di un Sistema di nuove tecnologie – tecnologie di frontiera – legate allo sviluppo digitale che, insieme, possiedono un potenziale trasformativo di straordinaria rilevanza, anche in termini di evoluzione degli assetti geostrategici (Cerra e Crespi, 2023).

Il ruolo che le diverse economie saranno in grado di ricoprire nel contesto internazionale e la capacità delle stesse di rispondere efficacemente alle sfide globali che vanno moltiplicandosi, tra cui le transizioni gemelle digitale e verde, la sicurezza, i nuovi equilibri demografici, la salute e rischi di nuove pandemie, i conflitti per la supremazia sui territori e sullo spazio, sono strettamente legate alla capacità di generare, avere accesso e utilizzare una serie di tecnologie 'di frontiera'.

Le tecnologie di frontiera sono in grado di trasformare l'industria e le comunicazioni, fornire soluzioni necessarie alle sfide globali come il cambiamento climatico e avere il potenziale di sostituire i processi esistenti. Sono tecnologie su cui la ricerca si sta fortemente concentrando e si caratterizzano per alcuni aspetti salienti. In primo luogo, sono perlopiù tecnologie *emergenti*, ovvero tecnologie che non sono ancora utilizzate correntemente o il cui impatto non è ancora totalmente definito, ma che ci si aspetta possano evolversi rapidamente e raggiungere un livello di maturità nei prossimi 20 anni.

Sono, inoltre, tecnologie potenzialmente *dirompenti*, ovvero in grado di determinare profonde trasformazioni nell'economia e nella società, nella salute, nel modo di produrre, consumare, spostarsi e nel modo di garantire la sicurezza ai cittadini e alle loro istituzioni.

L'applicazione e gli effetti di queste tecnologie riguardano pressoché tutti i settori essendo molto spesso tecnologie *trasversali* e in alcuni casi, come ad esempio l'Intelligenza Artificiale e le Tecnologie Quantistiche, vere e proprie General Purpose Technologies, ovvero tecnologie caratterizzate da un alto potenziale di uso in una vasta gamma di settori e da una forte dinamicità tecnologica (Bresnahan e Trajtenberg, 1995).

Infine, molte di queste tecnologie sono *interdipendenti*, ovvero non sono entità isolate, ma sono strettamente interconnesse e si influenzano reciprocamente. Ad esempio, mentre l'Internet delle Cose (IoT – *Internet of Things*) collega oggetti o macchine alla rete consentendo loro di comunicare e interagire, l'Intelligenza Artificiale (AI – *Artificial Intelligence*) abilita le capacità di apprendimento e adattamento delle macchine, consentendo loro di analizzare dati complessi e prendere decisioni intelligenti.<sup>1</sup> Queste due tecnologie si sostengono a vicenda: l'IoT fornisce un'enorme quantità di dati all'AI, mentre l'AI permette di analizzare e trarre valore da tali dati. In questo modo i dispositivi connessi ad internet possono aggiornarsi continuamente adeguando le proprie funzionalità anche a fronte di cambiamenti nel contesto o negli input esterni. Un elemento chiave per la diffusione dei nuovi modelli di business basati sull'uso di tecnologie digitali e dei big data e che, di fatto, rappresenta il cuore degli attuali e futuri processi di trasformazione industriale.

---

<sup>1</sup> All'interno dell'IoT rientrano tutti quei dispositivi elettronici connessi alla rete e definiti 'intelligenti'. Essendo 'connessi', questi dispositivi possono a loro volta 'comunicare tra loro' scambiando dati e informazioni. Su questi è possibile applicare gli strumenti dell'AI, definita come un sistema in grado di raccogliere dati, apprendere, decidere e intraprendere azioni razionali utilizzando processi come il *machine learning*, il *deep learning* e il *reinforcement learning*. Il *machine learning*, o apprendimento automatico, si basa sulle analisi statistiche, e permette di sviluppare un sistema che si ricodifica in base ai dati che via via si accumulano, aumentando l'accuratezza del modello. Il *deep learning* rappresenta un'evoluzione del concetto di *machine learning*. È un sistema che, tra le varie applicazioni, può anche simulare il linguaggio e l'apprendimento umano. Infine, il *reinforcement learning* è una sottocategoria del *machine learning* e consente a un sistema guidato dall'AI di apprendere attraverso processi di *trial and error*, sulla base di un meccanismo di premi/punizioni (*feedback*) delle proprie azioni.

La capacità di sviluppare e accedere a tali tecnologie, tuttavia, è tutto fuorché simmetricamente distribuita nei sistemi economici. Esistono infatti significative differenze tra nazioni e territori in termini di capacità di generare nuove tecnologie e di utilizzarle efficacemente e su larga scala (OECD, 2023). Ciò è dovuto, in primo luogo, alla natura cumulativa delle stesse tecnologie (Nelson e Winter, 1982; Dosi, 1982, 1988). Quanto più queste sono complesse, tanto più la loro traiettoria evolutiva dipenderà dalle conoscenze (formali e tacite), le infrastrutture, le tecnologie complementari e i beni capitali già accumulati (Antonelli et al., 2022). Ciò significa che i “*first movers*” e, più in generale, le economie dotate delle maggiori risorse (economiche, di competenze e tecnologiche) tenderanno a posizionarsi sulla frontiera delle possibilità tecnologiche, guidando lo sviluppo delle innovazioni e operando per mantenere ampio il divario nei confronti degli inseguitori.

In questo contesto, le politiche e le istituzioni possono contribuire ad ampliare, così come a ridurre, tale scarto (Pianta et al., 2020; Caravella et al., 2023). Se si tratta di politiche industriali ‘aggressive’, poste in essere dalle economie che si trovano sulla frontiera per favorire la persistenza della propria condizione di leadership, queste tenderanno a mantenere ampi i divari e asimmetrica la distribuzione delle opportunità tecnologiche. Al contrario, se politiche industriali e dell’innovazione di tipo strategico (come, ad esempio, politiche legate a ‘grandi missioni’, volte a proteggere le industrie strategiche e/o i ‘campioni nazionali’), associate a politiche commerciali capaci di valorizzare le interdipendenze commerciali e tecnologiche che sussistono a livello globale sono poste in essere da economie che si trovano in prossimità della frontiera, questo può favorire una più orizzontale distribuzione di tali opportunità.

Per i paesi inseguitori, l’utilizzo di conoscenze sviluppate da altri sfruttando gli effetti di “spillover” di conoscenza, crea il potenziale per recuperare i gap in termini di capacità innovativa ed efficienza produttiva (Fagerberg, 1987, 1994). Tuttavia, la capacità di assorbimento dipende dall’ampiezza della distanza tecnologica tra le economie. Da un lato il potenziale di conoscenze da apprendere cresce all’aumentare della distanza tecnologica tra due economie. Dall’altro, quanto più ampi sono i divari in termini di sviluppo tecnologico, tanto più è difficile per un’economia in ritardo assorbire e utilizzare le conoscenze più avanzate sviluppate da un’economia leader. La combinazione di queste due relazioni implica che la dinamica degli effetti di spillover sfruttabili segue un andamento a forma di U rovesciata. Di conseguenza, fino a un certo valore limite della distanza tecnologica, un’economia in ritardo può beneficiare sempre di più degli effetti di spillover e recuperare i gap esistenti attraverso processi di apprendimento esterno. Al di sopra di questo valore limite, tuttavia, gli effetti di spillover tendono a diminuire di forza, limitando i processi di catching-up o, persino, spingendo l’economia in ritardo verso un ulteriore arretramento (Celi et al., 2018).

L’attuale scenario internazionale è dominato dalla competizione tecnologica tra Stati Uniti e Cina, con l’Unione Europea che ha accumulato pesanti ritardi in termini di capacità tecnologiche. Ritardi che, se non affrontati con urgenza, rischiano di compromettere le possibilità di rincorsa del sistema europeo della ricerca e dell’innovazione nei confronti dei sistemi più avanzati. Un problema che si inserisce in un contesto geopolitico in rapido e profondo cambiamento, dove la ricerca di una leadership tecnologica e industriale, comprende non solo la configurazione delle catene globali del valore, ma anche questioni geostrategiche come la sicurezza, l’energia, le prestazioni e la solidità delle reti digitali, e le infrastrutture finanziarie e di pagamento internazionali.

In molti di questi ambiti l'Europa manifesta delle dipendenze strutturali sia dagli Stati Uniti sia dalla Cina (European Commission, 2022).<sup>2</sup> Ciò si traduce nella necessità di accelerare ulteriormente sul fronte delle politiche industriali e dell'innovazione, sfruttando il potenziale di competenze e tecnologie di cui la UE dispone ma riconoscendo, al contempo, lo scarto che va ampliandosi nei confronti dei leader tecnologici e, in particolare, di Stati Uniti e Cina.

In questo quadro, l'Italia, si trova in una posizione di debolezza come sistema nel suo complesso. Debolezza rispetto ai principali paesi competitor internazionali che emerge guardando alle principali statistiche su scienza e tecnologia per quanto riguarda la generazione e la diffusione delle nuove tecnologie (OECD, 2023), con bassi livelli di specializzazione tecnologica nel campo dei principali domini di conoscenza di frontiera (Cerra e Crespi, 2023; CNR, 2024).<sup>3</sup>

Tra i nodi fondamentali da affrontare e che contribuiscono in maniera significativa a spiegare le deludenti performance dell'Italia in termini di capacità tecnologiche e di diffusione dell'utilizzo delle nuove tecnologie, il tema della struttura produttiva italiana caratterizzata da una prevalenza di piccole e medie imprese (PMI) e dalla limitata presenza di grandi imprese è storicamente di particolare rilievo (Amatori et al., 2013). Una caratteristica che oltre a contribuire in modo rilevante alla bassa intensità degli investimenti in ricerca e sviluppo (R&S) rispetto al PIL, non favorisce la diffusione e il pieno utilizzo delle nuove tecnologie, con effetti negativi sulla dinamica della crescita e della produttività (Pianta, 2023).

L'obiettivo di questa nota è quello di fornire alcuni spunti di riflessione sul legame tra dimensione di impresa, generazione e diffusione delle nuove tecnologie di frontiera, evidenziando i limiti del sistema produttivo italiano in questo ambito e le implicazioni in termini di politiche economiche. Nel dettaglio, il saggio è organizzato come segue. Il paragrafo seguente analizza il ruolo della dimensione di impresa nel determinare la capacità di generazione e diffusione delle tecnologie di frontiera. La sezione 2 discute le implicazioni di queste considerazioni per il caso italiano. Il paragrafo conclusivo fornisce alcune riflessioni di policy.

## 1. Tecnologie di frontiera e il ruolo della dimensione d'impresa

Il ruolo delle grandi imprese nella generazione e diffusione/utilizzo delle tecnologie di frontiera è di straordinaria importanza (Scherer, 1984; Acs e Audretsch, 1987). Le grandi imprese possono infatti avere vantaggi che riguardano principalmente: l'accesso alle risorse finanziarie sia interne sia esterne all'impresa; il potere di mercato e la relativa capacità di appropriarsi dei ritorni dell'attività innovativa; le economie di scala e di scopo; le opportunità derivanti dalla divisione del lavoro e la specializzazione; l'accesso alle competenze; la capacità di assorbire i rischi e avere incentivi a lungo termine.

In particolare, la generazione di innovazioni nelle tecnologie di frontiera sono, più che in altri settori, strettamente connesse a lunghe e complesse attività di R&S che conducono a nuovi risultati scientifici e tecnologici. Questi devono, d'altra parte, essere tradotti in valore economico attraverso altrettanto complessi processi che includono attività come ingegneria, produzione, pianificazione aziendale e marketing (Fleming, 2001).

Tali attività necessitano di ingenti risorse finanziarie ma anche di apporti continui in termini di risorse umane, competenze e tecnologie. Su questi aspetti le grandi imprese hanno vantaggi

---

<sup>2</sup> Si veda ad es. Caravella et al. (2024) per una recente analisi sul tema specifico delle dipendenze strutturali nel settore fotovoltaico.

<sup>3</sup> L'economia italiana presenta caratteristiche strutturali tra cui accentuato dualismo territoriale, dimensione ridotta delle imprese, specializzazione produttiva in settori tradizionali, sottofinanziamento del sistema della ricerca e dell'istruzione superiore, che la pongono in posizioni arretrate nei confronti internazionali basati sui principali indicatori di input e di output dell'innovazione quali, ad es., spesa in ricerca e sviluppo (R&S) e brevetti.

rilevanti, inclusa la disponibilità di talenti e la possibilità di sfruttare le economie di scala nel reperire risorse per le proprie attività produttive e di commercializzazione (Lewin et al., 2009).

Le grandi imprese sono, inoltre, in grado di cooperare meglio con attori all'interno e all'esterno del loro settore, sfruttando così conoscenze esterne cruciali per la commercializzazione dell'innovazione tecnologica (Frank et al., 2019). Le imprese di maggiore dimensione hanno, infine, una maggiore conoscenza dei mercati, elemento che consente di massimizzare le opportunità di generare benefici economici dall'innovazione.

Su questo si pensi, ad esempio, al caso dell'Intelligenza Artificiale. L'AI è più ampiamente utilizzata dalle grandi aziende poiché queste hanno, tra l'altro, maggiori dotazioni o capacità per utilizzare asset intangibili e altri asset complementari necessari per sfruttare appieno il potenziale dell'AI. Questi includono in particolare le competenze e la formazione nelle ICT, le capacità digitali a livello aziendale e l'infrastruttura digitale (Calvino e Fontanelli, 2023).

Di contro, le piccole e medie imprese normalmente sperimentano maggiori difficoltà nell'affrontare questa trasformazione tecnologica, anche per mancanza di adeguate risorse finanziarie (OECD, 2021). Costruire e mantenere un sistema di AI richiede, infatti, investimenti costosi (ad esempio nell'infrastruttura dei dati); spesso, per realizzare i potenziali benefici dell'AI, sono necessari grandi investimenti immateriali (anche in termini di capitale umano); l'implementazione delle tecnologie dell'AI potrebbe non determinare benefici immediati, con il possibile emergere di costi irrecuperabili prima che le PMI possano avviarsi su un sentiero di crescita sostenuto. Inoltre, le PMI sono, in generale, meno capaci di valorizzare i propri dati. Sebbene le PMI producano e gestiscano un grande volume e una varietà di dati, spesso non dispongono della capacità di raccogliarli, gestirli e proteggerli. Infine, rispetto alle aziende più grandi, i dati raccolti e archiviati potrebbero non essere di quantità e/o qualità adeguate.

Secondo i dati Eurostat riportati nei grafici seguenti (figg. 1 e 2), esiste infatti una forte differenza tra piccole e grandi imprese nella capacità di analizzare i big data, in particolare attraverso le tecnologie legate all'AI.<sup>4</sup>

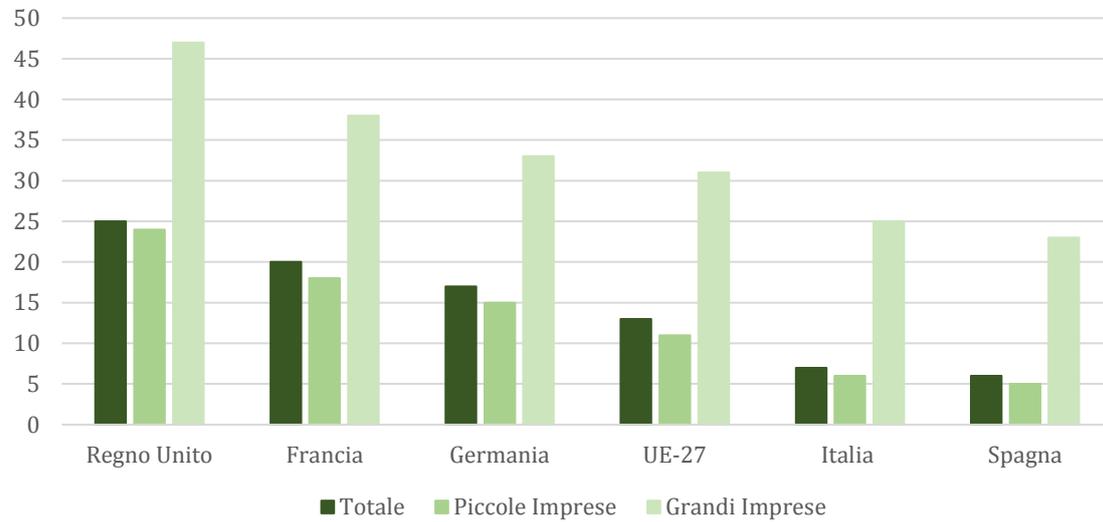
È importante inoltre sottolineare che le differenze strutturali tra grandi e piccole imprese tendono a influenzare anche la capacità di utilizzare le tecniche e le applicazioni dell'AI nel produrre innovazioni radicali nell'ambito delle altre tecnologie di frontiera. L'AI, infatti, non è solo una nuova tecnologia ma, soprattutto, è uno strumento potenzialmente in grado di cambiare gli stessi processi innovativi. In altre parole, l'AI può rappresentare "l'invenzione di un nuovo modo di inventare" (Cockburn et al., 2019). In particolare, nel caso delle applicazioni dell'AI, le grandi aziende possono ottenere vantaggi significativi nella generazione di innovazioni radicali. L'applicazione dell'AI consente, infatti, di sfruttare al massimo gli effetti di complementarità, abilitando collegamenti tra domini di conoscenza precedentemente non collegati, ma già consolidati, all'interno delle aziende. Tuttavia, ciò richiede una base di conoscenze già diversificata all'interno dell'azienda, condizione che è più probabile che si verifichi in quelle di grandi dimensioni. In generale, infatti le imprese più grandi sono maggiormente diversificate sia in termini di competenze nei domini tecnologici sia di prodotti che realizzano per il mercato, e sono anche quelle che esplorano con maggiori opportunità lo spazio dei prodotti e delle tecnologie (Dosi et al., 2017).

D'altra parte, le conoscenze nelle tecniche dell'AI possono favorire l'emergere di innovazioni radicali anche nelle PMI. Se da un lato le aziende di dimensioni maggiori possono, infatti, utilizzare l'AI per massimizzare i benefici della propria base di conoscenze interne e ottimizzare le proprie attività produttive, le piccole imprese sono in grado di utilizzare l'AI, in un ambiente di produzione

---

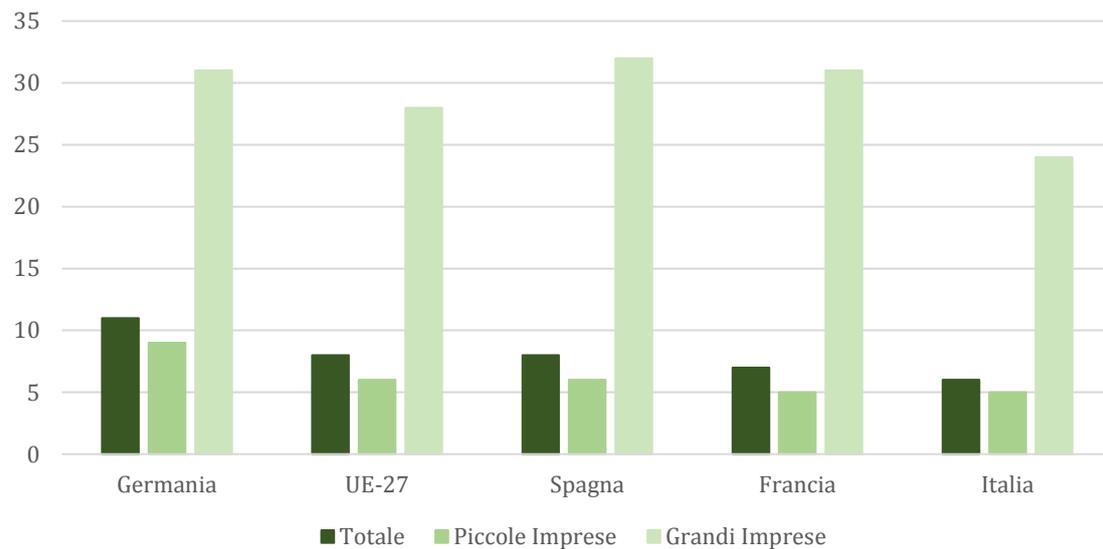
<sup>4</sup> I dati forniti da Eurostat sono raccolti dagli istituti nazionali di statistica e si basano sui questionari annuali sull'uso delle ICT (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) e sul commercio elettronico nelle imprese.

Figura 1 – Percentuale di imprese che analizzano internamente i big data (2020)



Fonte: Eurostat (2023).

Figura 2 – Percentuale di imprese che utilizzano strumenti di Intelligenza Artificiale (2021)



Fonte: Eurostat (2023).

\*Dato per il Regno Unito non fornito.

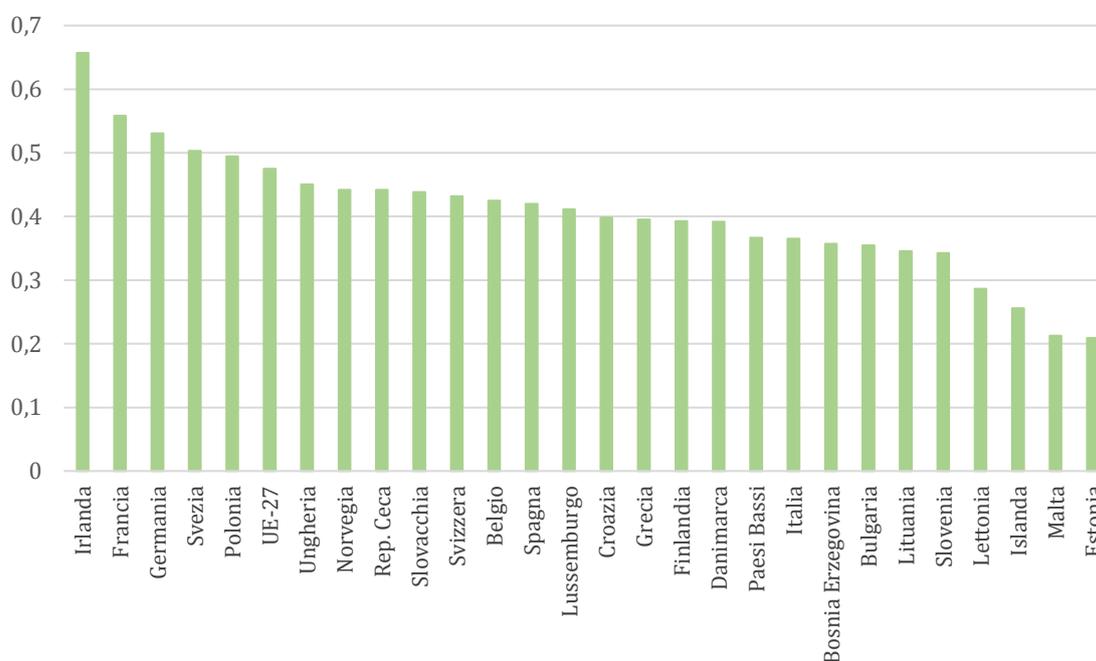
meno formalizzato, come strumento per aprire nuovi mercati e generare nuovi prodotti. Sebbene le PMI possano mancare di una base di conoscenze interne sufficientemente diversificata, specie le giovani imprese possono essere più flessibili nella loro struttura organizzativa e cognitiva, agili e propense a prendere rischi al fine di utilizzare le tecnologie emergenti per creare innovazioni radicali (Coad et al., 2016).

La capacità di generare e utilizzare tecnologie di frontiera da parte di grandi imprese leader può, quindi, innescare dinamiche capaci di avvantaggiare, in particolar modo, una stretta minoranza di imprese, ampliando ulteriormente e favorendo processi di concentrazione di mercato (Calvano e Polo, 2021; Coveri et al., 2022). Un'adozione polarizzata, principalmente da parte di imprese più grandi e produttive, combinata con un ruolo dell'AI nel rafforzare i loro vantaggi, potrebbe cioè implicare che in futuro le disparità esistenti tra i leader tecnologici e di mercato a livello mondiale e le restanti imprese potrebbero ampliarsi, con implicazioni rilevanti in termini di assetti economici, territoriali, politico-sociali, ma anche geostrategici.

## 2. Le implicazioni per il caso italiano

Le considerazioni fin qui effettuate appaiono particolarmente rilevanti per il sistema produttivo italiano, caratterizzato da una dimensione media di impresa particolarmente bassa rispetto ai principali paesi competitor, e dove la dimensione media delle imprese del Mezzogiorno è di circa un terzo inferiore a quella del Centro Nord (Banca d'Italia, 2022).

Figura 3 – Quota di valore aggiunto realizzato da imprese con più di 250 addetti (2020)



Fonte: Eurostat (2023).

Il grafico in figura 3, ad esempio, riporta la quota di valore aggiunto realizzato da imprese con più di 250 addetti nei paesi europei. I dati mostrano come il peso delle grandi imprese in Italia sia

significativamente più basso rispetto a quello registrato nei principali paesi partner, a partire da Francia e Germania.

In questo quadro esiste tuttavia un nucleo di grandi imprese, molte delle quali a partecipazione pubblica e operanti in settori altamente strategici come, ad esempio, infrastrutture di telecomunicazione, energia, cantieristica, difesa e aerospazio, che storicamente hanno fornito un contributo essenziale al processo di sviluppo del paese e che, anche in questa fase di grandi trasformazioni potrebbero rappresentare un elemento su cui fondare le capacità del sistema economico nel suo complesso di affrontare le sfide poste dall'evoluzione tecnologica a cui stiamo assistendo (Antonelli et al., 2007 e 2014; Archibugi e Mariella, 2021).

Le grandi imprese possono, infatti, svolgere il ruolo di "organizzazione hub" e garantire la creazione congiunta ed estrazione di valore nella rete di innovazione, sfruttando al meglio il potenziale delle tecnologie di frontiera. Grandi aziende leader possono efficacemente mettere insieme piccole e medie imprese per raggiungere l'integrazione di conoscenze innovative, tecnologia, capitale e altre risorse, promuovendo così la trasformazione dei risultati scientifici e tecnologici di tutta l'industria ad alta tecnologia in un dato territorio (Schilling e Phelps, 2007).

Per quanto riguarda il caso italiano, uno dei cambiamenti più rilevanti che ha riguardato i distretti industriali è senza dubbio l'integrazione delle aree distrettuali italiane nelle catene globali di approvvigionamento (Becattini e Rullani, 1996; Chiarvesio et al., 2010). Nella densa rete regionale e globale di interconnessioni create dall'apertura dei mercati globali, far parte di una rete internazionale rappresenta un fattore cruciale di successo per le imprese, comprese quelle che aderiscono ai distretti industriali. In questi stanno emergendo imprese leader di medie e grandi dimensioni, sia produttrici di beni finali che fornitori specializzati, che assumono un ruolo di organizzazione della produzione nei confronti delle altre imprese del distretto. Queste imprese leader svolgono funzioni strategiche che vanno oltre la sfera produttiva diretta e coinvolgono attività come la progettazione, l'innovazione tecnologica e la commercializzazione.

In tale contesto le aziende multinazionali entrano nei distretti attivando meccanismi di trasferimento di conoscenze tecnologiche o di mercato a beneficio delle imprese locali. In questo modo i distretti possono riconfigurare la propria organizzazione interna assumendo la forma di veri e propri "sistemi di apprendimento aperti", in cui i legami produttivi e di conoscenza all'interno delle catene del valore e l'alta specializzazione delle imprese operanti nelle diverse fasi della filiera sono strettamente collegati all'internazionalizzazione e all'innovazione (De Marchi et al., 2018).

Questi effetti si amplificano quando le imprese capofila di reti territoriali formano propri network globali dell'innovazione. Questi ultimi sono composti da imprese multinazionali che, al fine di rafforzare il proprio vantaggio competitivo sullo scenario globale, instaurano forme di collaborazione con leader tecnologici mondiali in alcuni segmenti della produzione di beni e servizi. Tali alleanze permettono alle multinazionali di connettersi ai flussi internazionali di conoscenza, di sviluppare in maniera congiunta innovazioni di prodotto, processo, organizzative e commerciali e di posizionarsi sulla frontiera tecnologica più avanzata.

La realizzazione di partnership strutturate con aziende più grandi possono, quindi, fornire diversi importanti vantaggi alle imprese di minori dimensioni. Attraverso l'attivazione di tali collaborazioni, le piccole imprese possono ottenere l'accesso a quelle risorse che altrimenti non sarebbero disponibili e aumentare le opportunità di instaurare relazioni con enti e organizzazioni di ricerca, partecipare a reti internazionali o aprirsi a nuovi mercati.

Inoltre, la presenza di imprese di maggiori dimensioni in una regione tende a migliorare anche la capacità delle imprese più piccole e finanziariamente limitate, di utilizzare in modo efficace i sussidi governativi per lo sviluppo di applicazioni industriali e commerciali delle tecnologie di frontiera. Secondo studi recenti, quando le imprese in una regione sono di piccole dimensioni, i

sussidi governativi hanno un effetto trascurabile sulla trasformazione dei risultati scientifici e tecnologici in valore economico. Al contrario, i sussidi governativi iniziano a esercitare un effetto promozionale sostanziale solo quando le dimensioni medie delle imprese in una regione sono sufficientemente elevate (Li et al., 2021).

### 3. Conclusioni e implicazioni di policy

Gli spunti di riflessione qui presentati suggeriscono che di fronte allo sviluppo concomitante di un vero e proprio sistema articolato di nuove tecnologie legate allo sviluppo digitale, la struttura produttiva italiana, caratterizzata da minori dimensioni di impresa rispetto ai principali paesi industrializzati, possa rappresentare un fattore di freno per il paese nella capacità di generazione e utilizzo di queste nuove tecnologie.

In tale contesto, la presenza di un importante nucleo di grandi imprese, molte delle quali a partecipazione pubblica, potrebbe rappresentare un elemento su cui fondare le capacità del sistema economico nel suo complesso di affrontare le sfide poste dall'evoluzione tecnologica a cui stiamo assistendo.

Questo implica che per aumentare l'impatto economico delle attività innovative, specie nelle tecnologie di frontiera, il settore pubblico, oltre a sostenere il sistema della formazione, della ricerca e garantire un adeguato sistema di incentivi alle imprese, dovrebbe anche cercare di rafforzare la struttura delle relazioni tra le diverse organizzazioni presenti sul territorio nazionale e, in particolare, stimolare le interazioni tra le grandi imprese e tra queste e gli altri attori del sistema produttivo e dell'innovazione (Sylos Labini, 1990).

In questo ambito, le cosiddette "politiche di cluster"<sup>5</sup> possono contribuire a favorire la collaborazione tra grandi imprese, start-up, PMI e istituti di ricerca per creare cluster di innovazione in grado di sfruttare gli effetti di spillover di conoscenza localizzata e, allo stesso tempo, raggiungere la dimensione critica necessaria per essere collegati alla catena globale della produzione di conoscenza (Criscuolo et al., 2022). Queste politiche includono strumenti standard come incentivi fiscali, sovvenzioni per la ricerca e lo sviluppo, ma anche strumenti di condivisione del rischio, trasferimento di conoscenze dalla ricerca pubblica e accordi di governance per coordinare gli attori pubblici e privati. Esempi di tale approccio di policy, sono diffusi nei paesi industrializzati, ad esempio negli Stati Uniti (Manufacturing USA – 2012), in Canada (Innovation Superclusters Initiative – 2018), e in molti paesi europei (le iniziative go-Cluster, Spitzencluster e Zukunftcluster in Germania; Pôles de compétitivité in Francia; i Cluster Tecnologici Nazionali in Italia).

In passato gli esiti di tali politiche sono stati controversi. Tuttavia, la nuova ondata di politiche di cluster potrebbe essere diversa, specie se si andasse nella direzione di concentrare le risorse verso lo sviluppo di tecnologie di frontiera e di sviluppare delle relazioni strutturate, anche dal punto di vista gerarchico, in cui le organizzazioni leader nel campo della ricerca e della produzione per il mercato possano svolgere un ruolo di traino per l'intera filiera innovativa.

La realizzazione di partnership strutturate con aziende più grandi può, infatti, fornire diversi importanti vantaggi alle imprese di minori dimensioni. Attraverso l'attivazione di tali collaborazioni, le piccole imprese e le start-up possono ottenere l'accesso a quelle risorse che

---

<sup>5</sup> Le politiche di cluster per l'innovazione sono strategie messe in atto da governi e organizzazioni internazionali per promuovere la concentrazione geografica di imprese, istituzioni di ricerca, fornitori e altri attori rilevanti in settori specifici. L'effetto cluster mira a stimolare l'innovazione, la competitività e lo sviluppo economico dei territori attraverso la collaborazione, la condivisione delle conoscenze e la creazione di sinergie tra i partecipanti del cluster (Karlsson, 2008; Uyarra e Ramlogan, 2016).

altrimenti non sarebbero disponibili, aumentare le opportunità di instaurare relazioni con enti e organizzazioni di ricerca e, soprattutto, essere attivamente incluse nelle catene del valore strategiche a livello europeo, con evidenti ricadute in termini di competitività e crescita per tutta l'economia del paese.

Per aumentare l'impatto economico delle attività di ricerca e innovazione, specie nelle tecnologie di frontiera, sarebbe opportuno indirizzare gli sforzi di politica industriale verso lo sviluppo di un ecosistema industriale più integrato e competitivo, costituito da vari attori di diversa dimensione che investano in maniera coerente tra loro, avendo una visione e obiettivi comuni. In questo modo potrebbe essere limitata la dispersione delle risorse e degli sforzi innovativi e, al contempo, aumentata la probabilità di sviluppare applicazioni con forti ricadute sui mercati.

Su questo potrebbe essere utile integrare il modello esistente di incentivazione pubblica al tessuto produttivo, strutturato prevalentemente secondo la logica di contributi agli investimenti delle singole aziende, con un modello di filiera in cui la transizione delle PMI è trainata, in un'ottica di accompagnamento e supporto, da grandi aziende leader. In questa prospettiva il modello attuale di supporto pubblico dovrebbe ampliarsi prevedendo incentivi specifici, non solo di natura finanziaria, per le attività connesse alla strutturazione della filiera. Questi potrebbero anche integrarsi con altri strumenti come i contratti di rete, che favoriscono la collaborazione tra imprese per la realizzazione di obiettivi comuni, attraverso progetti ben definiti e nella salvaguardia dell'autonomia imprenditoriale (Garofalo e Guarini, 2018; Fabrizi et al., 2020). In questo modo potrebbe essere promosso lo scambio di conoscenze tra grandi, piccole e medie imprese, lo sviluppo di progetti innovativi comuni, nonché il miglioramento degli standard qualitativi e di sicurezza nei rapporti di fornitura all'interno delle filiere.

Un'ultima considerazione riguarda l'Unione Europea nel suo complesso. La dimensione delle aziende europee nei settori ad alta tecnologia non è paragonabile a quella dei giganti tecnologici statunitensi o cinesi. Tuttavia, è possibile sfruttare i vantaggi derivanti dalle economie di scala favorendo la crescita della dimensione del sistema nel suo complesso. Per questo lo sviluppo delle catene del valore strategiche deve rappresentare un obiettivo chiave della politica industriale dell'Unione Europea. In questa prospettiva, sarà utile rafforzare tutti gli strumenti volti a supportare le catene del valore strategiche come, ad esempio, i Competence Center, i Poli Europei dell'Innovazione Digitale (EDIH), gli IPCEI (Important Projects of Common European Interest), le Alleanze europee, i progetti finanziati dalla Banca Europea degli Investimenti.

La straordinarietà dell'attuale contesto in termini di velocità, dimensione e impatti economici e geostrategici delle trasformazioni tecnologiche in atto impone l'adozione di un approccio di policy più ambizioso da parte dell'UE che affianchi e integri le politiche nazionali. Molte delle sfide che dovranno essere affrontate sono sovranazionali ma l'Unione Europea non dispone di una strategia federale e le politiche nazionali non possono farsene carico, anche perché le regole fiscali e quelle sugli aiuti di Stato, oltre alla disomogeneità degli spazi fiscali a disposizione dei singoli paesi, limitano la capacità e l'efficacia di interventi nazionali. Questo implica primariamente la necessità di superare le resistenze circa l'istituzione di un Fondo di Sovranità europeo per rispondere adeguatamente alle imponenti politiche industriali poste in essere, in particolare, da Cina e Stati Uniti. Uno strumento che appare quanto mai necessario tenuto conto che le nuove regole europee di finanza pubblica non prevedono di escludere dai vincoli della politica di bilancio europea le spese nazionali effettuate per investimenti innovativi di interesse europeo.

## Riferimenti bibliografici

- Acs Z.J. e Audretsch D.B. (1987), "Innovation, Market Structure and Firm Size", *Review of Economics and Statistics*, 69 (4), pp. 567-575.
- Antonelli C., Crespi F. e Quattraro F. (2022), "Knowledge complexity and the mechanisms of knowledge generation and exploitation: The European evidence", *Research Policy*, 51 (8), art. 104081.
- Antonelli C., Barbiellini Amidei F., Giannetti R., Gomellini M., Pastorelli S. e Pianta M. (2007), "Innovazione tecnologica e sviluppo industriale nel secondo dopoguerra", Roma-Bari: Laterza.
- Antonelli C., Barbiellini Amidei F. e Fassio C. (2014), "The mechanisms of knowledge governance: State owned enterprises and Italian economic growth, 1950-1994", *Structural Change and Economic Dynamics*, 31, pp. 43-63.
- Amatori F., Bugamelli M. e Colli A. (2013), "Technology, Firm Size, and Entrepreneurship", in Gianni Toniolo (a cura di), *The Oxford Handbook of the Italian Economy Since Unification* (pp. 455-484), New York: Oxford University Press.
- Archibugi D. e Mariella V. (2021), "Is a European recovery possible without high-tech public corporations?", *Intereconomics*, 56 (3), pp. 160-166.
- Banca d'Italia (2022), *Il divario Nord-Sud: sviluppo economico e intervento pubblico, Presentazione dei risultati di un progetto di ricerca della Banca d'Italia*, Roma: Banca d'Italia.
- Becattini G. e Rullani E. (1996), "Local systems and global connections: The role of knowledge", in Cossentino F., Pyke F. e Sengenberger W. (a cura di), *Local and Regional Response to Global Pressure: The Case of Italy and its Industrial Districts* (pp. 159-174), Ginevra: International Institute for Labour Studies.
- Breschi S., Lissoni F. e Malerba F. (2003), "Knowledge-relatedness in firm technological diversification", *Research Policy*, 32 (1), pp. 69-87.
- Bresnahan T.F. e Trajtenberg M. (1995), "General purpose technologies 'Engines of growth'?", *Journal of Econometrics*, 65 (1), pp. 83-108.
- Calvano E. e Polo M. (2021), "Market Power, Competition and Innovation in Digital Markets: A Survey", *Information Economics and Policy*, 54 (Mar), art. 100853.
- Calvino F. e Fontanelli L. (2023), "A portrait of AI adopters across countries: Firm characteristics, assets' complementarities and productivity", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, n. 2023/02, Parigi: OECD Publishing.
- Caravella S., Cerra R., Crespi F., Guarascio D. e Menghini M. (2023), "La diffusione delle competenze digitali in Italia e in Europa: divari territoriali e sociali", *Rivista di Politica Economica*, 1-2023, pp. 39-63. [Disponibile online](#).
- Caravella S., Crespi F., Cucignatto G. e Guarascio D. (2024), "Technological sovereignty and strategic dependencies: The case of the photovoltaic supply chain", *Journal of Cleaner Production*, 434 (Jan), art. 140222.
- Celi G., Ginzburg A., Guarascio D. e Simonazzi A. (2018), *Crisis in the European Monetary Union. A core-periphery perspective*, Londra: Routledge.
- Cerra R. e Crespi F. (2023), *Tecnologie di Frontiera. Elementi per una strategia nazionale ed europea*, Roma: Centro Economia Digitale. [Disponibile online](#).
- Chiarvesio M., Di Maria E. e Micelli S. (2010), "Global value chains and open networks: The case of Italian industrial districts", *European Planning Studies*, 18 (3), pp. 333-350.
- Coad A., Segarra A. e Teruel M. (2016), "Innovation and firm growth: does firm age play a role?", *Research Policy*, 45, pp. 387-400.
- Cockburn I.M., Henderson R. e Stern S. (2019), "The impact of artificial intelligence on innovation: An exploratory analysis", in Agrawal A., Gans J. e Goldfarb A. (eds.), *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 115-146), Chicago: University of Chicago Press.
- European Commission (2022), *EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews*, Bruxelles. [Disponibile online](#).
- Coveri A., Cozza C. e Guarascio D. (2022), "Monopoly Capital in the Time of Digital Platforms: A Radical Approach to the Amazon Case", *Cambridge Journal of Economics*, 46 (6), pp. 1341-1367.
- CNR (2024), *Relazione sulla Ricerca e l'Innovazione in Italia. Quarta edizione, settembre 2023*, Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche.
- Criscuolo C., Gonne N., Kitazawa K. e Lalanne L. (2022), "An industrial policy framework for OECD countries: Old debates, new perspectives", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, n. 127, Parigi: OECD Publishing.
- De Marchi V., Di Maria E. e Gereffi G. (2018), "Industrial Districts, Clusters and Global Value Chains: Toward an Integrated Framework", in De Marchi V., Di Maria E. e Gereffi G. (a cura di), *Local Clusters in Global Value Chains: Linking Actors and Territories through Manufacturing and Innovations* (pp. 1-18), Abingdon (UK): Routledge.
- Dosi G. (1982), "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, 11 (3), pp. 147-162.
- Dosi G. (1988), "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation", *Journal of Economic Literature*, 26 (3), pp. 1120-1171.

- Dosi G., Grazzi M. e Moschella D. (2017), "What do firms know? What do they produce? A new look at the relationship between patenting profiles and patterns of product diversification", *Small Business Economics*, 48, pp. 413-429.
- Fabrizi A., Garofalo G., Guarini G. e Meliciani V. (2020), "Employment, innovation, and interfirm networks", *PSL Quarterly Review*, 73(293), pp. 161-180.
- Fagerberg J. (1987), "A technology gap approach to why growth rates differ", *Research Policy*, 16 (2-4), pp. 87-99.
- Fagerberg J. (1994), "Technology and international differences in growth rates", *Journal of Economic Literature*, 32 (3), pp. 1147-1175.
- Feldman M. e Kogler D. (2010), "Stylized Facts in the Geography of Innovation", in Hall B.H. e Rosenberg N. (a cura di), *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 1 (pp. 381-410), Amsterdam: North Holland, Elsevier.
- Fleming L. (2001), "Recombinant Uncertainty in Technological Search", *Management Science*, 47(1), pp. 117-132.
- Frank A.G., Dalenogare L.S. e Ayala N.F. (2019), "Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies", *International Journal of Production Economics*, 210 (April), pp. 15-26.
- Garofalo G. e Guarini G. (2018), "Reti d'impresa ambientali e sviluppo eco-sostenibile a livello regionale", *Moneta e Credito*, 71 (281), pp. 15-35.
- Karlsson C. (a cura di), (2008), *Handbook of research on innovation and clusters: Cases and policies* (Vol. 2), Cheltenham (UK) e Northampton (MA, USA): Edward Elgar Publishing.
- Lewin A., Massini S. e Peeters C. (2009), "Why are companies offshoring innovation? The emerging global race for talent", *Journal of International Business Studies*, 40, pp. 901-925.
- Li F., Andries P., Pellens M. e Xu J. (2021), "The importance of large firms for generating economic value from subsidized technological innovation: a regional perspective", *Technological Forecasting and Social Change*, 171 (October), art. 120973.
- Nelson R.R. e Winter S.G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (MA): Harvard University Press.
- OECD (2015), *Science, Technology and Industry Scoreboard*, Parigi: OECD Publishing.
- OECD (2021), *The Digital Transformation of SMEs*, OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship, Parigi: OECD Publishing.
- OECD (2023), "Main Science and Technology Indicators. R&D and related highlights in the September 2023 Publication", Parigi: OECD OECD Directorate for Science, Technology and Innovation. [Disponibile online](#).
- Pianta M. (2023), "L'economia italiana negli anni venti", *il Mulino*, 72 (3), pp. 137-143.
- Pianta M., Lucchese M. e Nascia L. (2020), "The policy space for a novel industrial policy in Europe", *Industrial and Corporate Change*, 29 (3), pp. 779-795.
- Scherer F.M. (1984), *Innovation and Growth: Schumpeterian Perspectives*, Cambridge (MA): MIT Press.
- Schilling M.A. e Phelps C.C. (2007), "Interfirm collaboration networks: the impact of large-scale network structure on firm innovation", *Management Science*, 53, pp. 1113-1126.
- Schumpeter J.A. (1911), *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Schumpeter J.A. (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Sylos Labini P. (1990), "Capitalismo, socialismo e democrazia e le grandi imprese", *Moneta e Credito*, 43 (172), pp. 447-458.
- Uyarra E. e Ramlogan R. (2016), "The impact of cluster policy on innovation", in Edler J., Cunningham P., Gök A. e Shapira P. (a cura di), *Handbook of Innovation Policy Impact* (pp. 196-238), Cheltenham (UK) e Northampton (MA, USA): Edward Elgar Publishing.