

Il ruolo delle infrastrutture digitali nello sviluppo economico e gli impatti sul lavoro*

di Carlo Cambini e Lorien Sabatino

1. Introduzione

Negli ultimi anni gli investimenti in infrastrutture a banda larga ed ultra-larga hanno ricevuto un'attenzione considerevole nel dibattito pubblico e nei recenti interventi di policy. A causa della crescente domanda di larghezza di banda, gli operatori di telecomunicazioni hanno dovuto affrontare l'esigenza di aggiornare le loro reti in rame ed iniziare a costruire le reti a banda ultra-larga, le cosiddette *Very High Capacity Networks* (VHCN), basate sulla tecnologia in fibra ottica. Questa tecnologia consente un enorme aumento della capacità di banda, permettendo l'adozione di servizi e applicazioni completamente nuovi dal lato della domanda. La Commissione Europea, nel recente *Digital Compass Plan* (2023)¹, si è data come obiettivo quello di raggiungere in ogni paese europeo il target di connessioni fisse a 1 Gigabyte per tutta la popolazione entro la fine del 2030.

Raggiungere questi obiettivi comporta però costi notevoli, dovuti alla necessità di costruire un'infrastruttura completamente nuova che è in parte o interamente a base di fibra ottica. Gli investimenti previsti ammontano a circa 150 miliardi di €, una cifra non irrilevante per un settore che – da più parti – è considerato in una situazione di crisi finanziaria (Draghi., 2024).²

Le reti a banda larga ultraveloce (UBB, *ultra-broadband network*) sono tipicamente considerate come una *General Purpose Technology* (Breshnan e Trajtenberg, 1995)³, poiché hanno il potenziale di innescare guadagni di produttività e crescita economica in tutti i principali settori economici su larga scala come risultato di complementarità nelle applicazioni di prodotto e di processo. Nel

* È il testo del capitolo II della Parte Prima del libro di ASTRID, *Intelligenza artificiale e mercato del lavoro*, a cura di Paolo Lupi e Antonio Perrucci, Firenze, Passigli Editori, 2025.

¹ Commissione Europea (2023), Report on the state of the Digital Decade, Settembre, Bruxelles. Scaricabile al seguente link: https://commission.europa.eu/europes-digital-decade-digital-targets-2030-documents_en?prefLang=it

² Draghi M. (2024), The future of European competitiveness, Bruxelles, Settembre.

³ Bresnahan, T. e M. Trajtenberg (1995), "General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'?", *Journal of Econometrics* 65, 83-108.

recente White Paper della Commissione Europea (2024),⁴ ad esempio, si evidenzia che le avanzate infrastrutture di rete digitale sono un fattore chiave per tecnologie e servizi digitali trasformativi come l'intelligenza artificiale (AI), la realtà virtuale e il Web 4.0, nonché per affrontare sfide sociali come quelle nei settori dell'energia, dei trasporti o dell'assistenza sanitaria e per sostenere l'innovazione.

Lo sviluppo di un'infrastruttura di comunicazione ultraveloce produce in genere effetti positivi sia diretti che indiretti sulle attività economiche. I risultati diretti si identificano nell'incremento dell'occupazione e delle attività economiche per l'approvvigionamento della nuova infrastruttura di rete. I benefici economici indiretti sono invece legati ai guadagni di produttività, originati dall'adozione della nuova tecnologia. La produttività è stimolata da processi aziendali più efficienti e dall'accelerazione dell'innovazione, ad esempio, grazie ad una maggiore quantità di dati di migliore qualità questi possono essere trasferiti e archiviati digitalmente a costi inferiori. Inoltre, l'adozione da parte dei consumatori e delle imprese può generare loro reddito reale attraverso vari canali, come un accesso ai servizi ICT più semplice ed economico o un migliore apprendimento nell'uso degli strumenti ICT, generando a sua volta guadagni di produttività. Infine, la banda larga può consentire modelli di lavoro più flessibili, come il telelavoro, permettendo di aumentare la partecipazione e l'occupazione della forza lavoro, specialmente per le persone con responsabilità di assistenza, così come un minore inquinamento ed un tenore di vita più elevato.

In questo Capitolo, effettueremo una sintesi della letteratura economica di riferimento sugli effetti dell'infrastruttura digitale sulla crescita del sistema economico e sulla produttività delle imprese, per poi soffermarsi principalmente sul mercato del lavoro focalizzandosi su alcune evidenze recentemente emerse da studi che prendono come riferimento il mercato italiano.

2. Gli effetti macroeconomici degli investimenti in infrastrutture digitali

In generale, la letteratura concorda sull'impatto positivo della banda larga e ultra-larga sulla crescita economica.

⁴ Commissione Europea (2024), White paper. How to master Europe's digital infrastructure needs? Bruxelles.

Tra i primi studi ad analizzare l'influenza delle infrastrutture broadband sulla crescita del PIL a livello nazionale, vi è il lavoro di Röller e Waverman (2001)⁵, che si basa sui dati di 21 Paesi dell'OCSE dal 1970 al 1990. I risultati mostrano che i paesi con maggiori tassi di penetrazione delle infrastrutture broadband registrano maggiori aumenti del PIL e che l'impatto di tali strutture sulla crescita economica non è lineare. Durante il periodo di analisi, i paesi con un tasso di penetrazione delle connessioni broadband superiore al 40% sperimentavano una maggiore crescita rispetto ai Paesi con tassi di penetrazione più bassi.

Uno studio interessante è quello condotto dalla Banca Mondiale nel 2009⁶ che mostra come una variazione di 10 punti percentuali della penetrazione della banda larga standard (ossia, non ultraveloce e basata su tecnologia DSL) generi un aumento di 1,21 punti percentuali della crescita del PIL pro-capite nelle economie dei paesi sviluppati, tra cui l'Italia.

Koutroumpis (2009)⁷ esamina i dati di 22 Paesi OCSE dal 2002 al 2007 per individuare la relazione tra l'adozione della banda larga e la crescita del PIL. L'autore rileva la presenza di rendimenti crescenti dovuti agli investimenti in banda larga, sottolineando la presenza di esternalità di rete il cui impatto sulla crescita è, di nuovo, non-lineare. Nello specifico, un aumento dell'1% nell'adozione della banda larga genera un aumento dello 0,023-0,025% della crescita del PIL. Inoltre, le stime implicano che i miglioramenti nell'infrastruttura a banda larga sono responsabili di quasi il 10% dei tassi di crescita annuali dei Paesi OCSE nel periodo osservato.

Czernich et al. (2011)⁸ utilizzano i dati panel di un campione di 25 Paesi OCSE dal 1996 al 2007 e come variabile di riferimento il tasso di adozione come numero di abbonati ogni 100 abitanti. I loro risultati mostrano che un aumento della penetrazione della larga banda di 10 punti percentuali aumenta il tasso di crescita annuo del PIL pro-capite di circa 1-1,5 punti percentuali. Non certo un incremento irrilevante, soprattutto in un momento di scarsa crescita come quello che stiamo vivendo e per un paese che ha una crescita del PIL tra le più basse in Europa, come

⁵ Roller L. e Waverman L. (2001). "Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach". *American Economic Review*. 91(4): 909-923

⁶ Qiang Zeng-Wei C. e Rossotto C.M. (2009), "Economic Impacts of Broadband", in Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact, Washington, DC: World Bank.

⁷ Koutroumpis P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 33(9), 471-485.

⁸ Czernic N., O. Falk, T. Kretschmer e L. Woessmann (2011), "Broadband Infrastructure and Economic Growth", *The Economic Journal*, 121, 505-532.

l'Italia. Inoltre, Czernich et al. dimostrano che il livello del PIL pro-capite aumenta tra il 2,7 e il 3,9%, una volta che gli investimenti nelle nuove reti a banda larga siano stati realizzati.

In seguito, è stato condotto uno studio analogo per il periodo 2005-2011 da Gruber et al. (2014)⁹ e anche in questo caso le stime suggeriscono che i tassi di adozione della banda larga hanno avuto un effetto significativo e positivo sul PIL seppur con tassi di crescita decrescenti al crescere della velocità di connessione. Si osservi però che tale analisi – così come le precedenti - non utilizza dati riguardanti le più recenti connessioni ultraveloci. Le conclusioni che arrivano da oltre oceano (USA), Greenstein e McDevitt (2011)¹⁰, seguono lo stesso filone: gli studiosi, utilizzando i dati disaggregati a livello familiare per il 1999-2006, trovano relazioni positive e statisticamente significative tra la disponibilità di base della banda larga e la crescita economica.

In una analisi per il Governo britannico¹¹, è stato invece stimato che la disponibilità e un rapido *deployment* della rete in fibra ottica porti ad un aumento del Valore Aggiunto Lordo (VAL) in Gran Bretagna di circa 17 miliardi di sterline al 2024. L'analisi mostra che ogni sterlina investita in reti ultraveloci genera un ritorno netto per la collettività di 20 sterline circa, ossia un moltiplicatore venti volte superiore alla spesa effettuata. In questo studio, si sono analizzati anche i canali tramite i quali questa crescita di valore per la collettività viene generato. Lo studio evidenzia che la gran parte del valore creato (circa l'80%) deriva dall'aumento di produttività delle imprese che utilizzano connessioni ultraveloci, tramite le quali, ad esempio, sviluppare nuovi modelli di business, riorganizzare le imprese al fine di migliorare l'efficienza e la gestione dei processi industriali ad alta intensità di lavoro, estendere il commercio internazionale e sostenere l'innovazione nei prodotti e nei processi aziendali. Altri contributi significativi all'aumento del VAL derivano dalla salvaguardia del lavoro in aree che altrimenti risulterebbero svantaggiate dall'assenza di connessioni broadband, dal maggior utilizzo del telelavoro con conseguenti minori spese per gli spostamenti, e dal conseguente impatto ambientale che ne deriva, con un abbattimento di circa lo 0.3% delle attuali

⁹ Gruber H., J. Hätönen, P.Koutroumpis, (2014), "Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits", *Telecommunications Policy*, 38(11), 1046-1058.

¹⁰ Greenstein, S., e R. McDevitt, (2011), "The Broadband Bonus: Estimating Broadband Internet's Economic Value," *Telecommunications Policy*, 35(7), 617-632.

¹¹ Department for Culture, Media & Sport (2013), "UK Broadband Impact Study. Impact report", November 2013. Disponibile al link: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-broadband-impact-study--2>

emissioni di CO₂ in tutta la Gran Bretagna (ossia minori emissioni per circa 1,6 tonnellate di CO₂ per anno).

Il primo studio completo che studia invece l'impatto delle connessioni a banda larga ultra-larga è il lavoro di Briglauer e Gugler (2018)¹². Utilizzando un set di dati panel relativi ai 27 stati membri dell'UE per il periodo dal 2003 al 2015, lo studio stima un ridotto, ma significativo effetto delle reti a banda larga ultraveloce in fibra sul PIL. A partire dal risultato dell'adozione della banda larga di base (l'1% di aumento determina un incremento del PIL dello 0,015%), si registra un ulteriore incremento del Pil dello 0,004%, in conseguenza di un aumento dell'1% nell'utilizzo della rete ultraveloce. Grazie all'analisi costi-benefici, gli autori mostrano che i vantaggi incrementali della banda larga (ultra) veloce sono statisticamente significativi e maggiori di quelli della banda larga veloce. Non solo, viene anche evidenziato che solo un livello di copertura del territorio moderata, intorno al 50% della banda larga veloce o ultraveloce, giustifichi i costi di implementazione. Al contrario, una copertura completa (100% del territorio) comporterebbe perdite nette per la società evidenziando la necessità di un intervento pubblico a sostegno del completamento di una tale infrastruttura.

Alcuni autori, inoltre, non si sono concentrati solo sugli effetti dell'adozione della banda larga, bensì hanno esaminato le variazioni della velocità stessa al fine di accertare i guadagni marginali dei diversi collegamenti di velocità. Briglauer, Durr e Gugler (2020)¹³, studiando i dati panel di 401 contee della Germania dal 2010 al 2015, hanno rilevato che un aumento della velocità media della larghezza di banda di un'unità (1 Mbit/s) induce un aumento del PIL regionale dello 0,18%. Questo effetto quasi raddoppia se si considerano anche le esternalità regionali (0,31%). Infine, lo studio, tramite un'analisi costi-benefici, risponde alla cruciale questione dei guadagni di efficienza conseguenti alle sovvenzioni pubbliche. I programmi tedeschi per incoraggiare l'espansione della banda larga ad alta velocità e aumentare la velocità media della banda larga hanno generato benefici economici pro capite totali per €164, superando così i costi pro capite associati (€114).

De Clercq, D'Haese e Buysse (2023)¹⁴ hanno invece stimato gli effetti regionali sulla crescita economica in un panel di 1.348 regioni in tutti gli Stati membri

¹² Briglauer, W. e Gugler, K.P. (2018), "Go for Gigabit? First Evidence on Economic Benefits of (Ultra-)Fast Broadband Technologies in Europe." *Journal of Common Market Studies*, 57(5), 1071–1090.

¹³ Briglauer W., Dürr N., Gugler K., (2020) "A retrospective study on the regional benefits and spillover effects of high-speed broadband networks: Evidence from German counties", *International Journal of Industrial Organization*.

¹⁴ de Clercq, M., D'Haese, M. e Buysse, J. (2023). "Economic growth and broadband access: The European urban-rural digital divide," *Telecommunications Policy*, vol. 47(6).

dell'UE tra il 2011 e il 2018. Hanno distinto tra diversi livelli di velocità di connessione, aggregando i dati regionali disponibili su tutte le tecnologie a banda larga esistenti. La loro analisi ha confermato i precedenti risultati con un impatto positivo e significativo a livello nazionale, ma raggiunta una determinata soglia di velocità e livello di copertura (livello di cut-off tra i 30 e i 100 Mbit/s), l'ulteriore aumento della velocità non si traduce in una maggiore crescita economica per le regioni urbane. Al contrario, nelle aree rurali la crescita è più lenta (+5,6% contro i +12,5% nelle aree urbane) e caratterizzata da rendimenti di scala crescenti, spingendo gli autori a invocare la necessità di eliminare il divario digitale tra le due aree.

Più recentemente, l'analisi di Briglauer, Cambini, Gugler e Sabatino (2024)¹⁵ valuta se l'effetto sul PIL di investimenti a banda ultraveloce siano maggiormente guidati dalla realizzazione delle nuove infrastrutture digitali (sia fisse, sia mobili), oppure dal loro utilizzo. Usando i dati di 32 paesi OCSE nel periodo 2002-2020, i risultati mostrano che l'adozione della banda larga fissa e mobile esercita un impatto sostanziale e significativo sul PIL pro-capite, mentre la fase di *deployment* della rete di per sé mostra effetti positivi - ma minori - sul PIL pro-capite. L'adozione della banda larga fissa influisce sulla crescita del PIL pro-capite per valori compresi in un intervallo tra lo 0,026% e lo 0,034%, mentre l'adozione della banda larga mobile (4G e oltre) contribuisce tra lo 0,092% e lo 0,104%. In conclusione, mentre l'impatto dell'adozione contemporanea della banda larga mobile è sostanzialmente più elevato, l'adozione della banda larga fissa mostra effetti dinamici e cumulativi più forti, nonché effetti maggiori nei successivi periodi di implementazione.

In sintesi, gli studi suggeriscono che gli investimenti in banda larga incidano positivamente sulla crescita economica, anche se con effetti diversi da Paese a Paese. Tuttavia, emerge che il ritorno di tali investimenti diminuisca all'aumentare della velocità/capacità installata (Abrardi e Cambini, 2019¹⁶; Briglauer et al., 2024¹⁷). La Tabella 1 riassume le principali ricerche quantitative sopra analizzate in forma sinottica.

¹⁵ Briglauer W., Cambini C., Gugler K., Sabatino L. (2024), "Economic Benefits of High-Speed Broadband Network Coverage and Service Adoption: Evidence from OECD Member States", mimeo.

¹⁶ Abrardi L. & Cambini C. (2019). "Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey". *Telecommunications Policy*. 43(3), 183-198.

¹⁷ Briglauer W., Kraemer J. e Palan N. (2024). "Socioeconomic benefits of high-speed broadband availability and service adoption: A survey." *Telecommunications Policy*.

Tabella 1 – Effetti macroeconomici della banda larga e ultra-larga

	Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
Broadband	Banca Mondiale (Qiang e Rossotto, 2009)	economie dei paesi sviluppati e non, tra cui l'Italia	1980-2006	Correlazione penetrazione banda larga standard (no UBB) e PIL	10 punti percentuali di penetrazione della banda larga standard → aumento di 1,21 punti percentuali della crescita del PIL pro-capite nei paesi sviluppati
	Czernich et al. (2011)	Paesi OECD, tra cui l'Italia	1996-2007	Analisi causale tra penetrazione banda larga standard (no UBB) e PIL pro capite	10 punti percentuali di penetrazione della banda larga standard → aumento di 1-1,5 punti percentuali della crescita del PIL pro-capite nei paesi sviluppati
	Gruber et al. (2014)	Paesi Europei, inclusa l'Italia	2005-2011	Analisi causale tra penetrazione banda larga standard (no UBB) e PIL	0,22% di crescita addizionale annua di PIL per paesi con connessioni più veloci (≥ 2 Mbps)
Ultra-broadband	Briglauer e Gugler (2018)	Paesi Europei, inclusa l'Italia	2003-2015	Analisi causale tra adozione connessioni Fttx e PIL	Aumento dell'1% dell'adozione di banda larga base → aumento del Pil dello 0,015%. Effetto incrementale adozione

					banda ultraveloce → ulteriore aumento dello 0,004%
Briglauer, Durr e Gugler (2020)	401 contee in Germania	2001-2015	Analisi causale tra velocità connessioni e PIL	Aumento della velocità media della rete di 1 Mbit/s → aumento del PIL regionale dello 0,18%.	
de Clercq, M., D'Haese, M. e Buysse, J. (2023)	1348 regioni in EU	2011-2018	Analisi causale tra adozione connessioni Fttx e PIL	Aumento dell'adozione di connessioni broadband Fttx porta ad un aumento del 12,5% del PIL pro capite nelle aree urbane e del 5,6% nelle aree rurali.	
Briglauer, Cambini, Gugler e Sabatino (2024)	32 paesi OCSE, tra cui l'Italia	2002-2020	Analisi causale tra adozione e deployment connessioni Fttx e PIL	Aumento dell'1% dell'adozione → crescita del PIL pro-capite compresa tra lo 0,026% e lo 0,034%. Deployment per sé ha effetto positivo ma non significativo.	

3. Effetti della banda larga e ultra-larga sulla produttività

Esiste un filone della letteratura economica che esamina la relazione tra l'accesso alla banda larga e la produttività del lavoro e delle imprese, mostrando come l'infrastruttura tecnologica possa influenzare le loro performance. Anche in questo caso, molti autori giungono alla conclusione che l'innovazione tecnologica e alte velocità di connessione portino effetti positivi sull'attività delle imprese.

Tecnologie come la banda ultra-larga, che costituisce la spina dorsale dell'ICT, il cloud computing, l'IoT, la robotica intelligente e collaborativa, l'apprendimento automatico o l'IA possono migliorare l'efficienza dei processi aziendali e informativi, portando a significativi incrementi di produttività (Briglauer et al., 2024).¹⁸ L'uso estensivo di Internet e della rete riduce il costo delle informazioni, permette di lavorare in modalità "remote", di abbattere i tempi di produzione e distribuzione, di ottimizzare i processi che ruotano attorno all'impresa, di incrementare la capacità di innovazione, di accedere a canali di formazione per migliorare la qualità della forza lavoro.

L'impatto della maggiore velocità di connessione sulla produttività del lavoro è indagato da Grimes, Ren e Stevens (2012)¹⁹, che studiano se il passaggio dall'accesso tradizionale all'accesso a banda larga può aumentare la produttività. Lo studio mostra che l'adozione della banda larga aumenta la produttività di un'azienda del 7-10%, con effetti coerenti in tutte le aree urbane e rurali e nei settori ad alta o bassa intensità di conoscenza.

Hasbi (2020)²⁰ utilizza dati granulari su oltre 36.000 comuni francesi nel periodo 2010-2015 e studia l'impatto della presenza di una rete a banda larga ad altissima velocità sulla crescita economica locale e in particolare sul numero di imprese che operano localmente, sulla creazione di nuove imprese. I risultati mostrano un impatto positivo sul numero di aziende, sulla creazione di imprese e, infine, una riduzione della disoccupazione. È emerso infatti che la diffusione di una rete a banda larga ad altissima velocità aumenterebbe del 2,7% il numero di aziende che operano a livello locale. Per quanto riguarda la creazione di nuove imprese, l'impatto è positivo su tutti i tipi di società, ad eccezione del settore agricolo, ma risulta anche significativo solamente per le imprese del settore terziario, ossia

¹⁸ Supr. cit.

¹⁹ Grimes A., Ren C. e Stevens P. (2012), "The need for speed: impacts of internet connectivity on firm productivity", *Journal of Productivity Analysis*, 37, 187-201.

²⁰ Hasbi, M. (2020), "Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence", *Telecommunications Policy*, 44(3).

quelle che maggiormente utilizzano le infrastrutture di rete e riescono ad appropriarsi dei benefici generati.

In Italia, è stato analizzato l'impatto dell'accessibilità della banda larga di base sulle prestazioni delle imprese, utilizzando i dati regionali dei comuni della provincia di Trento per gli anni dal 2008 al 2014. Si è riscontrato un impatto positivo e statisticamente significativo della disponibilità delle connessioni ADSL2+ sulla performance economica delle società, in termini di ricavi e produttività totale dei fattori, ma senza variazioni significative nel costo del personale o nell'occupazione (Canzian et al. 2019)²¹. Risultati differenti arrivano invece da De Stefano et al. (2018)²² che esaminano gli effetti di diverse tipologie di Information and Communication Technologies (ICT) sulle prestazioni delle imprese, utilizzando dati a livello micro del Regno Unito per gli anni dal 1999 al 2005. Gli autori rilevano che le ICT influiscono in modo causale sulle dimensioni dell'impresa ma, a differenza degli studi precedentemente nominati, non influiscono sulla produttività.

Pochi studi, tuttavia, si sono concentrati sugli effetti specifici delle reti veloci e ultraveloci. Cambini, Grinza e Sabatino (2022)²³ studiano l'impatto delle infrastrutture a banda larga ultra-larga (UBB) sulla produttività totale dei fattori (TFP) e sulla produttività del lavoro (misurata come Valore Aggiunto/numero di dipendenti) di imprese italiane. Gli studiosi utilizzano dati panel di circa 182.612 società di capitale italiane osservate per il periodo 2013-2019, abbinando i dati aziendali alle informazioni a livello comunale sulla diffusione delle connessioni veloci e ultraveloci (ossia di tipo FttC e FttH). I risultati mostrano un impatto complessivamente positivo delle UBB sulla produttività. Per tenere conto dei problemi di endogeneità, causati dalla non casualità del processo di diffusione delle UFB, viene utilizzato un approccio a variabili strumentali, che sfrutta la variazione esogena della distanza tra ciascun comune e il suo "backbone node" nazionale più vicino.

I risultati suggeriscono un impatto complessivamente positivo delle UBB sulla produttività delle imprese pari al 2,9% per TFP e 3,8% per produttività del lavoro. Tuttavia, tale impatto nasconde sostanziali eterogeneità tra i settori industriali e le

²¹ Canzian, G., Poy, S., Schuller, S., (2019). "Broadband Upgrade and Firm Performance in Rural Areas: Quasi-Experimental Evidence." *Regional Science and Urban Economics*, 77, 87–103.

²² DeStefano, T., Kneller, R., Timmis, J. (2018). "Broadband Infrastructure, ICT Use and Firm Performance: Evidence for UK firms." *Journal of Economic Behavior & Organization*, 155, 110–139.

²³ Cambini C. Grinza E. e Sabatino L. (2022), "Ultra-Fast Broadband Access and Productivity: Evidence from Italian Firms", *International Journal of Industrial Organization*.

posizioni geografiche. Innanzitutto, solo le società di servizi ottengono significativi guadagni di produttività dalle connessioni veloci e ultraveloci. Sulla stessa linea, solo le imprese del Nord-Ovest e del Sud Italia registrano significativi incrementi di produttività dai collegamenti UBB. Sebbene le infrastrutture di tipo Fiber to the Cabinet (FttC) – che mixano tecnologia in fibra e in rame - siano ritenute un driver significativo della produttività delle imprese, i risultati mostrano un ulteriore contributo positivo delle reti Fiber to the Home (FttH) più complete dal punto di vista della tecnologia in fibra. Si stima che le connessioni FttH potenzino l'effetto di incremento della produttività per un ulteriore 1,2% per la TFP e un 1,5% per la produttività del lavoro, rispetto alle connessioni FttC.

Il meccanismo che sembra portare a questi effetti positivi è legato a come la banda larga impatta sulla composizione del lavoro. Il *roll-out* dell'UFB è correlato alla riduzione significativa della quota di lavoratori poco qualificati occupati nelle imprese, nonché a un aumento significativo del numero di dipendenti giovani. Questi risultati sono coerenti con l'esistenza di un sostanziale divario digitale generazionale, basato sulle competenze per cui le imprese tendono a riconfigurare la propria forza lavoro a favore dei dipendenti maggiormente in grado di sfruttare i vantaggi offerti dalla rivoluzione digitale

Risultati contrastanti vengono evidenziati da Sarachuck K. e Mißler-Behr M. (2020)²⁴ che hanno cercato di scoprire se la fornitura di banda larga ad alta velocità abbia avuto un effetto sui tassi di ingresso delle imprese nel Brandeburgo, in Germania. La fornitura di Internet ad alta velocità non sembra essere statisticamente significativa nei comuni sviluppati o adiacenti a Berlino. Al contrario, nelle aree periferiche hanno osservato un effetto negativo e significativo, al contrario di quanto trovato in Conroy T. e Low S. (2021)²⁵ che mostrano come Internet a banda ultra-larga abbia il potenziale per migliorare l'imprenditorialità, favorendo la nascita di piccole imprese nelle zone rurali.

Il problema dell'impatto delle nuove connessioni ultraveloci sull'entrata e uscita delle imprese è oggetto di analisi anche nel lavoro di Cambini e Sabatino (2023)²⁶ che utilizza i dati di *deployment* delle connessioni in fibra a livello di comune italiano dal 2015 al 2019, unitamente ai dati della Camera di Commercio sulle

²⁴ Sarachuk K., Mißler-Behr M., (2020), "Is Ultra-Broadband Enough? The Relationship between High-Speed Internet and Entrepreneurship in Brandenburg", *International Journal of Technology*, 11(6).

²⁵ Conroy T. e Basso S. (2022). "Entrepreneurship, Broadband, and Gender: Evidence from Establishment Births in Rural America", *International Regional Science Review*, 45(1), 3-35.

²⁶ Cambini C. e L. Sabatino (2023), "Digital Highways and Firm Turnover", *Journal of Economics and Management Strategy*.

iscrizioni e de-iscrizioni delle imprese italiane nei diversi settori ATECO. I risultati mostrano che - in media - un anno in più di connessioni veloci e ultraveloci porta ad un aumento delle uscite delle imprese italiane in un range che va dallo 1,9% al 2,8% (circa 6500 imprese per anno). Questa riduzione però è sostanzialmente legata all'uscita delle imprese piccole (sotto i 2 dipendenti) e delle imprese individuali, mentre non sembrano avere impatto sulle imprese di grandi dimensioni.

Non solo, gli effetti sono molto diversificati a seconda dei settori industriali, come evidenziato nella seguente Tabella 2 in cui si riporta il segno della variazione lasciando la quantificazione dell'effetto al lavoro originale.

Tabella 2 – Gli effetti a livello settoriale

Settore	Entrata		Uscite		Saldo	Digital Intensity Index (OCSE)
	Piccole Imprese	Medie Imprese	Piccole Imprese	Medie Imprese		
Commercio	-	↓	↑	-	↓	Medio-Alto
Hotel & Restaurants	-	↓	↑	-	↓	Basso
Telecomunicazioni	-	↑	-	-	↑	Alto
Intermediazione Finanziaria	-	↑	-	-	↑	Alto
Attività Professionali	↑	↑		-	↑	Alto
Travel & Renting	↑	-	↑	-	↓	-

Fonte: Cambini e Sabatino (2023)

Nei settori ad alta intensità di utilizzo delle tecnologie digitali, come classificati dall'OCSE (Calvino et al., 2018)²⁷, tra cui i settori delle Telecomunicazioni, dei

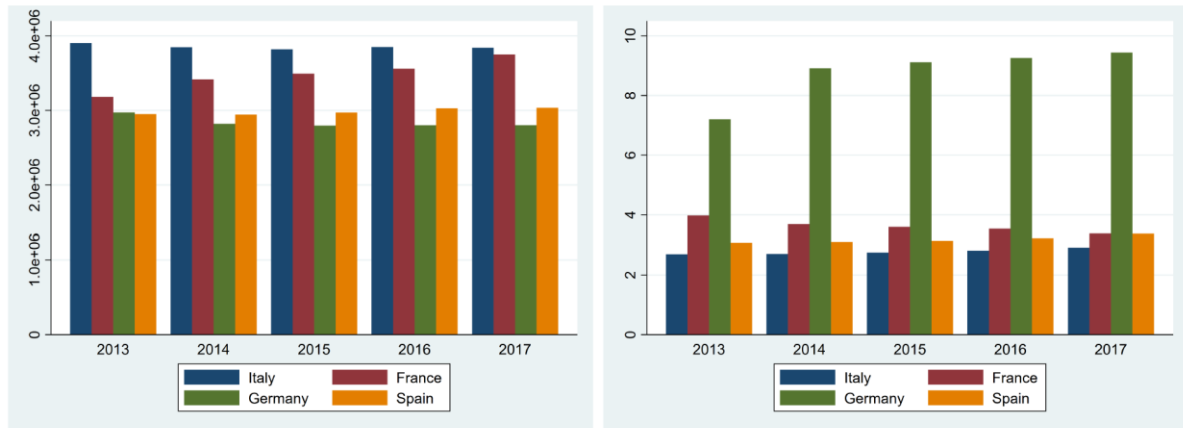
²⁷ Calvino F., C. Criscuolo, L. Marcolin, e M. Squicciarini (2018). A taxonomy of digital intensive sectors.

Servizi Professionali e dell'Intermediazione Finanziaria, in realtà si osserva una entrata netta di imprese. In tali settori, peraltro, come evidenziato dai dati ISTAT, si riscontra altresì un'ampia quota di lavoratori con elevate competenze (i cosiddetti *skilled workers*, ossia lavoratori con laurea) a testimonianza, dunque, che la disponibilità di reti veloci e ultraveloci, congiuntamente con le capacità imprenditoriali e dei lavoratori di sfruttare le potenzialità delle tecnologie, ha un effetto positivo sulla creazione di nuove imprese. È dunque sempre più importante la complementarità tra disponibilità di infrastruttura e capacità manageriale di utilizzo della stessa per generare un impatto positivo.

Nei settori con basso livello di digitalizzazione e bassa quota di lavoratori laureati, si osserva invece una uscita netta di imprese. Questo avviene, in particolare, in settori come gli Hotel & Ristoranti, il Commercio e il settore dei Viaggi e Noleggi. In questi settori, è probabile che la maggiore connettività aumenti il grado di concorrenza sia interno (ossia tra le stesse imprese che usano o non usano Internet veloce), sia esterno ai settori, con un forte impatto dei giganti del web che stanno fortemente ridisegnando molti settori industriali in un'ottica del *winner-takes-most of the market* (Autor et al., 2020)²⁸.

Ovviamente, nel valutare questo impatto vi è altresì da tener conto della estrema parcellizzazione del tessuto industriale italiano formato da un numero elevatissimo di piccole medie imprese anche rispetto a ciò che avviene in altri paesi come il grafico sotto riportato evidenzia:

²⁸ Autor, D., D. Dorn, L. F. Katz, C. Patterson, e J. Van Reenen. (2020) "The fall of the labor share and the rise of superstar firms." *The Quarterly Journal of Economics*, 135(2):645- 709.



Panel (a)

Panel (b)

Figura 4 – Numero di imprese operative (panel a) e numero di dipendenti medio per impresa (panel b) in 4 paesi Europei.

Fonte: Cambini e Sabatino (2023)

Ne consegue che la disponibilità di nuove infrastrutture digitali potrebbe in qualche modo favorire un consolidamento nel mercato, con potenziali effetti positivi sul tessuto industriale italiano, come da più parti indicato (Schivardi e Schmitz, 2020)²⁹. La Tabella 3 sintetizza le analisi sopra riportate.

Tabella 3 – Effetti della banda larga e ultra-larga sulla produttività delle imprese e sulla dinamica entry/exit

Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
Grimes, Ren e Stevens (2012)	Nuova Zelanda	2005-2006	Correlazione tra produttività del lavoro (VA/n. lavoratori) ed accesso broadband (no UBB)	Aumento della produttività del lavoro tra il 7-10% in imprese che hanno broadband rispetto a quelle che non hanno broadband
Canzian et al. (2019)	Italia – Regione Trentino	2008-2014	Analisi di correlazione tra disponibilità	Disponibilità di connessioni fino a 20 Mbit/s → incremento

²⁹ Schivardi F. e T. Schmitz. (2020), The IT revolution and Southern Europe’s Two Lost Decades”, *Journal of the European Economic Association*, 18(5):2441-2486, 2020.

Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
			connessioni ADSL2+ e produttività imprese	del 9,1% della produttività per intero periodo di analisi
De Stefano et al. (2018)	UK	1999-2005	Analisi di correlazione tra disponibilità connessioni broadband (no UBB) e produttività imprese	Nessun impatto su produttività
Cambini, Grinza e Sabatino (2022)	Italia, tutti i comuni	2013-2019	Analisi causale tra produttività impresa (sia lavoro sia TFP) e connessioni Fttx	Disponibilità di connessioni Fttx → aumento medio del 2,9% per TFP e del 3,8% per produttività del lavoro. Effetto addizionale connessioni FttH: + 1,2% per la TFP e + 1,5% per la produttività del lavoro.
Hasbi (2020)	Francia, 36.000 comuni	2010-2015	Analisi di correlazione tra reti presenza Fttx e crescita numero imprese locali	Diffusione di una rete a banda larga ad altissima velocità → aumento del 2,7% numero di imprese
Cambini e Sabatino (2022)	Italia, tutti i comuni	2015-2019	Analisi causale tra entrata/uscita imprese e connessioni Fttx	Un anno in più di connessioni veloci e ultraveloci → aumento delle uscite

Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
				delle imprese italiane tra il 1,9% al 2,8%. Effetti molto differenziati per settori, con effetti <u>positivi</u> (ossia più entrata) in settori più Digital Intensive

4. Effetti della banda larga e ultra-larga sul mercato del lavoro

Oltre a influenzare la crescita economica, l'accesso alla banda larga può avere un impatto anche sul mercato del lavoro, incidendo su occupazione, sui livelli salariali e sulle possibilità di trovare lavoro. In generale, molte analisi mettono in evidenza che la creazione di infrastrutture digitali all'avanguardia hanno effetti positivi anche nel mercato del lavoro. In particolare, l'analisi esposta nella precedente sezione evidenzia che la presenza di un'infrastruttura digitale avanzata favorisce aumenti di produttività per le imprese, seppur in modo non omogeneo tra settori, e ad una dinamica di entrata e uscita di imprese nel mercato. Ci sia aspetta quindi un conseguente effetto anche sul mercato del lavoro più o meno rilevante. Questo effetto positivo è presente in letteratura?

Alcuni studi dei primi anni Duemila, che fanno principalmente riferimento al mercato americano,³⁰ stimano che la realizzazione di un'infrastruttura digitale a banda larga e ultra-larga generi un incremento di occupazione pari a 61.000 posti all'anno, mentre altri contributi³¹ hanno messo a confronto città americane dotate o meno di banda larga, verificando la presenza di un differenziale positivo in termini di crescita dell'occupazione tra le città dove gli investimenti sono più estesi rispetto a quelli in cui queste reti sono meno disponibili.

³⁰ Crandall R., C. Jackson, H. Singer, (2003), "The Effects of Ubiquitous Broadband Adoption on Investment, Jobs and the US Economy," Criterion Economics, LLC, September.

³¹ Gillett, Sharon, William Lehr, Carlos Osorio, and Marvin Sirbu (2006). "Measuring Broadband's Economic Impact."

In altri studi³², si osserva che la creazione di una rete ultraveloce determina la nascita di posti di lavoro di tipo diretto ed indiretto, legati - rispettivamente - alla posa ed alla manutenzione della rete nonché alla crescita della domanda di prodotti e servizi collegati. Nello specifico caso analizzato, con riferimento alla Regno Unito, a fronte di un investimento di 35,2 miliardi di dollari per otto anni, si stima che sia possibile generare 166.000 posti di lavoro diretto, 71.700 posti per la produzione di attrezzatura e 974.000 posti per accogliere la domanda di servizi. Infine, per la Germania³³ è stato stimato che l'ampliamento della banda larga avrebbe portato ad un aumento di circa 541.000 lavoratori per anno, sia diretti, sia indiretti in altri settori, per una crescita addizionale cumulata del PIL tedesco stimata in €33.4 miliardi in dieci anni.

Tutte queste analisi determinano un effetto aggregato stimato senza però evidenziare in modo preciso l'effetto causale che tale investimento può generale. In questa Sezione studieremo i lavori che analizzano questo effetto causale, mettendo altresì in evidenza alcune – ancor limitate – evidenze sul mercato italiano. Questo approccio – come vedremo - permetterà di mettere in evidenza effetti molto più eterogenei sul mercato del lavoro (in termini di livello di occupazione, salari, skill) rispetto a quelli fin qua evidenziati.

4.1. *Effetti aggregati sull'occupazione e su skill composition della banda larga*

Tra i primi articoli accademici a fornire importanti contributi sul tema c'è quello di Kolko (2012)³⁴, che ha utilizzato i dati a livello comunale e di contea per gli USA nel periodo 1999-2006 per analizzare l'impatto del numero di operatori telefonici con infrastruttura a banda larga, sulla crescita e l'occupazione a livello locale. Il suo lavoro si è concentrato principalmente sull'espansione disomogenea della banda larga. L'autore ha mostrato una relazione positiva tra la disponibilità di banda larga e occupazione, con un aumento medio di circa il 5,3% dove il numero di competitor telefonici è più elevato ed una crescita più bassa in presenza di meno operatori telefonici nell'area di riferimento. L'autore ha anche incluso

³² Si veda la rassegna realizzata dalla società SQW per il Governo britannico nel 2013 e disponibile sul sito:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/257006/UK_Broadband_Impact_Study_-_Impact_Report_-_Nov_2013_-_Final.pdf .

³³ Katz, R., S. Vaterlaus, P. Zenhäusern, e S. Suter. (2010). "The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy." *Intereconomics: Review of European Economic Policy* 45 (1): 26–34.

³⁴ Kolko J. (2012). Broadband and Local Growth. *Journal of Urban Economics*, 71(1), pp. 100-113.

un'analisi su dati precedenti, dal 1992 al 1999, evidenziando effetti ambigui su altre variabili relative alle famiglie: nel periodo 1992-1999 c'era un'influenza positiva sul tasso di occupazione, retribuzione media per il dipendente e reddito mediano, mentre nel periodo 1999-2006 non ha rilevato effetti significativi sui primi due indicatori e addirittura un impatto negativo sul reddito mediano.

Whitacre et al. (2014)³⁵ evidenziano che, sebbene l'adozione della banda larga abbia un impatto positivo sull'occupazione totale, lo stesso non vale per la sola presenza (deployment) della stessa. Gli autori hanno utilizzato un dataset che combina dati sulla disponibilità e adozione della banda larga su connessioni wireline con variabili demografiche e socioeconomiche a livello di contea negli USA tra il 2008 e il 2011. I risultati hanno evidenziato che le aree non metropolitane con elevati livelli di infrastrutturazione sono associate a una minore occupazione totale, probabilmente dovuta alla tendenza a esternalizzare elettronicamente il lavoro. Gli effetti più marcati sui posti di lavoro si ha quando viene considerata l'adozione delle connessioni broadband a livello di impresa, piuttosto che la presenza dell'infrastruttura fisica. Gli autori mostrano che l'aumento dell'adozione della banda larga è associato con un aumento del reddito familiare medio ed una riduzione della disoccupazione, confermando che l'adozione ha un ruolo primario nello sviluppo economico rurale.

Uno studio su dati Norvegesi evidenzia invece l'impatto differenziale che le connessioni broadband possono avere in base al grado di specializzazione dei lavoratori. Akerman et al. (2015)³⁶ mostrano che la disponibilità e l'adozione di connessioni a banda larga da parte delle imprese incrementa la produttività del lavoro e aumenta le retribuzioni dei lavoratori qualificati (cosiddetti *skilled workers*), mentre peggiora i risultati del mercato del lavoro per i lavoratori meno qualificati. Questo studio, estremamente importante per il tipo di dato che viene utilizzato a livello di competenze del lavoratore, evidenzia un risultato particolare, noto come *skill-bias effect*: solo i lavoratori con capacità elevate riescono ad ottenere benefici dall'uso delle nuove infrastrutture digitali, mentre i lavoratori meno preparati non ottengono sostanziali miglioramenti del proprio status lavorativo.

³⁵ Whitacre B., Gallardo R. e Strover, S. (2014). Broadband's Contribution to Economic Growth in Rural Areas: Moving Towards a Causal Relationship. *Telecommunications Policy*, 38(11), pp. 1011-1023.

³⁶ Akerman, A., Gaarder, I., e Mogstad, M. (2015). "The skill complementarity of broadband internet". *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1781-1824.

Tra gli studi più recenti legati agli effetti negli USA, si cita quello di Isley e Low (2022)³⁷, che hanno indagato gli effetti dell'adozione della banda larga sul tasso di occupazione nelle contee rurali durante aprile e maggio 2020, ovvero durante l'apice delle interruzioni legate al COVID-19. Essi hanno utilizzato un dataset con dati di penetrazione e disponibilità della banda larga e, in generale, dell'adozione di connessioni Internet. I loro risultati suggeriscono che, durante l'apice delle interruzioni legate al COVID-19, la maggiore disponibilità e adozione di banda larga ha portato a tassi di occupazione più elevati nelle aree rurali degli Stati Uniti. I risultati hanno mostrato che un aumento di un punto percentuale della disponibilità di banda larga ha aumentato il tasso di occupazione dello 0,368%, mentre l'effetto è pari a 0,869% in presenza di connessioni ultraveloci.

4.2. *Gli effetti della velocità di connessione sul lavoro*

Molti dei lavori precedentemente utilizzati evidenziano effetti eterogenei delle connessioni broadband sulle varie dimensioni del lavoro. Il tema della velocità di connessione però ha avuto una attenzione nella letteratura a partire dagli ultimi anni.

Con riferimento al mercato statunitense, Bai (2016)³⁸ mostra che più la popolazione ha accesso alla banda larga (definita nel suo studio come normale, se la velocità è compresa tra 3Mbit/s e 100 Mbit/s, veloce tra i 100 Mbit/s e 1 Gbit/s, superveloce se supera 1 Gbit/s), maggiore è il tasso di occupazione. Più nel dettaglio, se gli effetti di questi tre tipi di tecnologia sono tutti positivi e significativi (0,290 pp. per la normale, 0,366 pp. per la veloce e 0,222 pp. per la superveloce), quello della banda larga veloce è superiore a quello della normale, mentre quello della superveloce è minore degli altri due, suggerendo perciò ritorni decrescenti della velocità della rete sul tasso di occupazione, nel passaggio alla banda ultra-larga.

Lobo et al. (2020)³⁹ sfruttano i dati di 95 contee dello Stato del Tennessee, che è stata la prima area ad offrire la banda larga a velocità Gigabit a famiglie e imprese già nel 2011. Questo studio indaga gli effetti della banda ad alta velocità (definita

³⁷ Isley C. e Low S. A. (2022). Broadband adoption and availability: Impacts on rural employment during COVID-19. *Telecommunications Policy*, 46 (2022), 102310.

³⁸ Bai, Y. (2016). "The Faster, the Better? The Impact of Internet Speed on Employment." Disponibile al link: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2772691.

³⁹ Lobo, B.J. e Alam, M.R., Whitacre, B.E., 2020. "Broadband speed and unemployment rates: Data and measurement issues," *Telecommunications Policy*, vol. 44(1).

come 100Mbit/s) e ad altissima velocità (1 Gbit/s) sui tassi di disoccupazione dal 2011 al 2016. I risultati delle analisi hanno mostrato che la velocità della banda larga ha un effetto di rilievo e si traduce in una disoccupazione inferiore di circa 0,26 punti percentuali nelle contee con infrastrutture ad alta velocità rispetto alle contee con banda larga di base. Anche la presenza di connessioni ad altissima velocità sembra ridurre i tassi di disoccupazione, ma il campione limitato non ha portato ad effetti significativi.

In uno studio più recente, Hasbi e Bohlin (2022)⁴⁰ non rilevano invece alcun impatto significativo della qualità della banda ultra-larga né sul reddito medio né sulla disoccupazione. L'analisi utilizza dati trasversali aggregati a livello micro che coprono circa 700 località in Svezia, dal 2009 al 2017, e suggeriscono effetti eterogenei tra le località a seconda sia del livello di istruzione della popolazione locale che delle dimensioni del comune. I risultati sottolineano una chiara distinzione tra località con un'alta e una bassa percentuale di laureati. La qualità della banda larga sembra avere un effetto negativo sia sul reddito medio che sul tasso di disoccupazione nelle località con abitanti altamente istruiti che si trovano in una piccola città di meno di 19.000 abitanti. A parte i piccoli comuni, le stime non suggeriscono che la qualità della banda larga incida sul reddito della forza lavoro altamente qualificata. Nel complesso, non viene riscontrata alcuna correlazione tra la qualità della banda larga e il reddito mediano nelle aree caratterizzate da un'elevata percentuale di lavoratori poco qualificati. Lo stesso vale per l'associazione tra qualità della banda larga e tasso di disoccupazione. Hasbi e Bohlin (2022) concludono che l'uso della banda larga ad alta velocità come strumento per ridurre la disoccupazione e migliorare il reddito annuo dei cittadini ha scarso significato economico. Ad influenzare il tasso di occupazione non sono solo le variabili relative alla dimensione del comune e al livello di istruzione della popolazione locale, ma anche l'intensità del capitale informatico che genera un effetto negativo sulla forza lavoro necessaria alle imprese.

È altresì emerso che la qualità di banda larga ha diminuito il reddito medio e ridotto la disoccupazione nelle piccole località. Al contrario, è stata riscontrata una relazione positiva con il reddito dei lavoratori qualificati nella città medie, mentre non ci sono stati effetti significativi in quelle grandi. Inoltre, è stata evidenziata una relazione negativa tra velocità e tasso di disoccupazione nelle località con lavoratori *high-skilled*: questa relazione negativa aumentava linearmente

⁴⁰ Hasbi M. e Bohlin E. (2022), "Impact of broadband quality on median income and unemployment: Evidence from Sweden", *Telematics and Informatics*, Volume 66.

all'aumentare della velocità di connessione in confronto alle città senza banda larga. Invece, i lavoratori *low-skilled* sono sembrati essere più a rischio di disoccupazione solo nelle località con bassa velocità e non hanno riscontrato alcuna correlazione con il reddito. Nel complesso, gli autori hanno concluso che il tasso di disoccupazione fosse più basso nelle località più popolate per entrambe le tipologie di lavoratori e hanno dimostrato la presenza sia di effetti positivi che negativi, seppur dall'impatto economico piuttosto limitato.

4.3. Reti a banda ultra-larga: effetti sul mercato del lavoro italiano

Una prima analisi sul mercato del lavoro, ed in particolare su quello autonomo, è stata effettuata nel lavoro di Abrardi, Cambini e Sabatino (2023)⁴¹ per il periodo 2012-2019. Utilizzando un ricco dataset con informazioni sulle coperture veloci e ultraveloci a livello comunale fornito dalle società TIM e Open Fiber, lo studio effettua un'analisi su PIL e occupazione, a partire dai dati delle dichiarazioni dei redditi pubblicate dal Ministero dell'Economia e delle Finanze (MEF). Queste informazioni consentono di analizzare l'impatto sull'occupazione comunale, misurato come numero di contribuenti e reddito medio pro-capite, distinguendo tra redditi da lavoro autonomo e da lavoro dipendente.

I risultati ottenuti mostrano come la rete ultra veloce abbia un effetto trascurabile sul reddito da lavoro aggregato. Tuttavia, gli autori riscontrano un significativo effetto positivo sul reddito dei lavoratori autonomi. Le stime evidenziano come la presenza di reti veloci e ultraveloci determini un aumento dell'1,6% del reddito da lavoro autonomo, con un impatto di lungo periodo pari al 5%. L'effetto positivo delle connessioni veloci e ultraveloci (Fttx) sul reddito da lavoro autonomo è dovuto in larga misura all'aumento del numero dei lavoratori, piuttosto che del loro reddito pro-capite. Inoltre, è concentrato nelle aree urbane, nei comuni dove la popolazione ha un livello di istruzione più elevato, nei comuni del quartile superiore e inferiore della distribuzione del PIL e nelle regioni meridionali e nord-occidentali d'Italia.

Rispetto allo studio appena presentato, Abrardi, Cambini, Grinza e Sabatino (2024)⁴² hanno indagato ulteriori effetti in un'analisi più recente con riferimento

⁴¹ Abrardi L, Cambini C. e Sabatino L. (2023). The impact of ultra-fast broadband on labor income: an event study approach, *Economics of Innovation and New Technology*.

⁴² Abrardi L, Cambini C., Grinza E. e Sabatino L. (2024). Advanced digital technologies and firm-level employment outcomes, mimeo.

allo stesso periodo. Nello specifico, hanno spostato il focus sugli effetti della disponibilità di UBB sui livelli di occupazione e sulla composizione della forza lavoro, partendo da un set di dati panel delle imprese italiane con più di 10 addetti, dei quali sono note alcune caratteristiche contrattuali e anagrafiche dei lavoratori tramite l'utilizzo dei dati INPS. Gli autori trovano un impatto positivo del +2,7% annuo sull'occupazione complessiva per ogni anno di presenza di connessioni a banda ultra-larga. In riferimento ai contratti di lavoro, le stime hanno mostrato che l'introduzione dell'UBB ha indotto solo l'aumento dell'occupazione dei dirigenti intermedi (+5,2%) e over 50 (+9,9%), suggerendo una complementarità tra dotazione tecnologiche e posizioni di lavori a maggior esperienza (Agrawal et al., 2019).⁴³

L'analisi è poi andata a vedere se questo effetto fosse o meno diverso per aziende con maggiore o minore intensità tecnologica. L'aumento dell'occupazione risulta più marcato nelle aziende ad elevato contenuto tecnologico, che vedono un aumento dell'11% per i dirigenti intermedi e del 12% per i lavoratori over 50, a fronte di un aumento dell'8,2% e del 3,4% nelle aziende low-tech. I blue collar operanti in imprese a bassa intensità tecnologica vedono invece una riduzione di occupazione (-3,3% su base annua) evidenziando possibili effetti di sostituzione (parziale) tra la presenza di reti UBB e posizioni di basso livello.

Un'altra questione importante riguarda il contenuto di competenze dei lavori. Le domande a cui gli autori hanno cercato di dare una risposta sono state: all'interno delle diverse categorie di lavoro, di quale tipo i lavoratori sono i più colpiti? Coloro che sono relativamente più o meno qualificati? A questo fine, data l'assenza delle competenze nel dataset INPS a disposizione per la ricerca, il lavoro utilizza la categorizzazione dei lavoratori di un'impresa in base al loro salario relativo livello, utilizzato come proxy delle competenze. I risultati evidenziano che nelle imprese high tech si osserva un aumento dell'occupazione del +4,4% per i dirigenti intermedi, ma anche un +11,1% per i white collar (e.g. tecnici specializzati). Nuovamente, questo risultato evidenzia la presenza di un forte impatto complementare dell'UBB sul livello di posizioni lavorative a più elevato salario in aziende ad alto contenuto tecnologico, sia in ruoli manageriali (middle manager) che tra posizioni altamente specializzate (impiegati ad alta retribuzione), coerenti con il *task-based approach* dovuto al cambiamento tecnologico.

⁴³ Agrawal, A., Gans, J.S., Goldfarb, A. (2019). "Artificial intelligence: The ambiguous labor market impact of automating prediction". *Journal of Economic Perspectives* 33, 31–50.

Nelle imprese low tech invece l'aumento dell'occupazione è meno marcato e pari ad un +4,7% per i white collar. I lavoratori meno specializzati invece affrontano una riduzione del proprio salario medio, pari a circa un -5%, subendo evidentemente un impatto negativo dall'introduzione delle reti ultraveloci. Questi risultati suggeriscono che le imprese a bassa tecnologia si trovano ad affrontare una riduzione delle posizioni lavorative relative agli operai specializzati.

L'analisi di Abrardi et al. (2024) evidenzia alcuni risultati interessanti con effetti mediamente positivi ma apparentemente incentrati su specifiche categorie di lavoratori, in linea con evidenze da altri paesi. Tali effetti risultano positivi anche per le imprese ad alta intensità tecnologica, che evidentemente riescono a complementare meglio la presenza di infrastrutture digitali avanzate con lavoratori ad elevata specializzazione, ma anche – seppur in modo minore - per imprese low-tech e per i “white collars”. A subire gli effetti negativi sembrano invece i lavoratori blue collar operanti in settori a bassa intensità tecnologica, dove – come visto nella Sezione 2, si ha anche una uscita più marcata di imprese dal mercato.

4.4. Altri effetti sul matching domanda-offerta, tassi di re-employment e lavoro da remoto

Prima di concludere, è utile soffermarsi anche su altri studi recenti che esplorano ulteriori effetti di interesse che permettono di meglio comprendere l'effetto pervasivo che la presenza e l'uso delle infrastrutture digitali avanzate può generare sul mercato del lavoro.

Una prima analisi svolta da Bhuller et al. (2020)⁴⁴ studia gli effetti della banda larga sull'interazione domanda e offerta di lavoro in Norvegia. La loro analisi empirica combina una notevole quantità di informazioni: i dati a livello di individuo residente sono stati infatti combinati con quelli ottenuti dai dataset relativi ai rapporti datore di lavoro-dipendente, quelli delle persone in cerca di lavoro o disoccupate e quelli relativi alle offerte di lavoro, che a sua volta includono informazioni dettagliate anche sulle date di pubblicazione e sulla durata dei posti vacanti a livello di azienda e stabilimento. Inoltre, gli autori hanno potuto accedere a informazioni sull'utilizzo dei media per ciascun residente e sulla percentuale di famiglie coperte da Internet a banda larga in ogni comune, intesa come velocità di download superiore a 256 Kbit/s (broadband base). Dall'analisi dei dati, gli autori

⁴⁴ Bhuller, Manudeep, Andreas R Kostøl, and Trond C Vigtel. (2020). “How Broadband Internet Affects Labor Market Matching”, mimeo.

hanno rilevato che le aziende con copertura completa della banda larga avevano il 20% di probabilità in più di utilizzare gli annunci di lavoro online per la pubblicazione di offerte di lavoro. La disponibilità di banda larga ha inoltre ridotto i problemi di reclutamento (-13%) e ha accelerato l'occupazione dei posti vacanti del 9%, da cui ne è conseguito un aumento dei tassi di assunzione di 0,6 punti percentuali. Focalizzandosi sui lavoratori, le stime hanno riportato che il tasso di occupazione tra le persone in cerca di lavoro con copertura totale era superiore di 1,6 punti percentuali rispetto a quelle senza copertura. Inoltre, nei casi di re-impiego, i lavoratori ottenevano un salario più alto del 3,5% alla stipula del contratto, confermando l'idea che Internet migliori l'efficienza del *matching*, in quanto offre al lavoratore un'opzione esterna più forte durante la contrattazione salariale con il datore di lavoro. Le evidenze hanno anche indicato che la durata del rapporto di lavoro tende ad allungarsi. Dal lato delle imprese, invece, la disponibilità di banda larga ha portato a una riduzione dei costi di assunzione dal 7 al 17%. Tutti questi aspetti hanno portato gli autori a concludere che la disponibilità di banda larga sia un fattore rilevante nell'influenzare il punto d'incontro tra domanda e offerta di lavoro.

Il tema del re-employment è stato affrontato anche da Gürtzgen et al. (2021).⁴⁵ Gli autori si sono proposti di identificare l'impatto di Internet sull'incontro tra domanda e offerta di lavoro tra il 1998 e il 2008 in Germania. Gli autori hanno sfruttato la variazione della disponibilità di tecnologia DSL (quindi del broadband base, non ultraveloce) a livello regionale per quantificare l'effetto di Internet sulle probabilità di reimpiego. Misurando la presenza di broadband come la percentuale di famiglie a livello comunale per le quali la DSL è potenzialmente disponibile, gli autori hanno utilizzato i dati dell'Agenzia Federale per l'Impiego tedesca per misurare la durata della disoccupazione e le probabilità di re-employment. I risultati mostrano che si ha il 2,3% di probabilità in più di re-impiego se ci si trova in un comune vicino a centrali a banda larga (ossia a meno di 4,2 km di distanza da tale centrale, comuni definiti "fortunati"), in coerenza con l'idea che le persone maggiormente esposte a Internet cambino il proprio comportamento facendo un uso più efficiente degli strumenti di ricerca di lavoro online. Inoltre, i lavoratori maschi hanno il 4% di probabilità in più di trovare lavoro già dopo il quarto mese se si trovano nei comuni cosiddetti fortunati. A livello di genere, gli uomini hanno

⁴⁵ Gürtzgen, N., A. D., Pohlan, L., e van den Berg, G. J. (2021). Do digital information technologies help unemployed job seekers find a job? Evidence from the broadband internet expansion in Germany. *European Economic Review*, 132, 1-20. Article 103657

dimostrato un uso più intensivo della ricerca online rispetto alle donne, ma questo non si è tradotto in un numero maggiore di colloqui.

Tra i più recenti shock, la pandemia di Covid-19 è stata l'evento più significativo, sconvolgendo vite ed economie di tutto il mondo ed evidenziando il ruolo cruciale della connettività digitale nel mantenere il funzionamento delle nostre società. La letteratura economica ha portato alla luce diversi aspetti critici ma, mantenendo il focus sull'occupazione, uno dei maggiori fattori di resilienza economica in questo periodo è stato il telelavoro che, sebbene fosse compatibile con molti lavori, presupponeva l'accesso a Internet da parte dei lavoratori. La disponibilità di banda larga era dunque diventata una condizione necessaria per consentire il lavoro da casa.

Nel loro studio, Carvalho et al. (2022)⁴⁶ hanno analizzato l'impatto di diversi fattori, con particolare enfasi sullo smart working, nei primi 9 mesi della pandemia in 12 stati a sud-est degli Stati Uniti. Gli autori hanno combinato le informazioni relative a fattori specifici della pandemia con l'adozione della banda larga, disoccupazione, composizione settoriale a livello di contea, caratteristiche della popolazione e, infine, con le stime di lavori che potevano essere svolti da casa distinguendo per settore. Il periodo di raccolta dati comprendeva la fase pre-pandemica, la fase di crescita della disoccupazione fino ad aprile 2020 e quella di diminuzione fino a dicembre. I risultati mostrano che la possibilità di smart working non ha avuto alcun impatto sui tassi di disoccupazione da febbraio ad aprile nelle contee con tassi di adozione della banda larga inferiori al 50%, mentre ha avuto un effetto di -0,21 punti percentuali nelle contee con tassi d'adozione maggiori. I risultati indicano generalmente che molti degli stessi fattori che hanno contribuito a un minore aumento della disoccupazione da febbraio ad aprile hanno anche contribuito a una maggiore riduzione della disoccupazione da aprile a dicembre, ad eccezione delle aree metropolitane che hanno registrato un calo maggiore durante questo periodo.

In Tabella 3 sintetizziamo alcuni dei principali lavori sopra descritti.

⁴⁶ Carvalho M., Hagerman A. D. & Whitacre B. (2022). Telework and COVID-19 Resiliency in the Southeastern United States. *Journal of Regional Analysis & Policy*, 52(1), 19-34

Tabella 3 – Effetti sul mercato del lavoro della banda larga e ultra-larga: sintesi di alcuni lavori

	Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
Broadband	SQW per UK government (2013)	UK	2013	Analisi di impatto	A fronte di un investimento di 35,2 miliardi di dollari per otto anni, si possono generare 166.000 posti di lavoro diretto, 71.700 posti per la produzione di attrezzature e 974.000 posti per accogliere la domanda di servizi
	Whitacre et al. (2014)	USA	2001-2010	Correlazione con dipendenza spaziale tra tasso di occupazione e connessioni broadband	La disponibilità di infrastruttura incide negativamente su occupazione, reddito familiare medio e sui redditi dei proprietari non agricoli nelle aree non metropolitane. L'adozione influenza positivamente il reddito familiare medio e riduce la disoccupazione.
	Akerman et al. (2015)	Norvegia	2000-2008	Relazione causale tra disponibilità di connessioni broadband e aumento di occupazione e salari	Aumento del 10% di copertura Broadband aumenta sia occupazione sia salari ma solo per i lavoratori specializzati (skilled workers). Gli stipendi orari sono maggiori dello 1,8%, l'occupazione del 2%
	Bhuller et al. (2020)	Norvegia	2000-2014	Relazione causale tra disponibilità di	La disponibilità di banda larga ha ridotto i problemi di reclutamento (+ 13%) e ha

	Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
				connessioni broadband e aumento di occupazione e salari	accelerato l'occupazione dei posti vacanti (+ 9%). Da ciò, si ha un aumento del tasso di assunzione dello 0,6%. La popolazione con copertura ha un tasso di occupazione superiore del 1,6% rispetto a quella senza copertura. Nei casi di re-impiego i lavoratori con connessioni broadband ottengono un salario del 3,5% più alto. Dal lato delle imprese, la disponibilità di banda larga riduce i costi di assunzione del 7-17%
	Lobo B., Alam M., Whitacre B. (2020)	USA	2011-2014	Correlazione tra tasso di disoccupazione e connessioni broadband a varie velocità	Le aree con connessioni superiori a 100Mbit/s hanno un tasso di disoccupazione inferiore di 0,26 pp. Rispetto alle aree con connessioni con velocità inferiore
	Gürtzgen et al. (2021)	Germania	1998-2008	Relazione causale tra disponibilità di connessioni broadband e re-employment	La popolazione residente vicino ad una centrale di distribuzione DSL ha maggiori probabilità di re-impiego rispetto a quelli che vivono lontani da tali centrali. Gli uomini hanno il 4% di probabilità in più di trovare lavoro dopo il quarto mese.

	Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
	Isley e Low (2022)	USA	Aprile-Maggio 2020	Correlazione tra tasso di occupazione e connessioni broadband a varie velocità	Un aumento di un punto percentuale della disponibilità di banda larga ha aumentato il tasso di occupazione dello 0,368%, mentre quella ultraveloce dello 0,869%.
Ultra-broadband	Bai (2016)	USA	2011-2014	Correlazione tra tasso di occupazione e connessioni broadband a varie velocità	Aumento del tasso di occupazione dello 0,290 pp. per aree con connessioni broadband tra 3Mbit/s e 100 Mbit/s, 0,366 pp. per connessioni comprese tra 100 Mbit/s e 1 Gbit/s e 0,222 pp. per connessioni superiori a supera 1 Gbit/s
	Hasbi e Bohlin (2022)	Svezia	2009-2017	Correlazione tra tasso di occupazione e connessioni UBB (fino a 30 Mbit/s)	Impatto non significativo
	Abrardi, Cambini e Sabatino (2022)	Italia	2015-2019	Relazione causale tra occupazione lavoro dipendente/lavoro autonomo e presenza connessioni Fttx	La presenza di reti veloci e ultraveloci determina un aumento dell'1,6% del reddito da lavoro autonomo, con un impatto di lungo periodo pari al 5%
	Abrardi, Cambini,	Italia	2012-2019	Relazione causale tra occupazione e	La copertura UBB ha un impatto positivo del +2,7% annuo sull'occupazione

	Nome studio e autori	Paesi analizzati	Periodi di analisi	Parametri analizzati	Risultati
	Grinza e Sabatino (2024)			presenza connessioni Fttx	complessiva a livello d'impresa. Ha un impatto positivo del +11% sull'occupazione dei dirigenti intermedi e del +12% per i lavoratori over 50 nelle aziende high-tech, a fronte di un aumento dell'8,2% e del 3,4% nelle aziende low-tech.

5. Conclusioni

La sintesi sugli studi di impatto degli investimenti e adozione di connessioni broadband e ultra-broadband effettuata in questo capitolo evidenziano diversi effetti sul tessuto economico. Tali effetti sono molto eterogenei se guardati con la lente macroeconomica o quella microeconomica.

Iniziando dal punto di vista macroeconomico, appare fuori di dubbio che gli investimenti broadband possano essere da stimolo per un aumento della crescita economica. Gli studi più rilevanti mostrano che un aumento delle connessioni broadband del 10% porta ad una crescita del PIL pro capite intorno all'1-1,5%. La crescita stimolata dagli investimenti in reti ultraveloci appare anch'essa positiva, ma di entità più ridotta: ciò implica che il passaggio tecnologico di base alla banda larga è il motore principale per una crescita del sistema economico. Ciò nonostante, il contributo dell'ultra-broadband è comunque di rilievo, soprattutto per l'adozione delle connessioni in fibra. Studi recenti mostrano che un aumento dell'1% dell'adozione di connessioni super-veloci (superiori a 100 Mbit/s) portano ad un ulteriore incremento del PIL pro capite intorno allo 0,02-0,03%.

Risultati interessanti si ritrovano quando l'analisi si sposta sul piano più microeconomico ed in particolare a livello di impresa. Recenti studi basati su dati italiani, evidenziano come la presenza di connessioni ultraveloci abbiano un impatto significativo sia sulla produttività delle imprese, sia sulle dinamiche di entrata e uscita delle stesse.

Per quanto riguarda il mercato del lavoro, le analisi economiche mostrano che l'aumento delle connessioni broadband – tecnologia abilitante dei nuovi e avanzati servizi ICT come il cloud, i big data analytics, l'intelligenza artificiale fino ad arrivare alle varie soluzioni legate all'industria 4.0 – generano nuove forme di lavoro e in alcuni contesti economici portano anche ad un aumento dei salari. Su questo tema, gli studi esistenti – tuttavia - non guardano nello specifico il tema delle reti ultraveloci soffermandosi sul broadband standard. Le analisi comunque mostrano impatti positivi, seppur in taluni contesti con eterogeneità per il tipo di lavoratore: i lavoratori qualificati (i cosiddetti skilled workers) vedono aumentare i posti di lavoro ed i salari, mentre ciò non necessariamente si verifica per i lavoratori non qualificati. Quelle poche analisi riguardanti il contesto italiano mostrano effetti positivi sul mercato del lavoro concentrati su specifici settori (high-tech) e specifiche categorie di lavoratori (dirigenti e

dipendente specializzato), mentre effetti di sostituzione paiono emergere per i dipendenti non specializzati operanti soprattutto in settori low-tech.

A conclusione, quello che emerge è che la presenza di infrastruttura digitale, come tecnologia che abilita molte altre tecnologie digitali, tra cui il cloud computing e l'intelligenza artificiale, ha effetti non eterogenei che da un punto di vista di policy, devono trovare una adeguata interpretazione. Se è dunque vero che alcune categorie di lavoratori possono beneficiare dello sviluppo digitale, è altrettanto vero che altri potrebbero subirne le conseguenze. Come si vedrà nei prossimi Capitoli, questi effetti invocano degli interventi di policy che permettano a queste categorie a maggior rischio un sostegno alla alfabetizzazione digitale per tutti i gradi dell'istruzione unitamente ad una formazione del personale e dei manager (upskilling e reskilling) adeguata al nuovo contesto tecnologico.