

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

**Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria Gestionale – Percorso ICT**

Tesi di Laurea Magistrale

**L'impatto delle connessioni in fibra ottica sul grado di capacità innovativa delle
imprese italiane**



**Politecnico
di Torino**

Relatori:

Prof. Carlo Cambini
Prof. Lorien Sabatino

Candidato:

Roberto Coscarelli

Sommario

Introduzione	5
1 Banda Ultralarga e Innovazione: Definizione e Situazione Attuale.....	7
1.1 Banda Larga e Ultralarga	7
1.1.1 Vantaggi della Banda Ultralarga	11
1.1.2 Sviluppo dell’Offerta e della Domanda di Banda Ultralarga	16
1.1.3 La Fibra in Italia e i Programmi di Sviluppo	18
1.1.4 Fibra Ottica.....	26
1.2 Brevetti.....	35
1.2.1 Definizione di Brevetto	35
1.2.2 Analisi della Letteratura	39
1.2.3 Focus sulla Situazione Italiana	41
2 Descrizione del Dataset	45
2.1 Introduzione del Dataset	45
2.2 Fibra.....	47
2.3 Brevetti.....	51
3 Analisi Econometrica.....	57
3.1 Contesto Teorico.....	59
3.2 Risultati Ottenuti.....	62
Conclusioni	76
Bibliografia	78
Annex	82
Ringraziamenti.....	122

Introduzione

La presente tesi si propone di esplorare l'impatto degli investimenti derivanti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) del governo italiano, supportato dai fondi erogati dall'Unione Europea, sull'evoluzione delle infrastrutture di rete tramite l'introduzione della connettività ultraveloce, in particolare la fibra ottica.

L'obiettivo è analizzare l'influenza di tali investimenti sull'innovazione delle piccole e medie imprese italiane, utilizzando i brevetti come indicatore chiave, esplorando specificamente se la connettività ultraveloce agevoli il collegamento tra brevetti provenienti da paesi diversi.

Gli ultimi anni hanno assistito a un acceso dibattito sull'importanza della connettività ultraveloce. Studi approfonditi hanno evidenziato impatti positivi in diversi ambiti, come l'economia, l'occupazione, la produttività delle imprese e la resilienza economica.

L'ampliamento della banda ultralarga ha dimostrato effetti positivi anche a livello sociale, contribuendo all'innalzamento della qualità media dell'istruzione, alla rinascita delle aree rurali, alla riduzione delle emissioni di CO2 e ha influenzato positivamente i valori immobiliari delle abitazioni connesse alla rete ultraveloce.

Diversi paesi hanno implementato o pianificato interventi significativi per favorire lo sviluppo di queste tecnologie, permettendo a un vasto pubblico di beneficiarne. Ad esempio, il massiccio investimento del governo italiano con il PNRR, supportato dalla Comunità Europea, e i fondi destinati all'area euro dall'Unione Europea tramite il Gigabit Infrastructure Act, rappresentano esempi chiave di tali sforzi.

Le tecnologie ultraveloci sono considerate essenziali per fornire vantaggi competitivi diretti e indiretti alle imprese e per accelerare lo scambio di informazioni, favorendo l'innovazione imprenditoriale.

In questo lavoro di tesi magistrale, per valutare il grado di innovazione di un'impresa o di un Paese, è stato scelto di usare i brevetti come indicatore fondamentale, poiché riflettono gli sforzi di ricerca e garantiscono, inoltre, un vantaggio competitivo per un periodo limitato.

In un mondo interconnesso e in rapida evoluzione, la connessione ultraveloce gioca un ruolo cruciale nel consentire alle imprese di partecipare al processo innovativo, facilitando la condivisione immediata delle informazioni innovative presenti nelle patenti e creando un network di collaborazione in tempo reale.

La tesi sarà organizzata in modo da introdurre, nel primo capitolo, approfondimenti sulla banda ultralarga e sul concetto di brevetto, utilizzando dati reali per introdurre concetti chiave. Tale approccio consentirà di esplorare in modo più puntuale e dettagliato tali temi nelle sezioni successive.

Questo studio, pertanto, mira a offrire un'analisi esaustiva dell'effetto degli investimenti sul potenziamento della rete ultraveloce sul grado di innovazione delle PMI italiane, focalizzandosi sull'interazione tra la connettività ultraveloce e l'evoluzione dei brevetti come indicatore del progresso innovativo.

1 Banda Ultralarga e Innovazione: Definizione e Situazione Attuale

1.1 Banda Larga e Ultralarga

Quando si fa riferimento alla banda larga (dal termine inglese broadband), nel campo delle telecomunicazioni e dell'informatica, si fa riferimento generalmente alla trasmissione e alla ricezione di dati informativi, inviati e ricevuti simultaneamente in maggiore quantità, sullo stesso cavo o mezzo radio grazie all'uso di mezzi trasmissivi e tecniche di equalizzazione per trasmissione che supportino e sfruttino un'ampiezza di banda superiore ai precedenti sistemi di telecomunicazione detti invece a banda stretta (narrowband).

Grazie alla banda larga è quindi possibile avere connessioni internet più veloci, ascoltare la radio, fare telefonate e inviare e ricevere dati attraverso le linee telefoniche e di telecomunicazione in maniera molto più rapida e funzionale rispetto alle vecchie reti e sistemi a banda stretta. Tale tecnologia consente una connessione ad internet più veloce e performante rispetto al passato, garantendo agli utenti servizi ad altissima qualità prima poco realizzabili quali videoconferenze, telemedicina, smartworking o l'accesso al cloud. Tali servizi garantiscono una connettività continuativa, prerogativa imprescindibile per creare un network che permetta un confronto continuo e costruttivo che vada ad incrementare l'innovazione.

Con il termine banda larga si fa riferimento a un insieme eterogeneo di tecnologie che sono accomunate dalla capacità di raggiungere gli obiettivi tecnici delineati in precedenza. Non esiste, tuttavia, una definizione ufficiale di banda larga né nella legislazione italiana, men che meno nella legislazione europea. L'ITU (International Telecommunication Union), ossia l'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni, che è un'organizzazione internazionale il cui compito è quello di definire gli standard nelle telecomunicazioni e nell'uso delle onde radio, provò a dare una definizione per cercare di definire l'accesso a banda larga. Per fare ciò ingaggiò i suoi gruppi di studio, che però non arrivarono ad una soluzione univoca, bensì diedero due definizioni indirette di "accesso a banda larga":

-accesso a banda larga: Accesso in cui le capacità della connessione supportano velocità di trasferimento dati superiori a 2 Mbit/s.

-accesso a banda larga: Accesso in cui le capacità della connessione supportano velocità di trasferimento dati significativamente superiori alla velocità di accesso a banda stretta.

La seconda definizione mira a un approccio più ampio alla questione, alla trattazione con il problema in termini più generali, ma non fornisce informazioni chiare sulla velocità di accesso a banda stretta. La prima definizione, invece, muove un passo verso l'individuazione di una soglia quantitativa a cui ancorarsi e oggettivare l'uso del termine. In una nota l'ITU specifica che, anche se la velocità di 2 Mbit/s è un valore piuttosto basso, esso è proposto come valore minimo. Ciò mira sostanzialmente ad un accordo nel mondo tecnico al fine di condividere una comprensione più consapevole del tema anche con la comunità non tecnica, mitigando così l'imprecisione e l'incomprensione che spesso accompagna il processo tecnologico. In ogni caso entrambe le definizioni si riferiscono ad un flusso informativo potenziato rispetto a quello presente nel passato. Combinando le due definizioni precedenti l'accesso alla banda larga è stato definito come "accesso in cui le capacità della connessione supportano i dati con velocità superiori a 2 Mbps". Questa affermazione è stata successivamente rivista da altri Gruppi di Studio ITU-T, che hanno sottolineato alcune questioni aperte riguardo a questo approccio: in particolare, il fatto che la soglia scelta era ancora una velocità di dati relativamente bassa rispetto alle velocità che possono raggiungere varie tecnologie attuali. L'ITU ha quindi provato, tramite i suoi gruppi di studio, a fornire una definizione univoca per accesso alla banda larga, ma a causa delle differenze tecnologiche, le infrastrutture di rete e le esigenze specifiche dei vari Paesi non è riuscita a convergere su una definizione univoca e completa accettata da tutti i membri. La mancanza di consenso universale riflette la complessità e la diversità ancora presente delle tecnologie e delle infrastrutture a livello globale. Per questo motivo l'ITU ha concluso dichiarando, in un documento del 2019, che al momento non è possibile fornire una definizione generale adatta al contesto lavorativo di tutte le parti coinvolte, e che il termine potrebbe essere definito in una futura Raccomandazione per un contesto specifico. Tuttavia, ad oggi, non è ancora disponibile una definizione univoca che permetta di definire in maniera assoluta l'accesso alla banda larga.

La mancanza di una definizione universale fa sì che si possa deviare dal tentativo dell'ITU di definire l'accesso alla banda larga come "accesso in cui le capacità della connessione supportano i dati con velocità superiori a 2 Mbps".

La Commissione Europea, infatti, usa il termine banda larga in un'altra accezione, ossia come sinonimo di connessione alla rete Internet più veloce di quella assicurata da un

normale modem analogico dial-up. Essa è di fatto un concetto tipicamente relativo dei nuovi sistemi di telecomunicazione rispetto ai precedenti, oppure assoluto se si paragonano tra loro i più evoluti sistemi di telecomunicazione (come wireless o cablati).

In questo senso la più tipica banda larga sarebbe quella assicurata dalla connessione tramite fibre ottiche. Con tale espressione si può intendere anche la banda dei sistemi mobili di telecomunicazioni di terza generazione (3G) con accesso alla rete Internet rispetto a quelli di seconda generazione (2G), i quali tutti hanno comunque un'ampiezza di banda inferiore rispetto alle reti cablate in fibra ottica. In tale accezione l'evoluzione dei sistemi cablati viaggia ora verso la cosiddetta banda ultralarga.

L'espressione "accesso alla banda larga" può anche essere usato come sinonimo di una linea ADSL. Più precisamente, vari tipi di linee DSL sono considerate a "banda larga" nel senso che i dati e la voce sono trasmessi su canali differenti (in pratica, generalmente su bande di frequenza differenti), ma usando lo stesso doppino, ma tale identificazione non corrisponde all'uso operato nei documenti ufficiali a livello europeo. Se si assume tale definizione anche i modem analogici che operano ad una velocità superiore a 600 bit/s sono tecnicamente a banda larga, visto che il numero di segnali inviati per secondo (baud) è inferiore al numero di bit trasmessi sempre per secondo, cioè ad ogni segnale corrisponde più di un bit.

Con l'aumento delle velocità di trasmissione possibili, però, il termine "accesso alla banda larga" ha iniziato a significare "alta velocità". Secondo tale visione, anche un modem a 56 Kb/s, che formalmente trasmette a banda larga, viene definito "narrowband" (cioè a banda stretta), così come i modem a 9600 bit/s.

Il concetto di banda larga è quindi un concetto sempre relativo e in continua evoluzione con l'avanzamento tecnologico di reti di telecomunicazione e relativi dispositivi. Vengono infatti etichettate in tal modo diversi tipi di connessioni ad Internet a velocità di trasmissione anche molto diverse tra loro (2 Mbit/s, 4 Mbit/s, 8 Mbit/s e così via), ma generalmente tutte sopra il Mbit/s, ciascuna a banda larga (ovvero più larga) rispetto alla precedente.

Nonostante l'ITU, che non è riuscita a dare una definizione univoca di banda larga, sia convenuta sul fatto che per parlare di banda larga bisogna trovarsi in presenza di una tecnologia che assicura almeno una connessione dati con velocità superiori a 2 Mbps, velocità di trasmissione già a partire da 256 kbit/s e maggiori sono comunemente vendute come "banda larga" dai fornitori di servizi internet.

Con l'avanzare della tecnologia e il raggiungimento di velocità di connessione prima impensabili, si è posto il problema di coniare un nuovo termine per differenziare le nuove tecnologie che riescono ad avere performance inimmaginabili dalle tecnologie definite "banda larga".

Per questo motivo viene introdotto il concetto di "banda ultralarga", che si riferisce a quelle tecnologie in grado di fornire una velocità di connessione effettiva in download di almeno 30 Mbit/s. Le reti che possono fornire tali velocità vengono indicate come reti NGA (Next Generation Access). Attualmente velocità del genere sono raggiunte solo grazie all'utilizzo della fibra ottica. Essendo oramai chiara, da parte degli enti nazionali ed internazionali, l'importanza di beneficiare delle ricadute positive garantite dall'utilizzo di queste nuove tecnologie, e presa coscienza che uno svantaggio tecnologico comporterebbe ricadute significative sull'economia e da un punto di vista sociale, contribuendo ad accentuare le diseguaglianze tra aree urbane e aree rurali, si spiegano in questo senso i fondi messi a disposizione per garantire un'infrastruttura digitale all'avanguardia che consenta a tutti di ottenere della massima connettività possibile.

1.1.1 Vantaggi della Banda Ultralarga

Nella precedente trattazione si è parlato di come la banda ultralarga apporti numerosi vantaggi nei settori economici e sociali. Per indagare però, con prove concrete, quali sono i vantaggi che comporta la diffusione e l'utilizzo della banda ultralarga, in questo lavoro di tesi magistrale verranno presi in rassegna diversi lavori accademici. I lavori a cui si farà riferimento impatteranno su diversi indicatori che impattano fortemente sul benessere economico e sociale di un Paese. In particolare:

- **PIL:** La totalità degli studi esaminati rileva impatti positivi e sostanziali sul PIL, ma emerge altresì una tendenza verso effetti ridimensionati nel caso di miglioramenti nell'infrastruttura tecnologica e nell'incremento delle capacità di banda. In particolare, tre studi (Bahia et al., 2019; Briglauer, 2023a; Edquist et al., 2018) integrano dati relativi alla banda ultralarga mobile (come 3G e 4G) e condividono stime di elasticità molto simili, attorno allo 0,08. Questi risultati indicano in maniera congiunta un impatto relativamente significativo sul PIL. È interessante notare come Katz e Jung (2021), utilizzando un'ampia definizione sull'adozione della banda ultralarga in dati panel che coprono 129 paesi, considerando sia la banda ultralarga fissa che mobile, abbiano individuato un impatto sulla crescita economica della banda ultralarga mobile, compreso tra il 2010 e il 2020, di natura più accentuata nell'insieme degli aggregati. Tuttavia, si è rilevato che tale impatto declina proporzionalmente al livello di sviluppo economico quando si confrontano diverse regioni del globo. Queste scoperte riflettono un interessante scenario: sebbene la banda ultralarga, in particolare la versione mobile, presenti un impatto più rilevante sull'espansione economica, tale impatto sembra attenuarsi nei contesti di sviluppo economico più avanzato. Ciò suggerisce un'analisi più articolata in termini di dinamiche socioeconomiche e regionali quando si valutano gli effetti della connettività a banda ultralarga sullo sviluppo economico globale.
- **Mercato del lavoro:** Diversamente dagli studi focalizzati sull'analisi dell'impatto della connettività a banda larga sul PIL, le indagini riguardanti l'influenza della banda ultralarga sugli esiti del mercato del lavoro evidenziano risultati eterogenei (Abrardi, Cambini, Sabatino (2023), Bai (2017), Firgo et al. (2018), Balsmeier and Woerter (2019), Nordin et al. (2019), Katz and Callorda (2020), Lobo et al. (2020)). Tale eterogeneità si correla alle disparità regionali, sottolineando le differenze tra le aree urbane e rurali, così come ai differenti livelli di istruzione presenti nei lavoratori, distinguendo tra chi possiede una maggiore preparazione professionale

e chi ha un livello di istruzione inferiore. In alcuni casi, tali analisi suggeriscono effetti non significativi o addirittura negativi sul mercato del lavoro. Le aree rurali solitamente mostrano effetti positivi sul mercato del lavoro come conseguenza dell'adozione della banda ultralarga, mentre i risultati relativi alle aree urbane si presentano misti o addirittura negativi. Questa variazione potrebbe essere attribuita a diversi fattori, inclusa la diversa densità di popolazione e la struttura economica specifica delle diverse regioni. Analogamente, gli impatti della banda ultralarga variano tra i lavoratori in base al livello di competenza professionale. I lavoratori altamente qualificati tendono a trarre vantaggio dall'uso della connettività avanzata, beneficiando di migliori opportunità lavorative e di una maggiore accessibilità alle risorse formative e informative online. Al contrario, i lavoratori meno qualificati potrebbero affrontare sfide e impatti negativi sul mercato del lavoro a causa dell'adozione della banda ultralarga, in parte a causa di una possibile dislocazione o sostituzione delle mansioni lavorative da parte della tecnologia avanzata. In sintesi, questi risultati pongono in evidenza la complessità degli effetti della banda ultralarga sul mercato del lavoro, sottolineando la necessità di considerare attentamente i contesti regionali e le differenze nelle competenze lavorative al fine di comprendere appieno l'impatto socioeconomico della diffusione della connettività a banda ultralarga.

- **Produttività:** Gli studi analizzati (Abrardi and Sabatino (2023), Campbell (2022)) evidenziano alcuni impatti positivi dell'Internet a banda ultralarga ad alta velocità sulla Produttività Totale dei Fattori o sulla produttività del lavoro. Tuttavia, è importante notare che tali effetti sulla produttività potrebbero non manifestarsi integralmente in contemporanea, ma piuttosto dispiegarsi in periodi successivi all'introduzione delle tecnologie a banda ultralarga. È altresì interessante osservare come questi impatti non siano uniformi, ma presentino differenze significative tra diversi settori economici. Questa varietà di effetti differenziati, nel loro svolgersi temporale e nel loro impatto differenziato tra settori, sottolinea la complessità intrinseca nel valutare gli impatti della connettività a banda ultralarga sulla produttività economica. Ad esempio, taluni settori potrebbero percepire un aumento più rapido e tangibile della produttività, mentre in altri settori potrebbero verificarsi adattamenti o ritardi nella percezione degli effetti positivi derivanti dall'adozione della banda ultralarga. È altresì degno di nota il fatto che non tutti i guadagni di produttività effettivamente realizzati possano essere interamente catturati e misurati tramite le convenzionali metriche di produttività. Questo suggerisce una certa limitazione nell'osservare e quantificare in maniera completa l'impatto

economico della diffusione della connettività a banda ultralarga, poiché taluni benefici potrebbero non essere immediatamente evidenti o misurabili attraverso gli strumenti attualmente disponibili nella letteratura empirica.

- Istruzione e capitale umano: Le prove empiriche riguardanti il collegamento tra le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT), il capitale umano e il PIL mediante l'impiego di nuovi dati sulla banda ultralarga risultano essere estremamente limitate. I due studi presi in considerazione (Grimes and Townsend (2018) e Campbell (2022)) confermano i risultati derivanti dalla precedente letteratura scientifica, evidenziando un impatto positivo sull'ambito educativo in termini di rendimento degli studenti. È cruciale sottolineare che la limitata disponibilità di evidenze riguardanti questo collegamento, soprattutto considerando l'utilizzo di dati più recenti e specifici sulla diffusione della banda ultralarga, rappresenta un vincolo significativo per la comprensione esaustiva degli impatti delle ICT sul capitale umano e, di conseguenza, sul PIL. Tuttavia, la conferma positiva dell'impatto sulla sfera educativa, quale conseguenza diretta dell'adozione della banda ultralarga, si dimostra un elemento di notevole rilevanza nell'ambito delle ricerche volte a esaminare gli effetti delle tecnologie digitali sull'educazione e lo sviluppo umano.
- Prezzi degli immobili: Gli studi condotti per esaminare l'impatto della nuova diffusione della banda ultralarga sui valori immobiliari e sul mercato immobiliare (Deller and Whitacre (2019), Molnar et al. (2019), Fackler et al. (2022), Guiffard (2023)) hanno rilevato effetti significativi e positivi. Ciò nonostante, mentre le ricerche che considerano velocità di connessione via banda larga relativamente inferiori fino a 50 Mbit/s o fino a 100 Mbit/s hanno rilevato una tendenza a manifestare effetti in diminuzione a velocità di connessione più elevate, gli studi che si avvalgono di dati sulla fibra ottica FTTH (Fiber To The Home), hanno comunque rilevato effetti sostanziali e di rilievo. Secondo le analisi di Klein (2022), tali risultati potrebbero dipendere dalla diversa selezione dei periodi temporali considerati nello studio. Parte del forte impatto osservato con la tecnologia FTTH potrebbe derivare dall'evoluzione graduale e costante della domanda di servizi innovativi ad alta capacità di trasmissione dati, la quale tende a crescere e a maturare nel corso del tempo. È importante sottolineare come la variazione degli effetti registrati a seconda delle diverse velocità di connessione e delle tecnologie utilizzate nel contesto delle ricerche evidenzia la complessità e la varietà di dinamiche che caratterizzano l'impatto della banda ultralarga sui valori immobiliari. Tale evidenza apre una finestra di

comprensione sull'evoluzione della domanda di servizi legati alla tecnologia e sulla loro incidenza tangibile sul mercato immobiliare, fornendo un quadro più dettagliato sull'andamento dei prezzi delle proprietà in relazione all'adozione di diverse tipologie di connessione a banda ultralarga.

- **Resilienza economica:** Gli studi analizzati enfatizzano i vantaggi della banda ultralarga nella costruzione di una maggiore resilienza economica e sociale durante le pandemie. Le indagini dimostrano che un aumento dell'adozione della banda ultralarga è correlato a positivi impatti economici, soprattutto durante eventi pandemici. Secondo le analisi di Abrardi and Sabatino (2023), Katz et al. (2020) e Katz e Jung (2021), un incremento del 10% nell'adozione della banda larga può generare un aumento aggiuntivo del PIL e può aiutare a mitigare il danno economico derivante da pandemie come la SARS e la Covid-19. I paesi con una maggiore adozione della banda larga hanno dimostrato di essere meglio in grado di assorbire gli impatti negativi delle misure di emergenza, consentendo a famiglie, imprese e istituzioni governative di mantenere un funzionamento continuo durante i periodi di restrizioni. Inoltre, la disponibilità della banda larga, soprattutto in modalità mobile, ha contribuito a mitigare il declino economico e sociale in molte nazioni durante la pandemia. La connettività è risultata essere fondamentale per l'efficienza lavorativa e per il mantenimento delle relazioni sociali, evidenziando così il suo ruolo cruciale nella resilienza economica e nella capacità di adattamento delle società in periodi di crisi come le pandemie.
- **Creazione di impresa:** In questo ambito, secondo lo studio di Cambini e Sabatino (2022), che analizzano la situazione delle imprese italiane, l'introduzione della banda ultralarga comporterebbe uno svantaggio per le piccole imprese, specialmente se non in possesso di abilità digitali, che vedrebbero aumentare la probabilità di uscire dal mercato. Lo studio riconosce quindi un pericolo, piuttosto che un'opportunità, l'introduzione della banda ultralarga in un'economia caratterizzata da un'alta frammentazione industriale e da una bassa abilità tecnologica come quella italiana.

Di seguito viene proposta un'immagine che mostra in che modo l'investimento in infrastruttura digitale e l'adozione di tali tecnologie vanno ad impattare positivamente sulla crescita del PIL di un Paese, rimarcando l'importanza di tali tecnologie per lo sviluppo e il benessere di uno Stato.

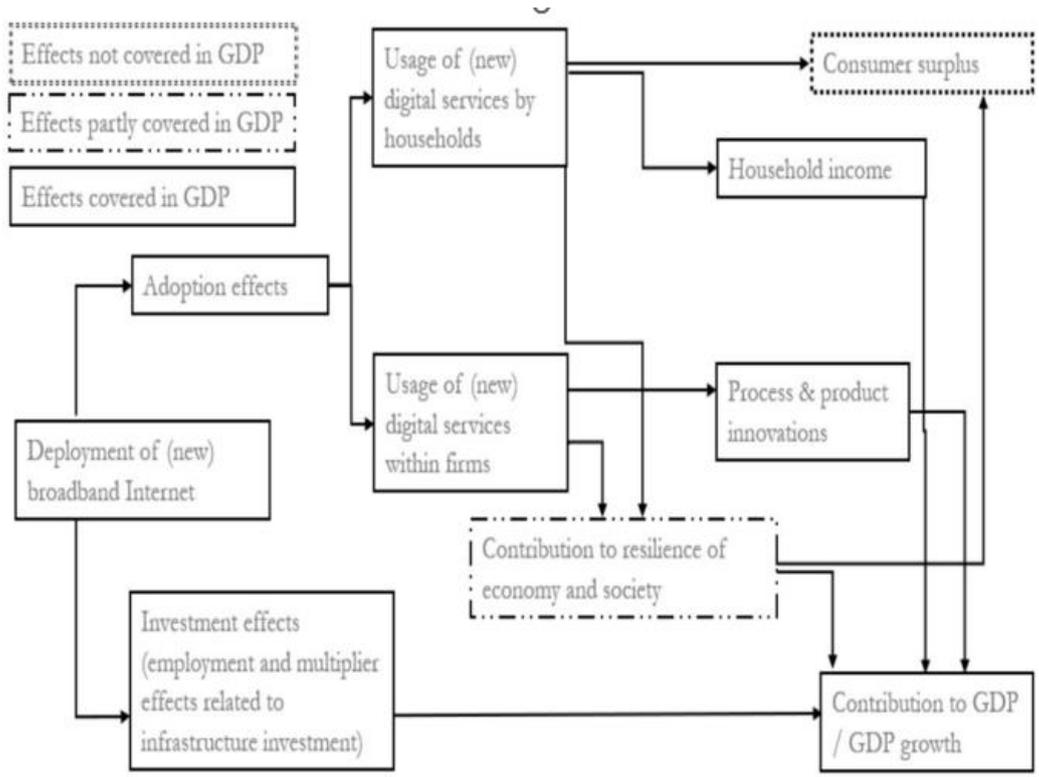


Figura 1.1: Briglauer et al, Socioeconomic benefits of high-speed broadband availability and service adoption, Impatti economici dovuti allo sviluppo della banda ultralarga

1.1.2 Sviluppo dell'Offerta e della Domanda di Banda Ultralarga

La diffusione della banda ultralarga rappresenta un elemento cruciale per molteplici aspetti socioeconomici di una nazione. Tale importanza ha spinto numerosi studi a indagare sia gli stimoli all'offerta, ovvero i fattori che incentivano le imprese a garantire una copertura di rete a banda ultralarga, sia i driver della domanda, comprendendo quali caratteristiche della popolazione portino all'interesse nell'adottare abbonamenti per internet ad alta velocità.

Particolare attenzione è stata dedicata agli approcci che si concentrano sulla competizione nel settore delle telecomunicazioni. In questo contesto, è stata individuata una distinzione significativa tra due forme di competizione: quella intermodale, che riguarda la competizione tra diverse tecnologie come DSL, fibra ottica e via cavo, e quella intra-modale, che si riferisce alla competizione tra operatori che offrono lo stesso tipo di tecnologia. Numerose evidenze empiriche, provenienti da ricerche condotte da autori quali Distaso, Lupi, Manenti (2006), Aron, Burstein (2003), Gruber, Denni (2005), CavaFerreruela, Alabau-Munoz (2006), e Dauvin, Grzybowski (2014), convergono nel suggerire che per stimolare efficacemente la diffusione della banda ultralarga, la competizione tra diverse piattaforme tecnologiche risulta più efficace rispetto alla mera competizione tra operatori all'interno della stessa tecnologia. Queste analisi, pur basandosi su campioni eterogenei dal punto di vista geografico e numerico, giungono a conclusioni simili. Indicano che la presenza di varie opzioni tecnologiche per l'accesso alla banda ultralarga potrebbe essere più efficace nel promuovere l'adozione di questa tecnologia rispetto alla semplice competizione tra operatori che utilizzano la stessa tecnologia. Questo suggerisce che una politica che favorisce la diversificazione delle tecnologie di accesso alla banda ultralarga potrebbe essere più vantaggiosa per favorire la sua diffusione rispetto a politiche incentrate esclusivamente sulla competizione tra operatori all'interno di una singola tecnologia.

Certamente, gli studi relativi alle caratteristiche socioeconomiche e demografiche che influenzano la domanda di connettività Internet a banda ultralarga sono stati ampiamente oggetto di esame nell'ambito della ricerca accademica. Tra i contributi di rilievo in questa sfera di indagine, sono emersi diversi studi cui questa tesi ha fatto specifico riferimento. Si tratta di ricerche di autori quali Rappoport et al. (2002), Clements e Abramowitz (2006), A. Chaudhuri, K.S. Flamm e J. Horrigan (2005), Ford, Koutsky e Spiwak (2008), Sraer (2008), Lyons (2010), Acconcia, Ardovino e Del Monte (2012). Nonostante la varietà dei campioni analizzati, sia in termini di aree geografiche che di

periodi temporali oggetto dell'indagine, questi studi convergono nel mettere in luce alcune caratteristiche socioeconomiche e demografiche che presentano un impatto positivo sulla domanda e sull'adozione dell'internet a banda ultralarga. Tra le variabili considerate, il prezzo emerge come fattore di rilievo, sebbene statisticamente significativo, la cui incidenza pratica risulta limitata. Tale constatazione è supportata da coefficienti di valore basso, indicando un impatto relativamente meno rilevante rispetto ad altri fattori. Al contrario, variabili quali il reddito si configurano come determinanti chiave: individui con un reddito più elevato presentano maggiori probabilità di accedere a servizi avanzati di connettività, potendo permettersi gli abbonamenti e le apparecchiature necessarie. In aggiunta, la loro collocazione in aree geografiche con infrastrutture più avanzate favorisce ulteriormente l'adozione della banda ultralarga. L'istruzione rappresenta un altro fattore determinante, poiché individui con un livello educativo più elevato sono più propensi a comprendere i vantaggi e le potenzialità offerte dalla connettività ad alta velocità. La loro maggiore competenza nell'utilizzo delle tecnologie e la capacità di trarre vantaggio da risorse online avanzate influenzano positivamente la propensione ad adottare la banda ultralarga, specialmente in contesti lavorativi e formativi. La presenza di figli all'interno dei nuclei familiari costituisce un'ulteriore variabile significativa, poiché le famiglie con figli tendono ad adottare la banda ultralarga per soddisfare le esigenze educative dei giovani, ad esempio per ricerche scolastiche, apprendimento online e streaming di contenuti educativi. La necessità di connessioni multiple in contesti familiari con più membri può altresì influenzare la scelta di optare per una connettività più veloce come la banda ultralarga. Infine, l'età svolge un ruolo cruciale: le generazioni più giovani si distinguono per una maggiore familiarità e competenza nell'uso delle tecnologie digitali. L'adozione della banda ultralarga si rivela spesso una prassi quotidiana per questi individui, coinvolgendo una vasta gamma di attività come l'apprendimento online, l'intrattenimento, l'interazione sui social media e altre pratiche connesse all'uso intensivo della rete.

Avendo fatto un focus, precedentemente, sulla tecnologia e i benefici che essa comporta, e avendo visto le indicazioni fornite dalla letteratura esistente, che specifica, sia dal lato dell'offerta che da quello della domanda, le caratteristiche che comportano una maggior diffusione e un maggior utilizzo della rete a banda ultralarga, andiamo ora, nel prossimo paragrafo di questo lavoro di tesi, a dettagliare la diffusione e l'utilizzo della banda ultralarga in Europa e in Italia, e a parlare dei programmi promossi, sia a livello nazionale, sia a livello europeo, per incentivare l'utilizzo di tale tecnologia.

1.1.3 La Fibra in Italia e i Programmi di Sviluppo

L'esame della situazione europea rivela un persistente divario tecnologico che per lungo tempo ha contraddistinto l'Italia rispetto agli altri principali Paesi europei, soprattutto per quanto concerne la disponibilità di accesso a Internet all'interno delle famiglie aventi almeno un componente di età compresa tra i 16 e i 74 anni. Tuttavia, nel corso degli anni, tale divario ha conosciuto una parziale attenuazione, passando da un tasso di circa il 60% delle famiglie italiane dotate di accesso a Internet nel 2010 a un tasso di circa il 90% registrato nel 2021. È innegabile che questo repentino aumento nell'uso di Internet da parte delle famiglie italiane rappresenti uno dei risultati diretti della pandemia da COVID-19. Quest'ultima ha esercitato una notevole spinta sull'adozione delle tecnologie digitali, permeando diversi ambiti della vita quotidiana e sottolineando in particolare il potenziale delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (ICT) nel favorire l'esercizio dei diritti fondamentali, come quelli legati all'istruzione e alla salute. Nel corso del 2021, come precedentemente indicato, si è potuto constatare che la stragrande maggioranza delle famiglie italiane aventi almeno un componente tra i 16 e i 74 anni dispone di un accesso a Internet. Inoltre, nel periodo compreso tra il 2019 e il 2021, il nostro Paese ha quasi completamente colmato il divario con la media dell'Unione Europea a 27 Stati membri, evidenziando un incremento del 5% in termini percentuali.

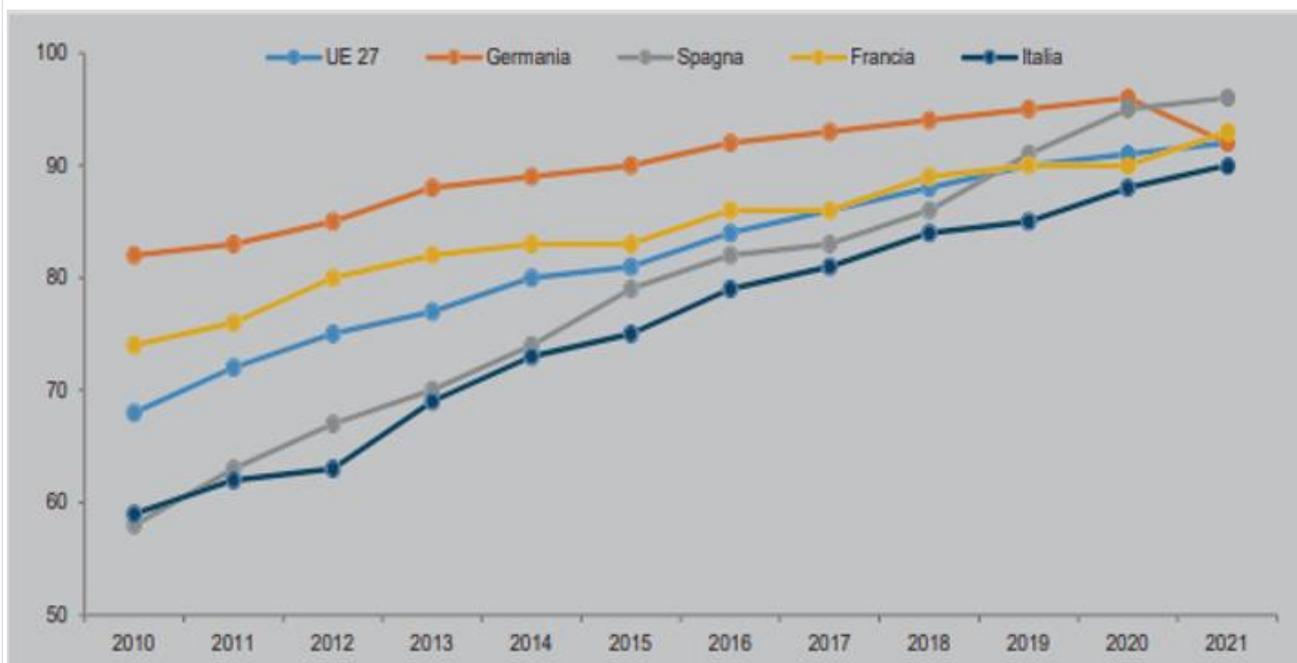


Figura 1.2: Eurostat, Andamento percentuale dell'accesso ad Internet in Europa per le famiglie aventi almeno un componente tra i 16 e i 74

Dopo aver visto, quindi, in generale, senza discriminare la qualità delle connessioni adottate, l'adozione di Internet nelle famiglie italiane con almeno un membro tra i 16 e i 74 anni di età rispetto ad altri Paesi europei, nel seguito della trattazione effettueremo un focus sulla situazione italiana ed europea riguardo alla copertura e all'adozione delle tecnologie di banda larga e ultralarga, considerate fondamentali sia per i cittadini sia per le imprese, quali motori trainanti dell'economia di una nazione.

Recenti dati provenienti dall'osservatorio FttH Council mettono in luce un ritardo significativo del nostro Paese riguardo alle connessioni più veloci. L'Italia presenta una percentuale del 44% di abitazioni coperte da fibra ottica completa, in confronto al 50% della media europea. Tale divario diventa ancor più evidente considerando tutte le tecnologie avanzate (non solo la fibra ottica) capaci di fornire almeno 1 Gigabit di velocità: l'Italia si attesta al 44%, mentre la media europea raggiunge il 70%. Questi dati sottolineano un notevole divario tra l'Italia e gli altri Paesi europei, indicando una copertura delle tecnologie di banda larga e ultralarga ancora inferiori rispetto alla media continentale

La copertura a banda larga

Ftth, Fiber to the premises

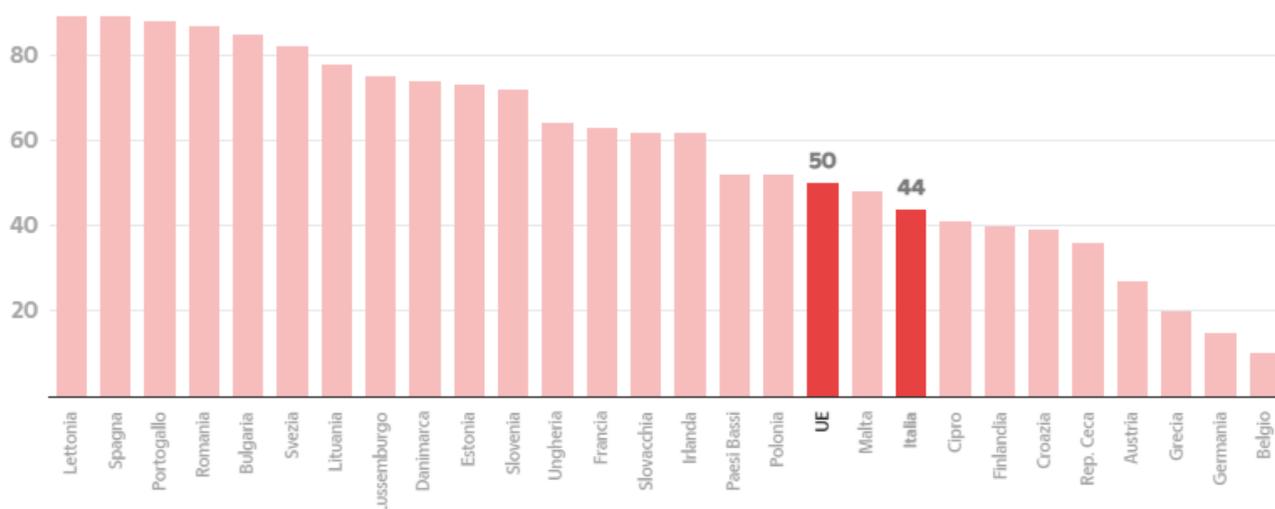


Figura 1.3: FTTH Council, Percentuale delle abitazioni coperte dalla fibra in Europa nel 2023

Un ulteriore dato riguardante l'Italia e che desta preoccupazione è quello che è rappresentato dal tasso di penetrazione degli abbonamenti relativi alle connessioni veloci. Nonostante il nostro

Paese risulti il quinto Paese dell'Unione Europea per tasso di crescita degli abbonamenti fibra (+822k nell'ultimo anno), tale risultato non basta per portare l'Italia in cima alla classifica dei Paesi europei con più sottoscrizioni di abbonamenti per Internet veloce. In esso, infatti, la percentuale di clienti che hanno un abbonamento alle connessioni veloci si attesta al 13%, evidenziando un notevole divario rispetto alla Spagna, che registra un tasso del 74%, e al Portogallo, con un tasso del 71%, i quali si posizionano così ai vertici della classifica europea in questo ambito.

L'utilizzo delle connessioni veloci

Il tasso di penetrazione degli abbonamenti

Penetrazione

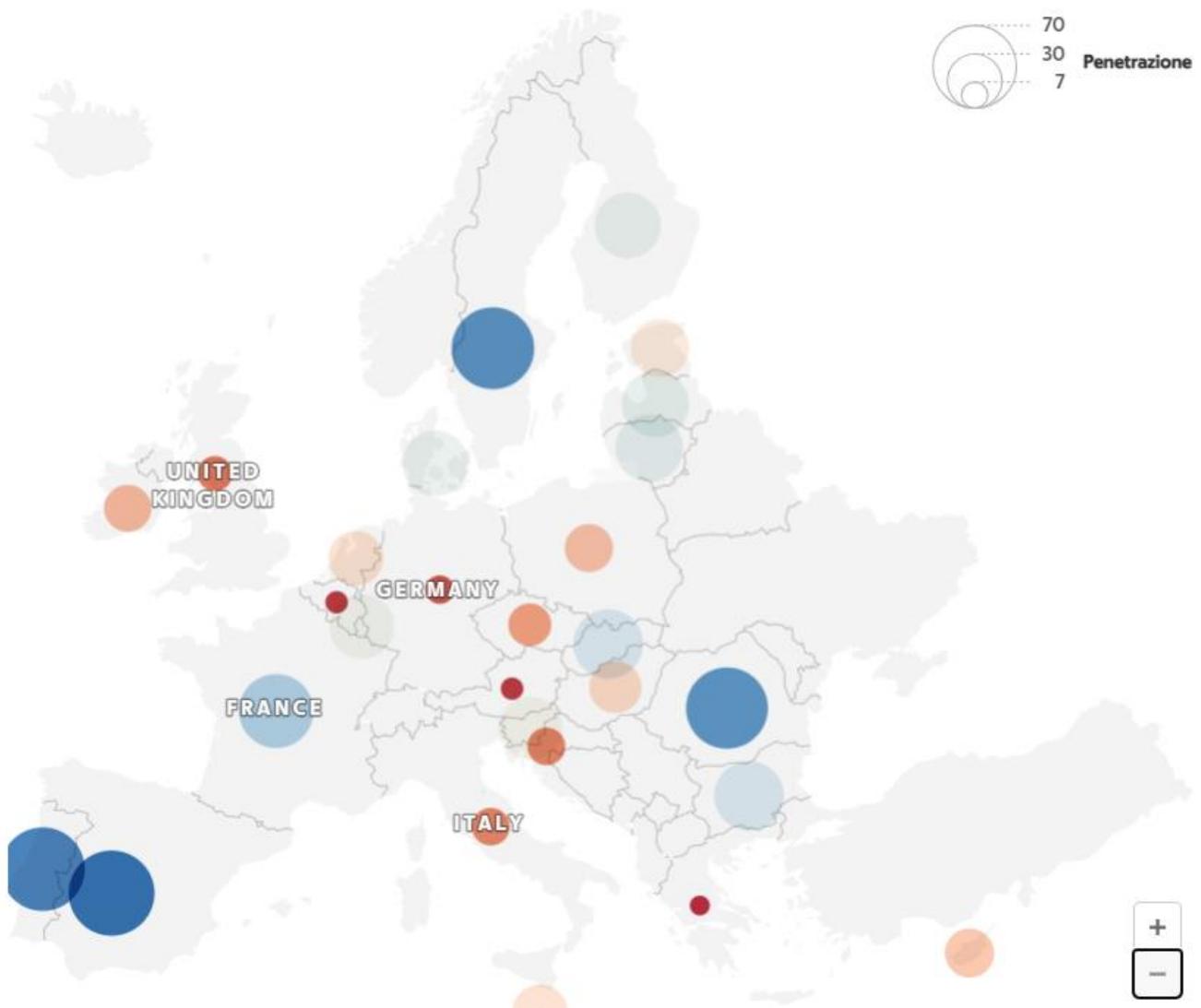


Figura 1.4: FTTH Council, Mappa del tasso di penetrazione degli abbonamenti relativi alle connessioni veloci in Europa

L'Italia dimostra una buona performance per quanto riguarda la copertura delle reti FTTH (Fiber-to-the-Home) / FTTB (Fiber-to-the-Building), che comprendono le connessioni che raggiungono direttamente l'unità immobiliare o almeno il palazzo. Attualmente, il 56% delle unità immobiliari italiane gode di questa copertura, in confronto alla media europea (dei 27 Paesi) che si attesta al 55%.

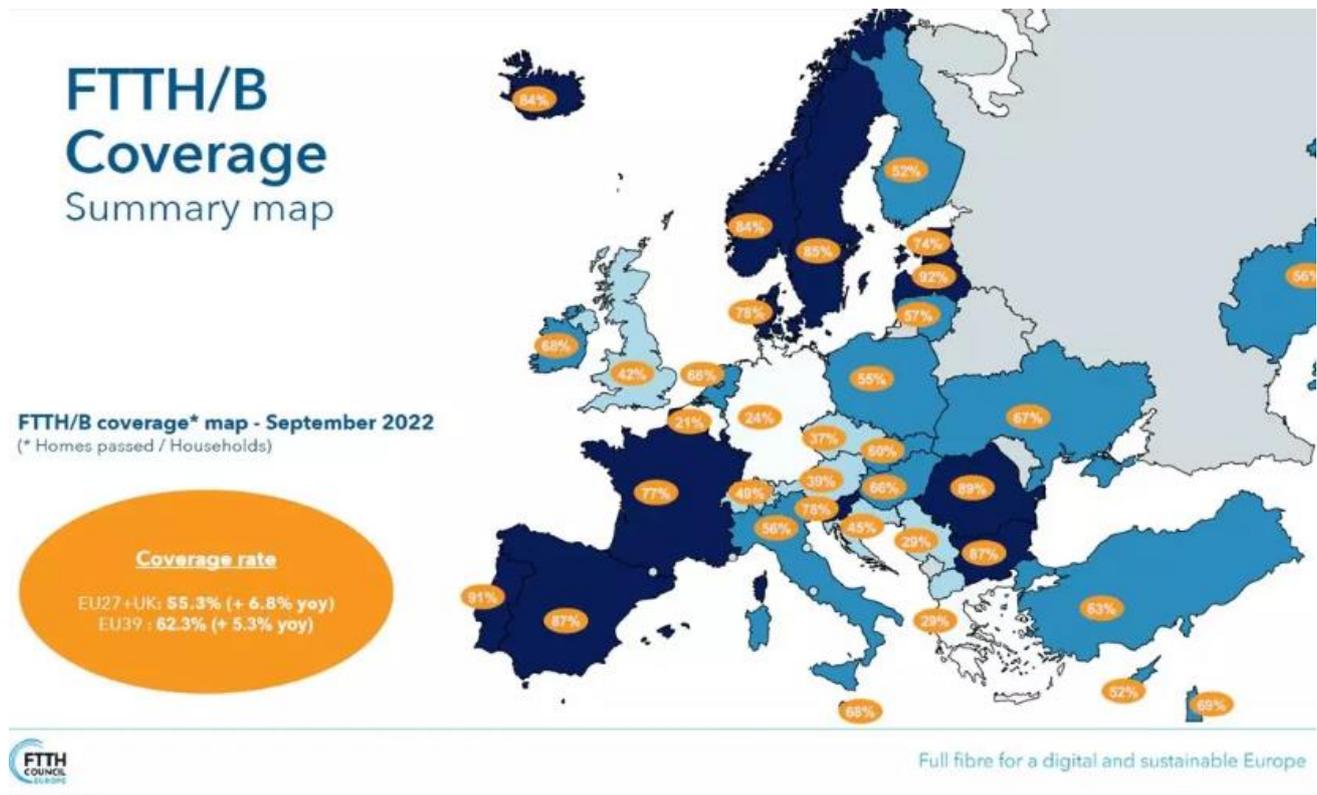


Figura 1.5: FTTH Council, Mappa della copertura in Europa delle reti FTTH (Fiber-to-the-Home) / FTTB (Fiber-to-the-Building)

Tuttavia, nel nostro Paese, a causa della composizione del tessuto industriale che consiste principalmente di piccole e medie imprese dislocate in distretti industriali sparsi sul territorio e spesso distanti dai centri abitati, c'è la necessità di spingere per una copertura più capillare rispetto ad altri Paesi. Attualmente, infatti, soltanto il 18,3% delle 793.642 imprese situate nelle zone industriali italiane gode di copertura tramite fibra ottica.

Questa situazione evidenzia la sfida specifica che l'Italia deve affrontare per garantire una connettività adeguata anche alle imprese dislocate in distretti industriali. La bassa copertura di fibra ottica in queste aree può costituire un ostacolo significativo per lo sviluppo e la competitività delle imprese italiane, limitando l'accesso a servizi digitali avanzati e rallentando l'adozione di

tecnologie innovative, fondamentali per la crescita economica e la modernizzazione dell'industria nazionale. Affrontare questa disparità richiederà sforzi mirati e investimenti strategici per estendere la copertura della fibra ottica anche nelle zone industriali, in modo da garantire a tutte le imprese, indipendentemente dalla loro collocazione geografica, l'accesso a infrastrutture digitali ad alta velocità e di qualità.

Per affrontare questa ed ulteriori sfide, in modo da garantire una connessione di qualità in tutto il Paese con una rete avanzata e all'avanguardia, sono stati promossi piani sia a livello nazionale, sia a livello europeo, i quali hanno beneficiato di notevoli investimenti finanziari, dimostrando il riconoscimento della politica nei confronti di questa tecnologia come un asset strategico cruciale per il Paese.

Il nostro Paese, adattandosi alle indicazioni europee, ha ideato un piano per sviluppare la nuova tecnologia a banda ultralarga denominato "La Strategia italiana per la Banda Ultralarga – Verso la Gigabit Society". Tale piano, approvato il 25 maggio 2021 dal Comitato interministeriale per la transizione digitale (CITD), definisce le azioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi di trasformazione digitale indicati dalla Commissione europea nel 2016 e nel 2021 – rispettivamente con la Comunicazione sulla Connettività per un mercato unico digitale europeo ('Gigabit Society') e la Comunicazione sul decennio digitale ("Digital compass") con la quale ha presentato la visione, gli obiettivi e le modalità per conseguire la trasformazione digitale dell'Europa entro il 2030. Tali obiettivi europei di trasformazione digitale si sviluppano intorno a 4 punti cardinali:

- le competenze digitali;
- la digitalizzazione dei servizi pubblici;
- la trasformazione digitale delle imprese;
- la realizzazione di infrastrutture digitali sicure e sostenibili.

Per quanto riguarda queste ultime, uno degli obiettivi fissati dalla Commissione europea è permettere entro il 2030 che tutte le famiglie dell'UE possano beneficiare di una connettività Gigabit e che tutte le zone abitate siano coperte dalle reti 5G.

Il Piano nazionale di ripresa e resilienza italiano (PNRR) approvato dal Governo il 29 aprile 2021 destina il 27% delle risorse alla transizione digitale, di cui 6,7 miliardi di euro per progetti che costituiscono la presente Strategia per la banda ultralarga. La Strategia, oltre ad avere come obiettivo il completamento del Piano di copertura delle aree bianche e delle misure a sostegno della domanda già avviate (voucher), prevede cinque ulteriori Piani di intervento pubblico per coprire le aree geografiche in cui l'offerta di infrastrutture e servizi digitali ad altissima velocità da parte degli operatori di mercato è assente o insufficiente, e si prevede lo sarà anche nei prossimi anni. L'obiettivo concreto della Strategia, così come indicato nel PNRR, è di portare la connettività a 1 Gbit/s su tutto il territorio nazionale entro il 2026, in anticipo rispetto agli obiettivi europei fissati al 2030.

La Strategia si compone, quindi, di sette interventi, due dei quali già in corso e previsti dalla Strategia del 2015 (Piano aree bianche e Piano voucher) e cinque Piani approvati dal Consiglio dei Ministri il 29 aprile 2021 nel PNRR. Questi ultimi sono:

- Piano "Italia a 1 Giga";
- Piano "Italia 5G";
- Piano "Scuole connesse";
- Piano "Sanità connessa";
- Piano "Isole Minori".

Al fine di raggiungere, entro il 2026, la copertura dell'intero territorio nazionale con la connettività a 1 Gbit/s, è necessario attuare piani di intervento che incidano sia sugli incentivi agli investimenti delle imprese per la posa delle infrastrutture, sia sul sostegno alla domanda da parte degli utenti. Nell'ambito degli investimenti infrastrutturali, la Strategia include interventi importanti che, oltre ad avere come obiettivo la copertura dell'intera popolazione (con i Piani "Italia 1 Giga" e "Italia 5G"), garantiranno la connettività a 1 Gbit/s a favore di target specifici, quali le scuole (Piano "Scuole Connesse") e le strutture sanitarie (Piano "Sanità Connessa") che, per la mancanza di infrastrutture adeguate, si sono dimostrate particolarmente vulnerabili negli ultimi anni, in particolare nel corso della grave crisi pandemica. Laddove, inoltre, si riscontra l'assenza delle

infrastrutture in fibra ottica, l'intervento pubblico diventa necessario per consentire l'effettiva utilizzabilità delle reti di accesso e la redditività degli investimenti sia pubblici che privati. La Strategia tiene conto di questo obiettivo, prevedendo, ad esempio, un intervento volto al rilegamento di tutte le isole minori presenti nel Paese (Piano "Isole minori") in tal modo consentendo l'effettivo raggiungimento dell'obiettivo della connettività a banda ultralarga in località turistiche, di particolare rilevanza per la nostra economia.

Oltre agli interventi di realizzazione delle infrastrutture, al fine di proseguire efficacemente con il processo di digitalizzazione del Paese emerge inoltre la necessità di intervenire anche promuovendo la domanda di servizi di connettività a banda ultralarga, stimolando la capacità di spesa di famiglie e imprese con strumenti che incentivino l'effettiva adesione degli utenti a tali servizi. In questo senso, gli interventi a sostegno della domanda richiedono un'accelerazione delle azioni necessarie ad erogare in modo efficiente ed efficace l'intero ammontare delle risorse già stanziato per i voucher a favore delle famiglie a basso reddito (Piano "Voucher a sostegno della domanda"), per poi procedere con un più ampio piano di intervento idoneo a determinare gli incentivi a passare a contratti di connettività ad elevata velocità da parte delle altre famiglie e delle piccole e medie imprese (Piano "Voucher a sostegno della domanda"), anche eventualmente valutando la possibilità di introdurre una gradualità degli interventi.

Resta, infine, fermo l'impegno a completare il Piano "aree bianche", primo intervento nell'ambito della Strategia italiana per la banda ultralarga approvata nel 2015, con l'intento di superare le criticità che si sono presentate in corso di attuazione e di raggiungere in tempi predefiniti e certi gli obiettivi preposti da tale Piano. Gli investimenti indicati saranno accompagnati da un percorso di semplificazione dei processi autorizzativi per velocizzare la diffusione delle infrastrutture sul territorio e da aggiornamenti della normativa che riconoscano le infrastrutture ad altissima velocità come strategiche.

Il valore complessivo degli interventi previsti nella Strategia e finanziati dal PNRR ammonta a 6,7 miliardi, ripartiti tra i diversi Piani.

	Piano	Aree di intervento	PNRR
1	Italia a 1 Giga	Aree nere e grigie NGA	3.863,5
2	Italia 5G	a) Corridoi 5G	420
		b) 5G-ready strade extra urbane	600
		c) Aree No 5G/4G	1000
3	Scuole connesse		261
4	Sanità connessa		501,5
5	Isole minori	Aree bianche NGA	60,5
		TOTALE	6.706,5

Figura 1.6: Ripartizione dei fondi per i piani previsti dal PNRR (in milioni di euro)

Passata in rassegna la letteratura esistente e i piani di sviluppo di tale tecnologia, in particolare con i fondi previsti nel nostro Paese, nel prossimo paragrafo di questo lavoro di tesi magistrale si va a definire, descrivendo anche il suo sviluppo, come è strutturata e come lavora la tecnologia a fibre ottiche.

1.1.4 Fibra Ottica

Per i motivi precedentemente citati è facile intuire l'importanza che oggi assume sempre di più la fibra ottica, in quanto in grado di garantire una più rapida connessione e trasmissione delle informazioni, prerogativa fondamentale per lo sviluppo, tra gli altri, dell'imprenditorialità e dell'innovazione delle imprese. Proprio per la sua importanza è bene spendere qualche parola per capire a pieno come questa tecnologia si è evoluta nel tempo e quali sono le caratteristiche che le permettono di assumere le qualità che possiede.

Il concetto alla base della fibra ottica fu per la prima volta dimostrato da Daniel Colladon e Jacques Babinet a Parigi, intorno al 1840. In seguito, negli anni '50 del XX secolo, si vide lo sviluppo di fasci di fibre ottiche per la trasmissione di immagini, con il primo impiego pratico avvenuto attraverso il gastroscopio medico. Il primo gastroscopio a fibra ottica semi-flessibile fu brevettato da Basil Hirschowitz, C. Wilbur Peters e Lawrence E. Curtiss nel 1956. Durante il processo di sviluppo del gastroscopio, Curtiss fu il primo a produrre fisicamente la fibra ottica, sebbene inizialmente limitata dalla capacità di trasmettere segnali solo su distanze brevi, dissipandosi nel percorso. Negli anni '60, grazie agli studi condotti da Charles Kao, ricercatore dello Standard Telecommunication Laboratory, si comprese che la perdita di segnale derivava dalla bassa purezza dei materiali impiegati. Nel 1966, l'articolo di Kao rivoluzionò l'utilizzo delle fibre ottiche aprendo la strada alla telefonia, dimostrando che l'attenuazione del segnale dipendeva dalle impurità nel vetro utilizzato per la loro produzione, un ostacolo superabile. Questa scoperta rivelò il potenziale delle fibre ottiche come mezzo di comunicazione, a condizione che l'attenuazione fosse inferiore ai 20 dB per chilometro. Nel 1970, i ricercatori Robert D. Maurer, Donald Keck, Peter Schultz e Frank Zimar presso la Corning, azienda statunitense produttrice di vetro, inventarono la prima fibra ottica per le comunicazioni, riducendo l'attenuazione ottica a 17 dB per chilometro mediante il drogaggio del silicio del vetro con titanio. Questa nuova fibra consentiva il trasporto efficiente di energia luminosa su lunghe distanze, con una capacità di trasporto del segnale superiore di 65.000 volte rispetto al rame. Nel 1987, David Payne dell'Università di Southampton inventò l'amplificatore ottico drogato con erbio, riducendo i costi dei sistemi a fibra ottica per lunghe distanze eliminando la necessità di ripetitori ottico-elettronico-ottico. Il primo cavo telefonico transatlantico a utilizzare la fibra ottica fu il TAT-8, avviato nel 1988. Nel 1991, l'emergente campo

dei LED a cristalli fotonici portò allo sviluppo delle fibre a cristalli fotonici, commercializzate a partire dal 1996 per il trasporto di maggiori quantità di energia rispetto alle fibre convenzionali, con proprietà manipolabili a seconda della lunghezza d'onda per diverse applicazioni. La ricerca per migliorare le prestazioni della fibra ottica ha continuato a ottenere risultati significativi, inclusi i recenti successi. Nel 2022, presso l'Università tecnica della Danimarca, un chip fotonico ha raggiunto un record di trasmissione di dati pari a 1.84 petabit su un cavo in fibra ottica lungo più di 7.9 km. Il flusso di dati è stato diviso in 37 sezioni del cavo, modulando la frequenza per generare 223 sottosezioni, corrispondenti a intervalli di frequenza specifici nello spettro luminoso. Nel 2023, poi, i ricercatori dell'Università Humboldt di Berlino hanno ottenuto il primato mondiale generando e rilevando fasci di fotoni su frequenze stabili nel loro colore in laboratorio, riducendo il rumore degli elettroni e aumentando la velocità teorica di connessione della rete quantistica fino a 1.000 volte, utilizzando un supporto diamantato.

Come si evince, quindi, la storia della fibra è una storia recente ma che è riuscita in poco tempo a passare da un prodotto con potenzialità limitate, a causa della sua composizione, ad un prodotto imprescindibile per lo sviluppo delle comunicazioni e su cui, per il suo sviluppo, sono concentrati gli sforzi di molti studiosi di tutto il mondo. Passata in rassegna la storia di tale tecnologia fino ai giorni nostri, nel prosieguo di questo lavoro si metterà in luce la composizione e le differenze tra la fibra ottica e i sistemi di connessione basati su componenti in rame.

La fibra ottica si presenta come un cavo costituito da filamenti estremamente sottili e trasparenti, composti principalmente da vetro di silicio o polimeri plastici, uniti insieme entro una guaina di isolamento. Tale cavo si configura come un insieme di fili divisi in una parte interna trasparente e una esterna più opaca che ha la capacità di riflettere la luce. Ogni filamento individuale si compone di due strati concentrici di materiale estremamente puro e trasparente: un nucleo centrale, noto anche come "core", e un rivestimento, o "cladding", che lo avvolge. Il nucleo possiede un diametro variabile da circa 10 a 50 μm , mentre il rivestimento ha un diametro di circa 125 μm . La fibra ottica viene protetta mediante un rivestimento protettivo chiamato "jacket", il quale svolge un duplice ruolo: da un lato, protegge la fibra dall'ambiente esterno, e dall'altro, offre resistenza agli stress fisici e alla corrosione. Ogni cavo è costituito da un numero variabile di fibre ottiche, fino a un massimo di 7, e spesso vengono intrecciati con fili più robusti, i quali non hanno lo scopo di trasmettere dati, ma di conferire maggiore resistenza al cavo. La fibra ottica, pur essendo una tecnologia estremamente sofisticata, è altrettanto delicata: un movimento

improvviso, un urto o anche una lieve oscillazione potrebbero causarne la rottura e, conseguentemente, la perdita di informazioni. Di conseguenza, un involucro esterno avvolge il cavo stesso per proteggere le fibre da fonti di calore e umidità.

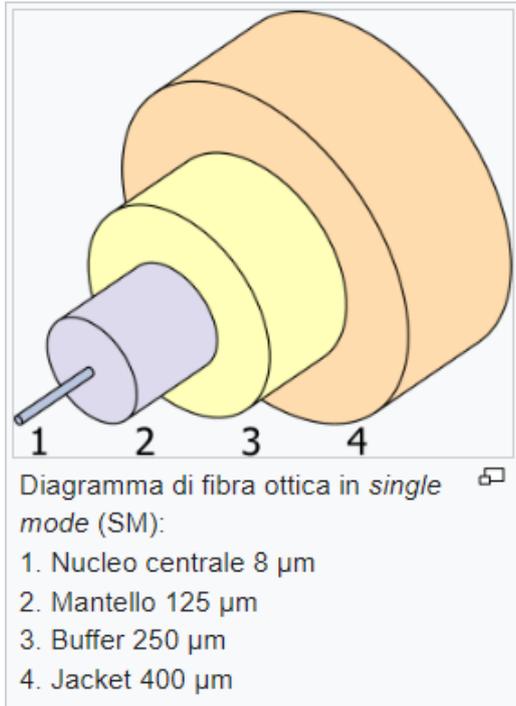


Figura 1.7: Esempio della struttura di un filamento di fibra ottica

Figura 1.8: Fotografia di un reale cavo di fibra ottica

Specificare la struttura di un singolo filamento di fibra ottica è fondamentale per capire a pieno il funzionamento di tale tecnologia. Di fatti la fibra ottica è un sistema di trasmissione che sfrutta il principio della riflessione interna totale della luce per veicolare segnali ottici attraverso filamenti costituiti principalmente da vetro o materiali plastici. Il suo funzionamento è basato su un processo che coinvolge diverse fasi. Innanzitutto, si avvia il processo di trasmissione della luce mediante un impulso luminoso, solitamente generato da una sorgente come un diodo emettitore di luce o un laser, che viene introdotto all'estremità della fibra ottica. Il nucleo centrale della fibra ottica possiede un indice di rifrazione superiore rispetto al mantello circostante. Quando la luce attraversa il nucleo e raggiunge il limite con il mantello, si verifica un fenomeno noto come riflessione interna totale. Questo fenomeno impedisce alla luce di disperdersi e la guida lungo il percorso della fibra. La riflessione interna totale consente alla luce di viaggiare all'interno della fibra ottica con un'elevata efficienza, riducendo al minimo la dispersione e le perdite di segnale durante il percorso. Il segnale luminoso prosegue lungo la fibra ottica fino a raggiungere

l'estremità opposta, dove viene interpretato da dispositivi quali fotodiodi o rilevatori simili. Questi strumenti convertono il segnale ottico in dati utilizzabili, quali informazioni digitali o altri formati di dati. Questo processo di trasmissione ottica consente alla fibra ottica di trasmettere grandi volumi di dati a velocità notevoli su lunghe distanze, grazie alla capacità della luce di viaggiare attraverso il vetro o i materiali plastici mantenendo un'elevata integrità del segnale, senza subire significative perdite lungo il percorso. La chiave del funzionamento della fibra ottica risiede nella sua capacità di guidare e mantenere la luce confinata all'interno del nucleo della fibra, sfruttando il principio della riflessione totale della luce.

Precedentemente all'implementazione della tecnologia con fibra ottica, il panorama tecnologico si basava principalmente sulle soluzioni appartenenti alla famiglia xDSL (Digital Subscriber Line), con l'ADSL asimmetrico che ricopriva un ruolo preminente. A partire dai primi anni del 2000, l'ADSL e le sue evoluzioni hanno costituito il mezzo di connessione a Internet tramite cavi in rame convenzionali, creando il collegamento tra stazioni di trasmissione e i router terminali. Quest'approccio tecnologico ha rappresentato un passaggio fondamentale verso le prime connessioni denominate a banda larga: sfruttando linee telefoniche preesistenti, l'ADSL ha consentito la coabitazione di due flussi di dati nettamente differenziati (voce umana e comunicazione digitale). Ciò è stato reso possibile con investimenti (in teoria) contenuti in nuove infrastrutture. Questo risultava dall'utilizzo di un filtro elettronico, che selezionava i sotto-canali utilizzabili dal lato dell'utente, e di un modem che potenziava i cavi intrecciati, offrendo opportunità di navigazione web notevolmente rapide per il contesto temporale in cui si collocava. Tuttavia, in termini di prestazioni, le architetture ADSL sollevavano diverse preoccupazioni relative alla dissipazione e alla riduzione di velocità a causa del substrato metallico. Le connessioni a lunga distanza richiedevano frequentemente un'amplificazione elettrica per garantire una ricezione corretta. Le limitazioni dei materiali impostavano inoltre dei limiti in termini di velocità raggiungibili sia in download (640 Kbps-25 Mbps) sia in upload (128 Kbps-2 Mbps). Questa caratteristica asimmetrica derivava dall'osservazione che si verificava una maggiore raccolta di dati verso l'esterno rispetto all'inverso, adattando meglio l'ADSL all'ambito residenziale piuttosto che a quello aziendale. L'efficienza dell'ADSL risultava strettamente condizionata dalle condizioni di carico esterne e della rete, imponendo ulteriori limitazioni al suo funzionamento anziché delineare prospettive di sviluppo. Un ulteriore passo avanti rispetto all'ADSL è stato rappresentato dal VDSL (Very high-speed Digital Subscriber Line), risultante essere la migliore soluzione xDSL sviluppata fino a quel momento. Tale tecnologia garantiva normalmente velocità fino a 55 Mbps in download

e 3 Mbps in upload, con un'ulteriore evoluzione nel 2015 con lo standard VDSL2-Vplus che raggiungeva una soglia bidirezionale di 300-400 Mbps. Tuttavia, il VDSL continuava a presentare criticità legate alla dissipazione lineare lungo i cavi metallici, riaffermando l'urgenza di affrontare l'efficace sostituzione dei cavi in rame. Si trattava della migliore tecnologia in rame disponibile per interagire con le fibre ottiche in modalità FTTC/FTTDP-mode, garantendo una larghezza di banda complessiva fino a 400 Mbps.

Per ovviare alla limitazione insita nelle tecnologie xDSL, dovuta ai materiali (in prevalenza rame) di cui era costituita la rete, si è iniziato a sostituire parte della rete esistente con la più performante fibra ottica. Infatti la fibra possiede diversi vantaggi rispetto alla precedente rete in rame, tra cui:

1. Velocità di trasmissione: **La fibra ottica offre non solo una velocità di trasmissione molto elevata** (10, 40 o addirittura 100 Gigabit al secondo), ma la stessa si mantiene costante anche su distanze significative. Questo fa dei cavi in fibra il mezzo ideale nella realizzazione di **reti ad uso professionale**, permettendo all'utente di godere di **un alto grado di affidabilità** e una velocità di trasferimento di altissimo livello.
2. Resistenza alle interferenze: Le reti a fibra ottica sono **immuni alle interferenze di natura elettrica e magnetica**, i cavi in fibra ottica si dimostrano altamente affidabili anche in ambienti in cui sono collocati apparecchi o strumenti potenzialmente disturbanti, con il vantaggio di garantire una connessione sempre stabile, veloce e di altissima qualità.
3. Distanza di trasmissione: A differenza dei cavi in rame, **la fibra ottica può trasmettere il segnale su distanze molto più lunghe**, e senza l'intervento di amplificatori intermedi. Tale capacità di trasmissione rende la fibra ottica la scelta ideale nella realizzazione di reti molto estese.
4. Sicurezza e vulnerabilità: Dato che la fibra ottica non emette segnali elettrici, è **estremamente difficile intercettare il flusso dei dati**. Ciò rende questo tipo di cavi particolarmente indicato per il trasferimento di informazioni sensibili, per le quali è comprensibilmente richiesto il massimo livello di sicurezza possibile.
5. Costi e manutenzione: Creare un circuito in fibra ottica significa sostenere un investimento piuttosto elevato, ma **nel lungo periodo i costi operativi sono decisamente contenuti**. Non

richiedendo una continua manutenzione e durando a lungo nel tempo, la spesa iniziale può essere agilmente e totalmente ammortizzata negli anni.

Per questi motivi, e per gli impatti positivi dell'utilizzo della fibra ottica su diversi settori della società, si è, negli anni, attuato un fenomeno che ha visto la progressiva transizione dalle precedenti reti in rame a quelle in fibra. La fibra è stata sostituita in alcuni casi parzialmente, in altri totalmente, alla rete in rame, dando vita a diversi layout ibridi che prevedono la convivenza e l'interazione, al loro interno, di fili in rame e fibra, i quali offrono una qualità di connessione sempre maggiore più è l'aumentare della percentuale di fibra ottica presente. Questi layout ibridi vengono identificati con l'acronimo FTTx e sono classificati in base alla lunghezza dell'ultimo segmento di rete (che ancora presenta la configurazione in rame) che termina raggiungendo quello che è l'utente finale. Le principali etichette di layout possono essere così riassunte:

- **FTTE (*Fiber To The Exchange*):** Si tratta di linee nelle quali i cavi in fibra ottica raggiungono lo stadio di linea della rete, che di solito si trova a diversi chilometri dalle utenze domestiche. Il tratto di linea telefonica che separa le abitazioni dallo snodo dove termina la rete in fibra ottica viene coperto da cavi in rame. Il fatto che le comunicazioni internet attraversino un lungo tratto di linea in cui sono presenti cavi in rame fa sì che le connessioni FTTE siano quelle che offrono agli utenti finali le velocità di navigazione più basse tra tutte le diverse configurazioni di fibra ottica. La velocità di navigazione delle connessioni FTTE risulta comunque superiore rispetto a quella garantita da una linea ADSL, infatti la velocità teorica associata a questo tipo di linea è di 100 Megabit/s.
- **FTTC (*fibre to the cabinet*):** il cavo che collega la centrale al cabinato, definiti anche armadi stradali è in fibra ottica, mentre il tratto dal cabinato a casa è in rame. Per questo motivo la seconda parte del collegamento resta soggetta a dispersioni e può risentire di avverse condizioni atmosferiche o sbalzi di temperatura. Le velocità raggiunte tramite questa configurazione sono comunque superiori rispetto a quelle raggiunte da una configurazione FTTE. Orientativamente, infatti, una connessione FTTC può raggiungere i **100/200 Mbps**.
- **FTTDp/FTTLA (*Fiber to the Distribution Point / Fibre to the Last Active*):** rappresenta una variante della tecnologia FTTC che spinge la fibra ottica più vicino ai punti di distribuzione dell'infrastruttura di rete. Con FTTDp, la fibra viene estesa più in profondità nella rete di

accesso, riducendo notevolmente la lunghezza del tratto di connessione in rame, il quale viene limitato a distanze inferiori a 250 metri. FTTP può fornire velocità di trasmissione dati fino a diverse centinaia di megabit al secondo.

- FTTH/FTTB (**Fiber to the Home** /Fiber To The Building): L'acronimo **FTTH** indica le connessioni a banda ultralarga in cui il **collegamento** dalla centrale di trasmissione fino al modem dell'utente finale è realizzato **per intero in fibra ottica**. Esiste anche una soluzione intermedia, nel caso in cui non sia possibile effettuare lavori in appartamento per l'installazione della fibra: FTTB, ossia "Fiber to the Building". Questo tipo di cablaggio prevede il collegamento in fibra ottica dalla centrale di trasmissione a una centralina condominiale, con collegamento in rame da quest'ultima ai singoli appartamenti. Attualmente la tecnologia FTTH è quella che garantisce maggiore **stabilità della connessione, prestazioni elevate e basso impatto ambientale**. Grazie alla composizione dei cavi, la perdita di banda lungo il tragitto dalla centrale alla singola abitazione è minimo ed è possibile garantire la massima velocità di trasmissione indipendentemente dal traffico di rete. Inoltre, la resistenza e la flessibilità dei filamenti che compongono i cavi li rendono poco soggetti a danneggiamento: meno interventi di manutenzione vuol dire meno gas e polveri nell'ambiente. In termini di prestazioni, è possibile raggiungere **1 Gbps** di velocità con una connessione stabile e performante anche in presenza di più dispositivi o applicazioni aperte.

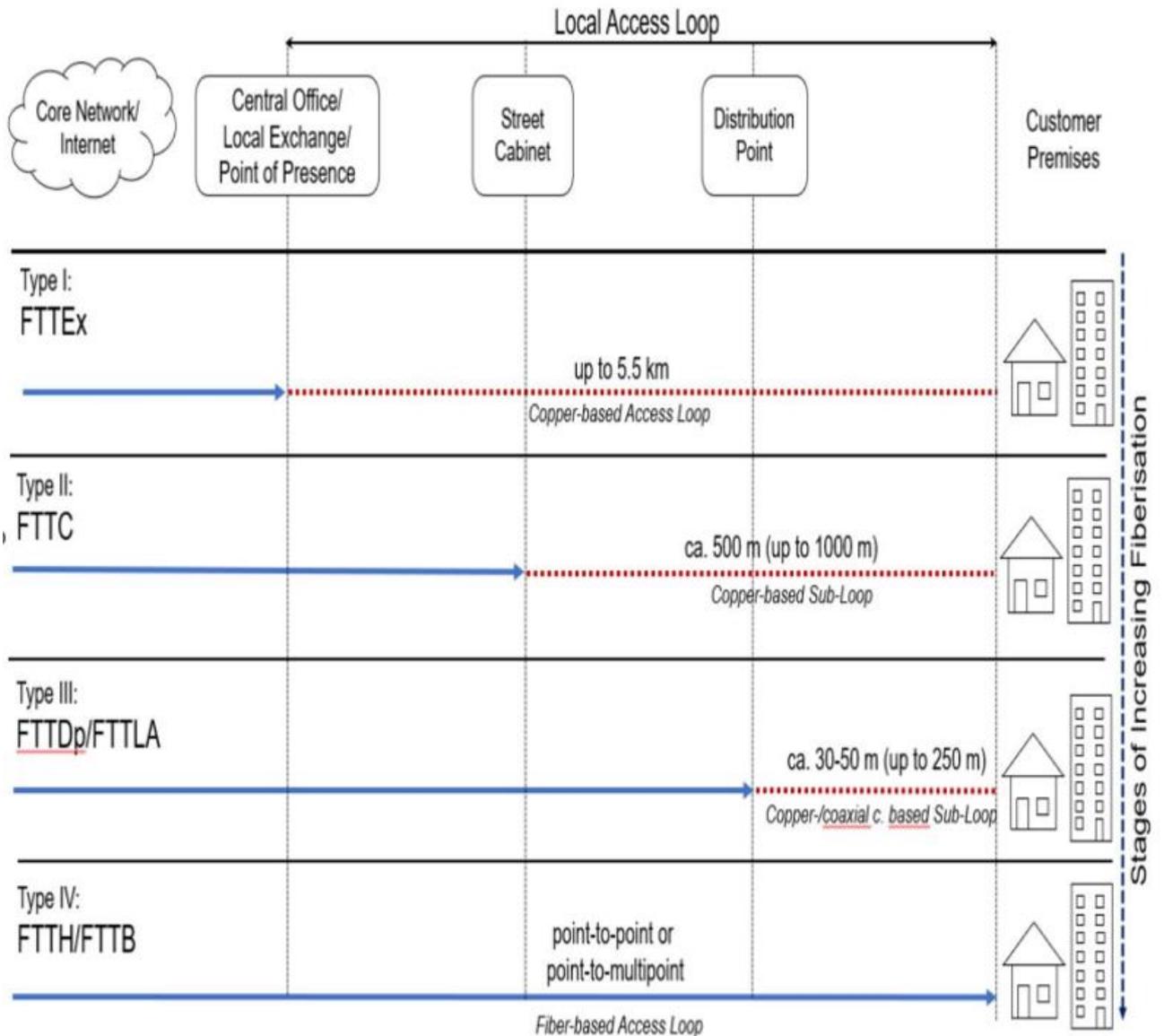


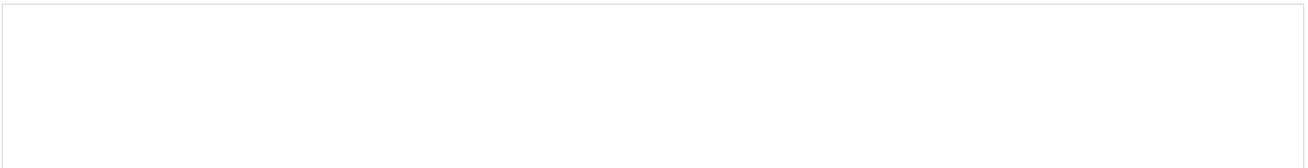
Figura 1.9: Evoluzione delle tecnologie di accesso a banda ultralarga via cavo

Per le sue caratteristiche e per gli impatti che la tecnologia della fibra ottica ha su diversi settori e ambiti industriali e non solo, la banda ultralarga è oramai riconosciuta come una GPT (General Purpose Technologies).

Le GPTs, come definito da Bresnahan e Trajtenberg nel loro lavoro del 1995 intitolato "General Purpose Technologies: 'Engines of Growth'?", sono tecnologie fondamentali che hanno il potenziale di incidere su numerosi settori e industrie, trasformando radicalmente i processi produttivi e fornendo miglioramenti significativi nelle prestazioni economiche e nella produttività. Le tecnologie di scopo generale (GPT) possono essere caratterizzate da tre caratteristiche principali:

- (i) potenzialità di miglioramento tecnico,
- (ii) “pervasività”, ovvero è l’applicabilità a tutti i settori dell’economia,
- (iii) le “complementarità innovative”, cioè gli impulsi per innovazioni e incrementi di produttività in altri settori.

Queste tecnologie includono esempi come l'elettricità, il vapore e l'informatica. Bresnahan e Trajtenberg sottolineano il ruolo cruciale che le GPTs svolgono nel favorire l'innovazione, stimolare la crescita economica e influenzare lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi.



1.2 Brevetti

1.2.1 Definizione di Brevetto

Nella sezione iniziale del primo capitolo di questa trattazione, è stato dedicato un approfondimento a uno dei due principali protagonisti oggetto di studio. Inizialmente è stata effettuata un'analisi approfondita dei benefici che la fibra può apportare agli indicatori che misurano il benessere economico e sociale di un Paese. Successivamente, è stata offerta un'esaustiva panoramica della situazione attuale relativa sia alla domanda che all'offerta, con particolare attenzione agli studi che hanno investigato come incentivare tali fenomeni, e, parallelamente, è stato presentato un quadro dei programmi di investimento prefigurati per il suo progresso e sviluppo. Infine, nell'ultimo paragrafo, sono state delineate in maniera dettagliata le caratteristiche tecniche di tale tecnologia.

In questa seconda parte, il focus del presente lavoro si sposta sull'altro attore chiave oggetto di studio, ossia i brevetti. Tale trasferimento di attenzione mira a fornire un'analisi approfondita del ruolo e dell'impatto dei brevetti nell'ambito della tematica trattata.

È essenziale sottolineare, prima di addentrarsi nell'analisi, che non esiste un singolo metodo universale per valutare con precisione il grado di innovazione di un'impresa. Ogni azienda ha il proprio margine di scelta riguardo al metodo che ritiene più idoneo, considerando anche il contesto specifico del settore in cui opera. In tale prospettiva, diversi indicatori chiave di performance (KPI) vengono comunemente impiegati dalle imprese per misurare il livello di innovazione. Questi includono il numero di nuove idee generate e l'efficacia nell'adozione di tali idee, l'allocazione di risorse finanziarie per la ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti, tecnologie o soluzioni, associati a metriche quali il tempo necessario per lo sviluppo di un nuovo prodotto e la percentuale di ricavi derivanti da nuovi prodotti, e molte altre metriche rilevanti. È fondamentale comprendere che esistono diverse alternative che possono essere scelte come proxy di sostegno, ognuna delle quali in grado di catturare aspetti differenti e parziali dell'innovazione aziendale, con

implicazioni rilevanti per i processi strategici finalizzati alla creazione di valore. In questo contesto di valutazione, all'interno di questa trattazione, si è scelto di adottare come principale indicatore di valutazione dell'innovazione la metrica dei brevetti. Tale scelta è stata motivata dalle informazioni disponibili all'interno del dataset utilizzato, benché sia importante riconoscere che l'uso dei brevetti come KPI potrebbe non essere esaustivo. Infatti, non tutte le innovazioni aziendali sono formalmente protette tramite brevetti; ad esempio, nel caso del segreto industriale, molte innovazioni rimangono non documentate. Riconosciuto però che qualsiasi sistema di indicatori presenta inevitabilmente i propri inconvenienti, i brevetti si rivelano un buon compromesso che consente di calcolare approssimazioni ragionevoli dei modelli di innovazione delle industrie.

I brevetti rappresentano un indicatore di primaria importanza nel contesto dell'output dell'innovazione, poiché le metriche che si basano su di essi offrono una rappresentazione delle prestazioni inventive delle imprese stesse. Non solo permettono di compiere studi dettagliati sull'output della ricerca e sviluppo (R&S), ma consentono altresì di esplorare l'efficacia, la struttura e la diffusione di tali attività, nonché di valutare il grado di progresso tecnico in settori industriali o specifiche tecnologie. Questa metrica riveste inoltre un ruolo significativo nel monitorare il livello di internazionalizzazione della conoscenza in svariati ambiti tecnologici e settori competitivi. È fondamentale sottolineare che i brevetti spaziano su un ampio spettro di tecnologie, talvolta rappresentando una delle poche fonti di dati disponibili per determinati ambiti. La documentazione relativa ai brevetti, inoltre, si caratterizza per la sua ricchezza informativa e la sistematica raccolta, conservazione e manutenzione da parte degli uffici brevettuali, i quali fungono da istituzioni di riferimento in questo ambito.

Dal punto di vista giuridico, il brevetto è un titolo giuridico in forza del quale al titolare viene conferito un diritto esclusivo di sfruttamento dell'invenzione, in un territorio e per un periodo ben determinato (normalmente 20 anni), e che consente di impedire ad altri di produrre, vendere o utilizzare l'invenzione senza autorizzazione. Tale strumento è una forma di "scambio" tra inventore e Stato, che prevede da parte dell'inventore la rivelazione pubblica dell'invenzione, in cambio di una serie di diritti di esclusiva su quanto è stato dichiarato nella domanda di brevetto. Lo Stato ne ricava un "guadagno" conoscitivo, in termini di arricchimento del patrimonio della conoscenza e di stimolo ulteriore all'evoluzione dello stato della tecnica.

Affinché un brevetto sia considerato tale esso deve soddisfare alcuni requisiti, ossia:

- novità,
- utilizzo dell'attività inventiva,
- idoneità ad avere un'applicazione industriale

Un'invenzione è considerata nuova se non è compresa nello stato della tecnica, cioè in tutto ciò che è stato reso accessibile al pubblico, sia in Italia che all'estero, prima della data di deposito della domanda di brevetto. Prima di presentare una domanda di brevetto, è opportuno dunque verificare la novità del trovato ideato attraverso una ricerca di antecedenza brevettuale.

Quest'ultima si basa sulla consultazione di banche dati specialistiche contenenti le domande di brevetto e i brevetti concessi, oltre che sulla verifica di eventuali pubblicazioni di settore e sull'indagine di mercato. L'invenzione è considerata come implicante l'utilizzo di attività inventiva se, per una persona esperta di quel determinato settore, essa non risulta in modo evidente dallo stato della tecnica. In altre parole, se l'invenzione, agli occhi di un esperto, non appare come "ovvia", allora possiederà il requisito dell'utilizzo dell'attività inventiva. Questo particolare requisito assicura che il brevetto sia riservato a invenzioni effettivamente innovative, al di là di ciò che può essere ragionevolmente dedotto dallo stato delle conoscenze comuni.

Per soddisfare il requisito dell'industrialità, infine, l'invenzione deve essere atta ad avere un'applicazione industriale e il suo oggetto deve poter essere fabbricato o utilizzato in qualsiasi genere di industria. L'invenzione, cioè, deve avere una reale utilità pratica e non essere un'idea astratta o concetto teorico; in questo modo la norma assicura che il brevetto sia concesso solo per invenzioni che possono essere effettivamente utilizzate e messe sul mercato.

Affinchè avvenga la registrazione del brevetto, le domande di brevetto per invenzione industriale nazionale, ammesse dall'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi, vengono trasmesse all'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO), che provvede, entro circa nove mesi dal deposito, a inviare al richiedente il cosiddetto "parere di merito", contenente l'esame dei requisiti di novità, attività inventiva e applicabilità industriale. Affinché possa essere redatto il parere di merito, la domanda di brevetto deve contenere una sufficiente e dettagliata descrizione dell'invenzione tale da consentire a un esperto del ramo di comprendere e replicare l'invenzione.

È possibile ottenere un brevetto in tutti i Paesi che prevedono la tutela delle innovazioni e quindi quasi in tutto il mondo. Alcuni Stati hanno aderito a degli accordi particolari per cui è possibile con un'unica domanda ottenere tante registrazioni quanti sono i Paesi di interesse. La brevettazione, quindi, può avvenire:

- a livello nazionale (singolo Stato);

- a livello europeo (brevetto europeo con convalida negli Stati europei di interesse o brevetto europeo con effetto unitario con validità automatica negli Stati europei aderenti alla procedura);
- a livello internazionale (domanda di brevetto PCT, con successiva nazionalizzazione del brevetto nei singoli Stati di interesse).

Una volta che il titolo del brevetto viene ufficialmente rilasciato da un ufficio brevetti autorizzato, a seconda della posizione e del potere di mercato del concedente, il diritto può essere successivamente mantenuto, condiviso in alleanze tecnologiche, venduto o concesso in licenza a terzi in cambio di un pagamento al concedente; un obbligo che il licenziatario può adempiere in diversi modi, ad esempio:

- con un pagamento in un'unica soluzione o con pagamenti periodici (con o senza rate);
- trasferendo una quota delle vendite (ad esempio, royalties) al concedente;
- impegnandosi a garantire un minimo di entrate, fissando così un limite inferiore al reddito del concedente derivante dalle licenze attive.

La conseguente riduzione dell'esclusività del licenziante è così compensata da canoni concordati e la possibilità di utilizzare il sistema delle licenze verso un'espansione e diversificazione di tale esclusività, sfruttando gli asset produttivi del licenziatario.

1.2.2 Analisi della Letteratura

Specificata la natura del brevetto da un punto di vista giuridico, si procede il lavoro di tesi avvicinando i due attori citati (fibra e brevetti) tramite alcuni riferimenti tratti dalla letteratura accademica.

L'analisi dei modelli di diffusione della banda ultralarga e la loro relazione con le prestazioni innovative delle aziende rappresentano un ambito di studio di notevole interesse. Tale argomento ha destato l'attenzione di numerosi studiosi che hanno evidenziato il potenziale legame tra la diffusione della tecnologia a banda ultralarga e l'efficacia nell'incremento dell'innovazione aziendale. Il passaggio da un mero esame delle tendenze nella diffusione della banda ultralarga a una valutazione delle conseguenti implicazioni sulla capacità innovativa delle imprese è un punto cruciale in diversi studi. Questo spostamento di prospettiva ha consentito di analizzare in modo più dettagliato gli effetti diretti e indiretti che la diffusione della banda ultralarga ha sulle dinamiche innovative delle aziende, offrendo spunti e considerazioni di rilievo per il presente lavoro.

Ad esempio, utilizzando i dati sulla durabilità del DSL (Digital Subscriber Line) come fatto da Bertschek et al. (2013), è possibile trarre conclusioni sull'eventualità delle innovazioni di prodotto/processo, scoprendo come la banda ultralarga incoraggi la probabilità di esiti positivi nel Nuovo Sviluppo di Prodotto (NPD), con effetti medi stimati nell'ordine del 41÷45% per le innovazioni di prodotto e nell'ordine del 28÷35% per le innovazioni di processo. È però importante sottolineare che un certo grado di correlazione con fattori non osservati potrebbe aver inflazionato questi risultati. Anche in Chen e Wang (2023) si denota un impatto positivo della banda ultralarga sull'innovazione. In particolare, lo studio dimostra che un aumento della velocità della banda ultralarga in Cina è correlato a un aumento significativo delle domande di brevetto nelle città. Questo impatto è più forte in città con maggiore penetrazione di Internet, PIL pro capite più elevato e maggiori investimenti tecnologici. Tuttavia, l'effetto positivo della banda ultralarga sull'innovazione varia a seconda del tipo di brevetto: promuove l'innovazione nei brevetti di invenzione e nei modelli di utilità, ma non nei brevetti di design. Inoltre, non si è riscontrata una saturazione dell'effetto della banda ultralarga sull'innovazione, indicando che la Cina può continuare a beneficiare di miglioramenti nella velocità della banda ultralarga senza incontrare

diminuzioni nei rendimenti. A seguire lo stesso filone di studi è il lavoro di Xu Xu, Alison Watts, Markum Reed (2019), nel quale gli autori concludono dicendo che una connettività Internet affidabile e veloce fornita attraverso l'infrastruttura di banda ultralarga gioca un ruolo significativo nella promozione dell'innovazione negli Stati Uniti, sottolineando al contempo la necessità di ulteriori investimenti e miglioramenti per massimizzarne l'impatto su tutti i settori della società.

Non tutti gli studi forniscono però prove a supporto delle relazioni auspicabili tra le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) e l'innovazione. Il lavoro di Bartelsman et al. (2019), ad esempio, fornisce evidenze del fatto che le innovazioni all'interno delle aziende di solito non dipendono né dalla produttività, né dal livello in cui questa produttività viene migliorata dall'accesso a Internet.

Approfondendo l'indagine sull'innovazione e considerando la natura intrinsecamente interconnessa e non lineare dei processi innovativi, lo studio condotto da Kaufmann et al. (2002) ha rivolto l'attenzione all'impatto di Internet sull'estensione delle reti di innovazione. Questa ricerca ha focalizzato l'attenzione su come l'Internet abbia influenzato la dinamica delle reti di innovazione, ampliando la portata delle interazioni e delle collaborazioni tra attori diversi, sia a livello locale che globale. In particolare, ha indagato come la partecipazione all'Internet abbia potenzialmente alterato i processi decisionali e le strategie di selezione dei partner per la collaborazione innovativa. Si è dunque evidenziata l'importanza cruciale dell'accesso a Internet nel facilitare nuove forme di collaborazione e condivisione della conoscenza, ridefinendo il modo in cui le aziende e gli individui interagiscono e si collegano per innovare.

Infine, da un'ulteriore prospettiva possibile, le tecnologie dell'informazione e della comunicazione avanzate hanno dimostrato di svolgere un ruolo di biglietto d'ingresso per le giovani imprese innovative che cercano di lanciarsi sul mercato, offrendo l'opportunità di un meccanismo vantaggioso che genera effetti positivi anche per i player consolidati (Aghion et al., 2009).

È quindi evidente, come mostrato dagli studi passati in rassegna, che nella maggior parte dei casi viene dagli studiosi definita una relazione positiva, anche se spesso con marginalità decrescente, tra la presenza e l'adozione delle connessioni a banda ultralarga e la crescita del tasso di innovazione, che nel caso in esame sarà descritto usando come KPI i brevetti. Ecco quindi che, dopo averli specificati nel dettaglio, i due attori protagonisti di questo lavoro di tesi trovano un punto di convergenza e finiscono per influenzarsi positivamente in maniera diretta l'uno sull'altro.

1.2.3 Focus sulla Situazione Italiana

Nel quadro della presente trattazione accademica, mantenendo la stessa dinamica dualistica adottata nell'analisi dei soggetti chiave, dopo un'approfondita esplorazione della natura giuridica dei brevetti e una dettagliata esaminazione della letteratura accademica esistente in merito all'impatto della banda ultralarga sull'innovazione (di cui i brevetti sono elemento misurante specifico in questo studio), si intende fornire un approfondimento riguardante la situazione in Italia in relazione al contesto mondiale. Tale approfondimento sarà esaminato in parallelo con il quadro generale internazionale. Al fine di condurre questa analisi, verranno considerati i dati forniti dall'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO), i quali spaziano dal 2013 al 2022. Quest'ampia finestra temporale consentirà di cogliere le dinamiche evolutive e di mettere in luce il posizionamento dell'Italia in confronto ad altre realtà internazionali, enfatizzando le peculiarità, le tendenze e le eventuali sfide o opportunità emerse nel contesto nazionale nell'arco del periodo preso in esame. Inoltre, la considerazione dell'ambito internazionale consentirà di contestualizzare in maniera più ampia le dinamiche osservate nel panorama italiano.

All'interno di questa sezione, si delinea l'EPO come fondamentale nodo internazionale d'intersezione per i depositari italiani di brevetti. Tale enfasi è giustificata dalla sua peculiare posizione istituzionale, caratterizzata da un'unicità e una collocazione geografica che si situa in un ambito intermedio tra gli uffici nazionali e quelli a scala mondiale. Questo posizionamento lo rende un punto di riferimento cruciale per i depositari di brevetti italiani, fornendo una piattaforma che si colloca strategicamente tra le istanze locali nazionali e la sfera globale di interesse dei depositi brevettuali.

Inoltre, per l'analisi in questione, saranno prese in considerazione le "application", ossia le domande di brevetto europeo presentate presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO) per ottenere la protezione di un'invenzione in Europa. È il processo iniziale in cui un inventore o un titolare di un'invenzione presenta una richiesta formale per ottenere un brevetto che copra più paesi europei.

L'Italia, secondo un recente report stilato dall'EPO nel 2022 risulta contribuire per il 2,5% sul totale delle application presentate all'EPO nell'anno, trovandosi di gran lunga lontana dai numeri raggiunti da altri player globali quali USA, Giappone e Germania.

Countries of origin: The 39 member states of the EPO account for over 43% of all European patent applications

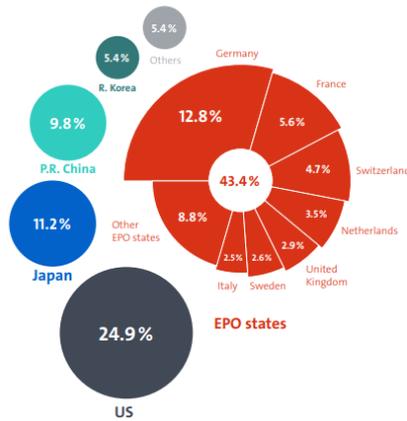


Figura 1.10: Percentuale delle application presentate all'EPO nel 2022 per singolo Paese

I brevetti italiani saranno oggetto di un'analisi articolata su cinque specifici campi di competenza. Questa selezione è stata attentamente delineata facendo riferimento al report rilasciato dall'EPO relativamente all'anno 2022. Tale rapporto evidenzia i settori che hanno mostrato una significativa crescita in termini di numero di application, identificando pertanto i cinque settori prevalenti, cioè: comunicazione digitale, tecnologia medica, computer technology, ambito energetico e ambito farmaceutico. Questi campi di competenza sono stati scelti in considerazione della loro rilevanza e del loro impatto nell'attuale panorama dell'innovazione sia a livello nazionale che internazionale.

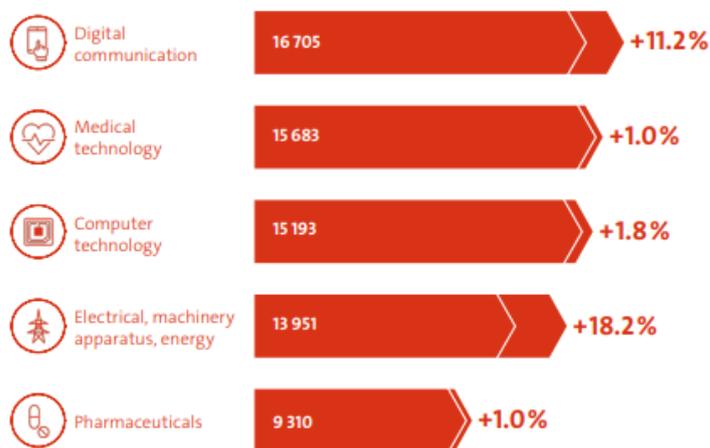


Figura 1.11: Campi di competenza in cui, nel 2022, sono state presentate all'EPO più application, con le relative numeriche e crescita percentuale rispetto all'anno precedente

Prima di partire con l'analisi dei diversi campi, effettuando un confronto relativo all'andamento tra Italia e resto del mondo, è utile definire come, nel complesso, la spinta brevettuale italiana e quella mondiale si sono evolute nel corso degli anni presi in rassegna.

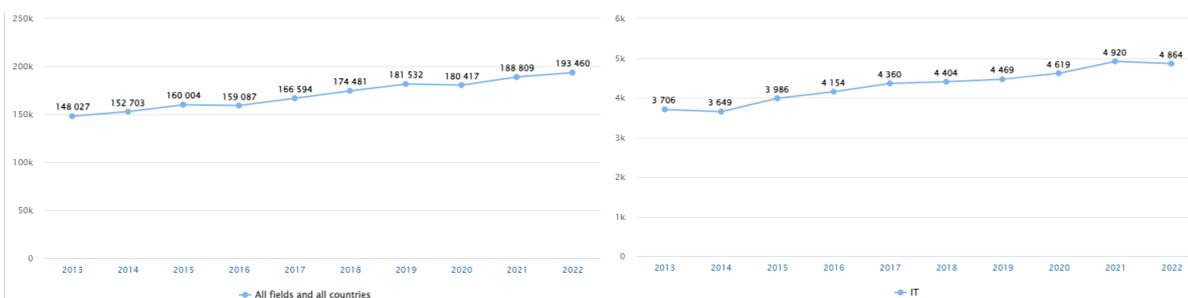


Figura 1.12: Andamento della spinta brevettuale in ogni Paese e per ogni campo di ricerca dal 2013 al 2022

Figura 1.13: Andamento della spinta brevettuale in Italia per ogni campo di ricerca dal 2013 al 2022

La rappresentazione grafica evidenzia chiaramente un costante aumento nel corso degli anni delle domande di brevetto presentate all'EPO, sia su scala globale che italiana. Questo andamento testimonia l'adattamento dell'Italia alla crescente competizione mondiale, indicando un'evoluzione positiva e la capacità del Paese di mantenersi al passo con gli altri nel campo dell'innovazione. L'incremento delle application inviate all'EPO da parte dell'Italia riflette un impegno continuo nel settore dell'innovazione e della ricerca, dimostrando un maggiore coinvolgimento e interesse da parte degli inventori italiani nel proteggere le proprie invenzioni a livello internazionale. Questa tendenza ascendente suggerisce anche una maggiore consapevolezza dell'importanza della protezione brevettuale per garantire la competitività e il valore delle scoperte innovative nel panorama globale. Inoltre, l'andamento simile tra l'Italia e la tendenza globale indica un allineamento del Paese con gli sviluppi e le sfide nel contesto internazionale, confermando la sua volontà di partecipare attivamente e in modo significativo alla corsa all'innovazione su scala mondiale.

Il contesto dei settori tecnologici selezionati per l'analisi rivela un'importanza significativa attribuita dall'EPO alle domande di brevetto in questi ambiti, con un marcato aumento percentuale delle application. Questo indica l'elevata rilevanza dell'innovazione in questi settori sia dal punto di vista economico che industriale a livello globale. Tuttavia, emerge un dato rilevante nell'analisi dell'Italia, il quale evidenzia una diversa focalizzazione rispetto ai settori trainanti a livello mondiale, come la comunicazione digitale e la tecnologia informatica. In Italia, al contrario, settori come quello medico/farmaceutico e dell'energia risultano essere più preponderanti, occupando posizioni di maggior rilievo nei grafici. Tale andamento può essere ricondotto al tessuto economico specifico del Paese, in cui le industrie manifatturiere hanno un

ruolo predominante, mentre la presenza di grandi multinazionali nell'ambito delle tecnologie dell'informazione è limitata. Questa differenza può essere interpretata come un segnale di disallineamento rispetto alla tendenza globale in cui gli sforzi di ricerca e innovazione si concentrano principalmente nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). In Italia, invece, il focus prevalente su ambiti come quello medico/farmaceutico e dell'energia potrebbe riflettere una particolare specificità economica e industriale nazionale. Tale osservazione suggerisce che, nonostante l'adattamento generale alle tendenze globali in termini di aumento delle application di brevetto, l'Italia mostra una direzione diversa nella distribuzione settoriale delle proprie innovazioni rispetto alla prevalenza mondiale nel settore ICT, puntando invece su ambiti più orientati alle caratteristiche specifiche dell'industria e della ricerca italiane.

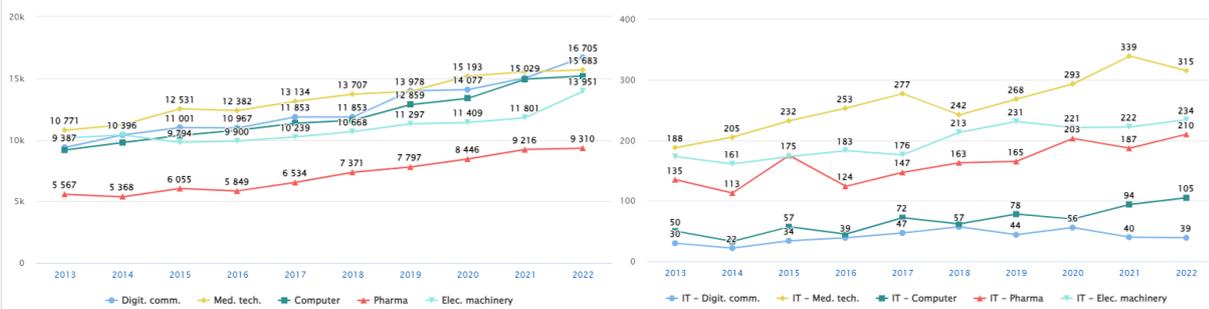


Figura 1.14: Andamento delle application nei 5 settori di maggior interesse a livello globale dal 2013 al 2022

Figura 1.15: Andamento delle application nei 5 settori di maggior interesse in Italia dal 2013 al 2022

Approfondito quindi l'attuale scenario dei brevetti in Italia, in relazione all'evoluzione verso la quale si orienta la ricerca a livello globale, e avendo delineato chiaramente le caratteristiche principali dei soggetti principali di questa tesi, nonché specificato il contesto in cui il nostro Paese si colloca rispetto agli altri attori di rilievo a livello mondiale, procediamo ora a esaminare più dettagliatamente il contenuto di questo lavoro. Ciò comporta la definizione del dataset impiegato per condurre le analisi e la presentazione delle relative informazioni, accompagnate da commenti esplicativi in merito ai risultati emersi dalle analisi condotte.

2 Descrizione del Dataset

2.1 Introduzione del Dataset

Dopo la prima parte di questo lavoro di tesi magistrale, nel quale si è passato in rassegna in maniera dettagliata, sia per quanto riguarda la fibra, sia per quanto riguarda i brevetti, che come più volte ribadito sono le due anime fondamentali di questo lavoro, la letteratura esistente, la quale, grazie all'impegno di molti studiosi, permette di capire il ruolo e l'importanza che la nuova tecnologia, rappresentata dalla banda ultralarga, assume per l'economia di un Paese e, a livello di benessere sociale, per i cittadini che popolano quel determinato Paese e, dopo aver parlato delle politiche messe in atto dai governi e dagli enti sovranazionali per incentivare il diffondersi di tali tecnologie, ora l'analisi entra nel vivo andando ad affrontare il focus per cui questo elaborato è stato pensato, ossia determinare qual è l'impatto delle connessioni in fibra sulle citazioni dei brevetti italiani.

Ciò significa che l'analisi verterà nel capire se, grazie alle connessioni ultraveloci di cui si è abbondantemente discusso in precedenza, viene facilitata la connessione tra brevetti appartenenti a paesi differenti.

In particolare, il Paese sul quale l'analisi si concentra è l'Italia e l'indagine ha lo scopo di capire se la diffusione della connessione ultraveloce in Italia abbia favorito la distanza dei brevetti citati, ossia se la maggior capacità di connessione è riuscita a ridurre le distanze tra le imprese, facendo accrescere così il loro grado di innovazione.

Per condurre tale analisi è stato usato come punto di partenza il dataset fornito dal DIGEP, il quale conteneva al suo interno informazioni riguardanti l'anno in cui il brevetto madre era stato depositato (in un intervallo compreso tra il 2012 e il 2018), la regione, la provincia e la città a cui appartiene l'inventore di quel brevetto, l'indicazione riguardante la città dell'inventore sul fatto se sia o meno capoluogo di regione e l'indicazione di se la città possedeva o meno una connessione internet ultraveloce.

Inoltre, un'altra informazione presente in tale dataset, e dalla quale si sono ricavate le variabili d'interesse dell'analisi, è quella riguardante i valori delle distanze tra la città di provenienza

dell'inventore del brevetto madre e la capitale del Paese nel quale il brevetto madre viene citato. Tali distanze sono state rappresentate nel dataset usufruendo di tre colonne, rappresentanti le tre variabili di interesse dell'analisi:

- `m_dist_cited`: corrispondente alla media, cioè al valore intermedio compreso tra l'estremo superiore e quello inferiore nell'insieme di più valori considerati;
- `med_dist_cited`: corrispondente alla mediana, cioè, presa una successione finita di valori, la mediana è il valore intermedio fra gli estremi di tale successione;
- `max_dist_cited`: corrispondente al massimo, cioè il valore maggiore tra quelli considerati.

Partendo quindi dal dataset appena definito, l'analisi si è concentrata nuovamente nell'indagare come i due attori (connessione ultraveloce e brevetti), su cui questo lavoro di tesi magistrale si fonda, hanno presentato cambiamenti durante il corso del tempo, e se, come precedentemente affermato, è giustificabile sostenere che in questo caso la relazione che intercorre tra fibra e innovazione (misurata tramite la distanza tra la città di provenienza dell'autore del brevetto madre e la capitale del Paese in cui è stato depositato il brevetto citante) sia una relazione positiva.

2.2 Fibra

Lo scopo di questo paragrafo è quello di andare ad indagare, all'interno del dataset considerato, quali sono le informazioni presenti relativamente alla fibra, che ricopre un ruolo fondamentale nella trattazione, e come la presenza di tale tecnologia si è sviluppata nel nostro Paese nel corso degli anni presi come riferimento dal dataset considerato (2012-2018).

Per effettuare tale analisi è stata individuata una variabile di interesse, capace di misurare la presenza o meno della fibra all'interno di una determinata città, la quale prende il nome di `tot_dum_ubb`.

Essa è una variabile dummy, ossia una variabile che assume valore 0 o 1 a seconda che sia soddisfatta o meno una determinata condizione. Nel caso specifico si è deciso di far assumere alla variabile il valore 1 se nel comune di riferimento è presente una connessione in fibra, 0 viceversa.

Prendendo come riferimento tale variabile, e costruendo una tabella pivot capace di distinguere la variazione nel tempo, per ogni regione, dei comuni raggiunti da una connessione in fibra, è stato possibile definire il diffondersi della di tale tecnologia, per ogni anno che costituisce l'intervallo di riferimento, all'interno del nostro Paese.

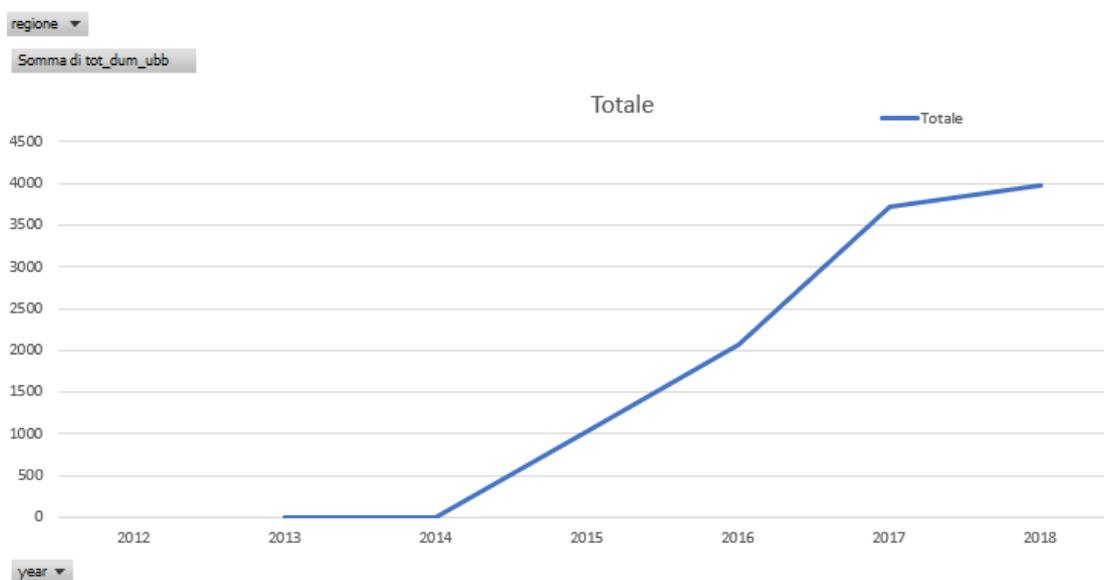


Figura 2.1: Andamento dei comuni italiani appartenenti al dataset raggiunti dalla fibra dal 2012 al 2018

Tale grafico, che presenta sull'asse delle ascisse gli anni di riferimento, e su quello delle ordinate il numero di comuni italiani raggiunti dalla fibra, mostra un andamento che, tra il periodo compreso tra il 2015 e il 2017, segue un andamento quasi esponenziale, per poi andare a ridursi nel range 2017-2018. Tale crescita è in linea con quanto mostrato nel capitolo 1 di questo lavoro di tesi, in particolare con quanto discusso in riferimento ai piani nazionali e comunitari di investimento.

La crescita esponenziale presente tra il 2015 e il 2017 è dovuta al fatto che è in quegli anni che hanno iniziato ad aver luogo i primi lavori effettivi sulla rete. Ciò è chiaramente visibile dal grafico in quanto, prima del 2015, nessuno dei comuni italiani presenti nel panel era raggiunto da una connessione in fibra.

La tecnologia della fibra ha avuto quindi la tendenza di un sostanziale aumento iniziale, poiché per la tecnologia risulta più facile diffondersi quando nessuna area è stata precedentemente coperta, e poi, dopo aver attraversato un punto di flesso, la velocità di diffusione ha cominciato a diminuire. Per spiegare questo modello si possono mettere in discussione tre principali cause interagenti:

- Il corso di qualsiasi progetto segue un percorso in cui il completamento viene tipicamente raggiunto con un avanzamento non lineare;
- E' logico supporre che gli operatori TLC abbiano cablato prima le aree più convenienti, lasciando indietro quelle meno attraenti (le "aree bianche" dove è più probabile che si verifichino fallimenti del mercato), che rappresentano una minoranza di buchi nel reticolo quasi uniforme di copertura del servizio, più difficile da raggiungere e disincentivante verso il target di copertura del 100%;
- Raggiunto un livello di servizio ritenuto temporaneamente soddisfacente, le scelte politiche potrebbero essere ricadute, dopo aver valutato rendimenti decrescenti, verso l'allocazione dei fondi su diversi investimenti strategici.

Il grafico preso in considerazione precedentemente mostra lo sviluppo della rete in fibra ottica a livello nazionale, non discriminando le singole regioni italiane a cui appartengono i comuni presi in rassegna. Per capire meglio, anche in funzione della successiva analisi che si occuperà di analizzare se la presenza di rete in fibra ottica ha favorito o meno l'innovazione, misurata come distanza tra la città di provenienza dell'inventore del brevetto madre e la capitale del Paese in cui è stato depositato il brevetto citante, quindi vista come facilità per le imprese di scambiare tra loro informazioni di carattere innovativo anche a grandi distanze ed in breve tempo, nel seguente grafico si mette in mostra lo sviluppo che ha avuto, nel corso degli anni che compongono il periodo

target di riferimento di questa analisi (2012-2018), la rete in fibra ottica nelle diverse regioni italiane.

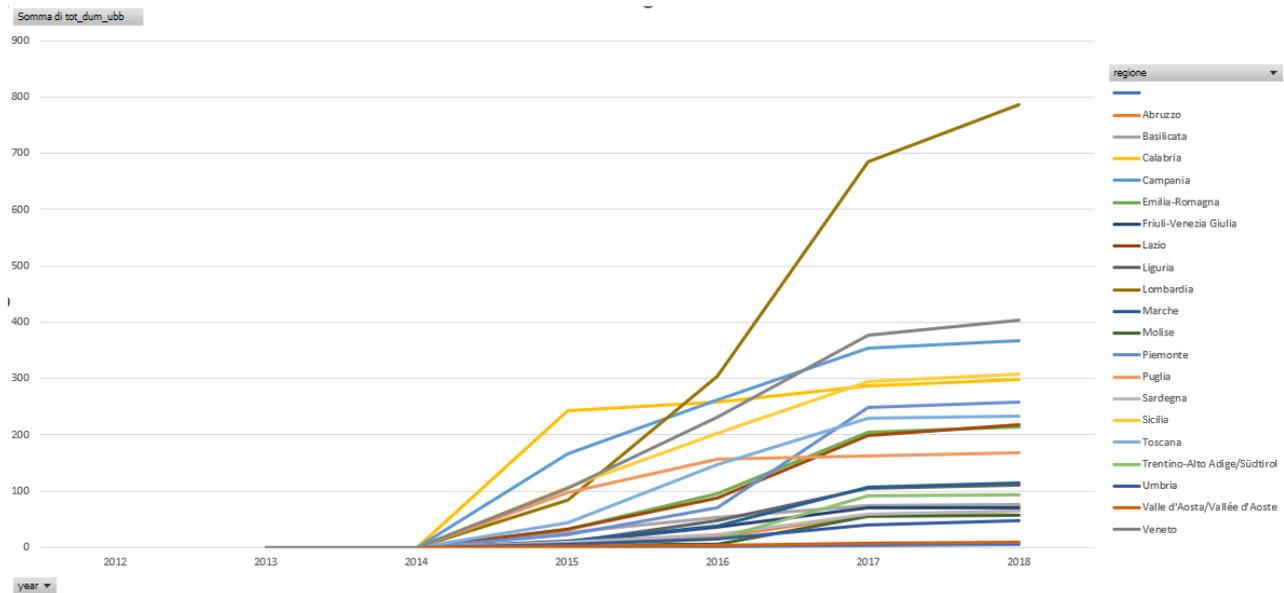


Figura 2.2: Andamento dei comuni italiani appartenenti al dataset, divisi per singola regione, raggiunti dalla fibra dal 2012 al 2018

Tale grafico presenta sulle ascisse gli anni di riferimento e sulle ordinate la somma dei comuni che vantano sul proprio territorio la presenza della rete in fibra ottica, rilevati grazie alla variabile dummy tot_dum_ubb.

In esso è evidente che, al di là della differenza del numero di comuni presenti in ogni regione all'interno del dataset, che vede la prevalenza di comuni lombardi e piemontesi (come si evidenzia nel grafico seguente), la curva dello sviluppo della tecnologia "fibra ottica" nella regione Lombardia assume una pendenza, fino al 2017, che indica, a differenza delle altre regioni che comunque hanno vissuto uno sviluppo importante di tale tecnologia, un aumento quasi esponenziale di tale tecnologia su territorio, aumento che permette di creare un gap importante verso le altre regioni italiane.

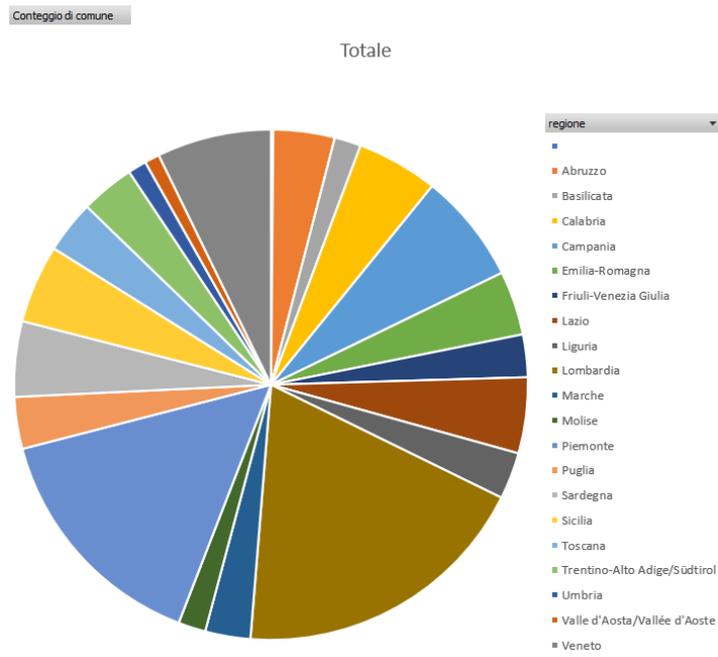


Figura 2.3: Caratterizzazione per regione dei comuni che compongono il dataset

2.3 Brevetti

Avendo nel paragrafo precedente visto in dettaglio lo sviluppo che ha avuto la tecnologia in fibra ottica, sia a livello nazionale, sia in dettaglio per le singole regioni italiane, continuando la trattazione con la caratteristica di dualità che ha contraddistinto il primo capitolo, si specificano in questo paragrafo le informazioni contenute nel dataset relative al secondo attore su cui questo lavoro di tesi magistrale si basa, ossia i brevetti, i quali sono l'unità di misura presa come riferimento per calcolare il grado di innovazione delle imprese italiane.

All'interno del dataset sono numerose le informazioni relative ai brevetti, ad esempio sono presenti indicazioni sulla provenienza geografica dell'autore del brevetto, così come sono presenti indicazioni sull'anno in cui il brevetto è stato depositato. Le variabili che però assumono particolare rilevanza ai fini di questo lavoro di tesi, in quanto permettono di ottenere indicazioni sul grado di innovazione delle imprese italiane, dando un'informazione sulla distanza, sono le tre variabili di interesse che forniscono indicazione sui valori medi di media, mediana e massimo tra la città di provenienza dell'autore del brevetto madre e la capitale del Paese dove tale brevetto viene citato.

Tali variabili d'interesse prendono il nome, all'interno del dataset, di `m_dist_cited`, `med_dist_cited`, `max_dist_cited`, che sono i valori medi, rispettivamente della media, della mediana, e del massimo delle distanze, espresse in chilometri, tra la città di provenienza degli inventori dei brevetti madre e la capitale del Paese in cui è depositato il brevetto citante.

Partendo da tali variabili di interesse l'analisi si svilupperà in modo da capire innanzitutto se, a livello nazionale, l'incremento dello sviluppo della nuova tecnologia a partire dal 2015 abbia influito anche sul grado di innovazione delle imprese italiane, quindi se è confermata la relazione positiva tra connessione ultraveloce e innovazione discussa nel primo capitolo di questo lavoro di tesi magistrale; successivamente si andrà ad indagare a livello regionale, per determinare se, nelle regioni che hanno vissuto uno sviluppo più marcato della tecnologia, come la Lombardia, ci sia stato un conseguente forte aumento della capacità innovativa delle imprese, rispetto alle regioni in cui lo sviluppo della tecnologia è stato meno marcato. Tale evidenza, qualora risultasse confermata, avallerebbe una relazione positiva tra la tecnologia "fibra ottica" e il grado di innovazione delle imprese misurato tramite la distanza precedentemente specificata, facendo emergere l'ipotesi che le imprese dotate di una connessione ultraveloce riescano ad entrare in possesso, con facilità, di informazioni con carattere innovativo anche di aziende geograficamente

lontane, aumentando così il loro grado di innovazione grazie ad un network più ampio, il che comporterebbe un vantaggio competitivo verso chi invece non può usufruire della stessa tecnologia.

A livello nazionale l'analisi viene effettuata partendo dai dati presenti all'interno del dataset e creando un grafico contenente sulle ascisse gli anni di riferimento, appartenenti sempre all'intervallo target (2012-2018), e sulle ordinate le distanze espresse in chilometri.

In tale grafico è possibile osservare la variazione del totale dei valori medi, confrontando i diversi anni, delle distanze espresse dalle variabili precedentemente citate (`m_dist_cited`, `med_dist_cited`, `max_dist_cited`), indicative dei valori di media, mediana e massimo.

Il grafico risultante è il seguente:

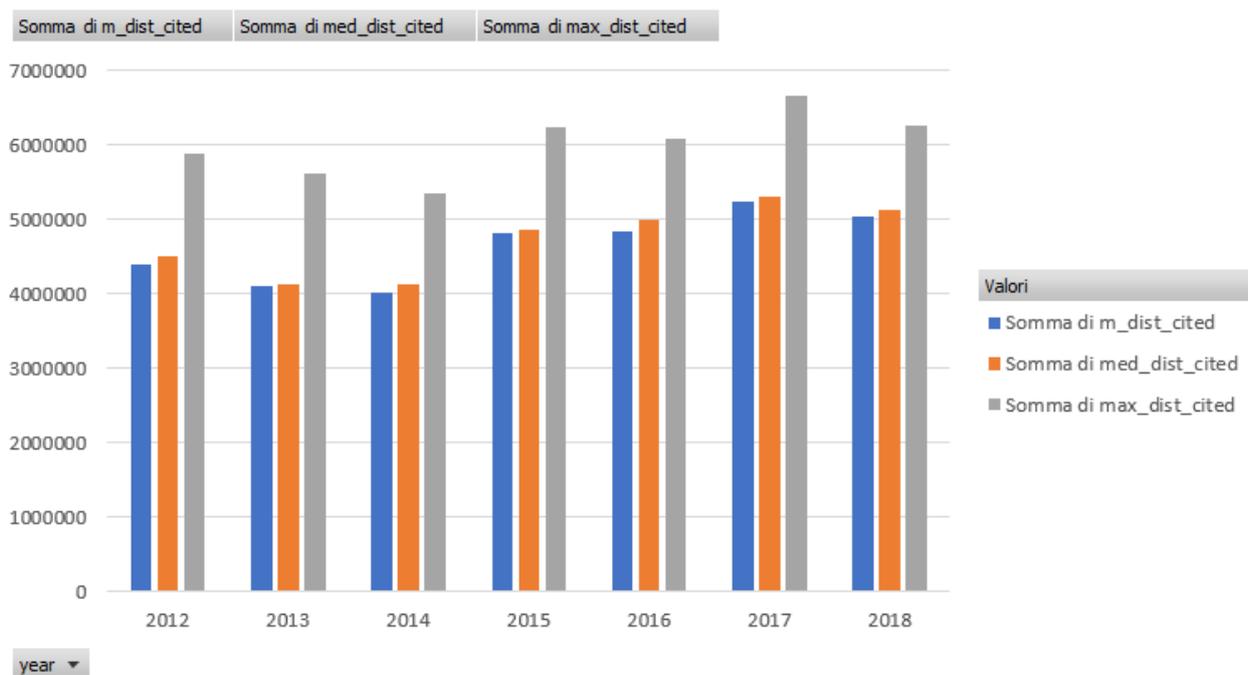


Figura 2.4: Andamento delle variabili di interesse (`m_dist_cited`, `med_dist_cited` e `max_dist_cited`) dal 2012 al 2018 a livello nazionale

Ciò che risulta dall'analisi di tale grafico è che, a partire dal 2015, che è l'anno in cui sono iniziati i lavori infrastrutturali sulla rete per implementare la nuova tecnologia, quindi il primo anno di effettivo utilizzo della connessione ultraveloce al massimo delle sue potenzialità, la somma dei valori presi in considerazione (media, mediana e massimo), relativi alla distanza tra le città di provenienza degli inventori dei brevetti madre e la capitale del Paese in cui è depositato il brevetto

citante, sono aumentate raggiungendo un picco nel 2017, anno in cui la curva di sviluppo della nuova tecnologia raggiungeva la pendenza massima.

L'andamento del grafico relativo alle distanze segue quindi lo stesso andamento del grafico, precedentemente analizzato, relativo alla diffusione della fibra ottica nei comuni italiani. Tale considerazione è in linea con quanto affermato nel capitolo 1, in particolare con gli studi di Kaufmann et al. (2002), i quali evidenziano l'importanza dell'accesso a Internet nel facilitare nuove forme di collaborazione e condivisione della conoscenza. Si può quindi ipotizzare, guardando i grafici, che nel caso considerato esista una correlazione positiva tra connessione ultraveloce e innovazione.

Lo sviluppo della tecnologia "fibra ottica" sul suolo italiano ha comportato, quindi, un aumento delle distanze prese in analisi, segno che risulta più facile per le aziende dotate di connessione ultraveloce accedere ad informazioni e condividere la conoscenza anche con realtà geograficamente più lontane.

Dopo aver analizzato il comportamento, a livello nazionale, dei due attori protagonisti di questo lavoro di tesi, il focus si sposta andando ad indagare se, anche a livello regionale, uno sviluppo della connessione in fibra ottica comporta, almeno graficamente, un aumento del grado di innovazione delle imprese.

Per effettuare tale analisi, partendo sempre dai dati presenti nel dataset contenente le informazioni sui brevetti madre, si sono costruiti tre grafici, ognuno relativo ad una delle tre variabili di interesse (*m_dist_cited*, *med_dist_cited*, *max_dist_cited*), contenenti sull'asse delle ascisse le indicazioni relative all'anno al quale si fa riferimento, e sull'asse delle ordinate l'indicazione relativa alla distanza raggiunta dalla somma dei valori delle grandezze considerate, misurata in chilometri.

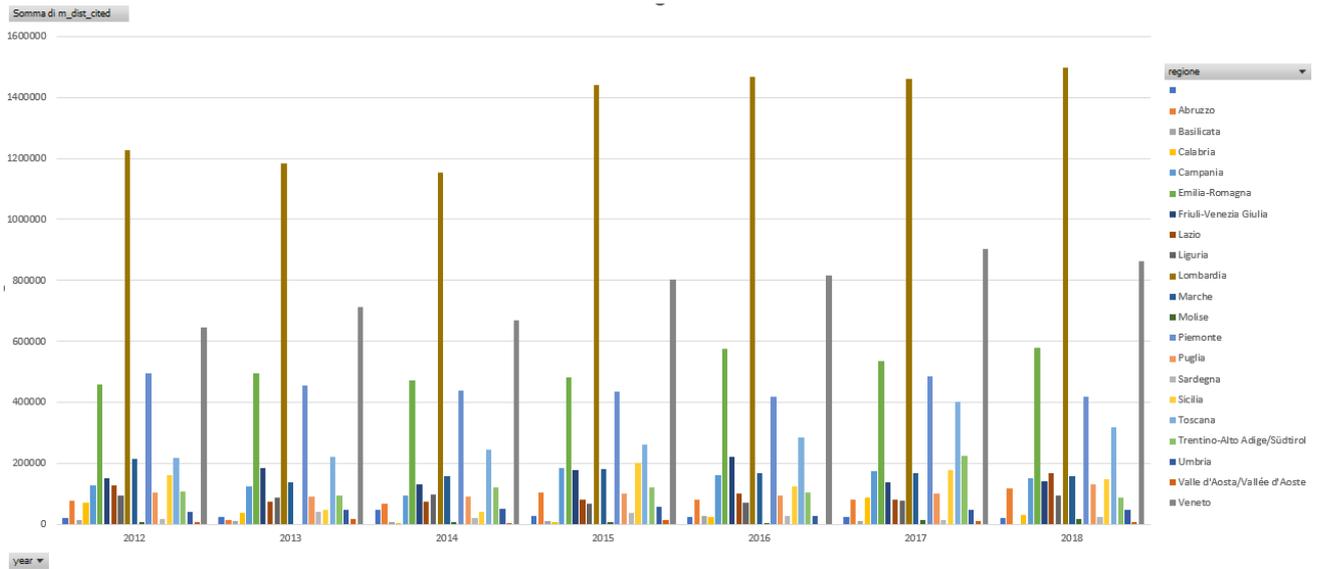


Figura 2.5: Andamento della variabile di interesse `m_dist_cited` dal 2012 al 2018 dettagliato per le singole regioni

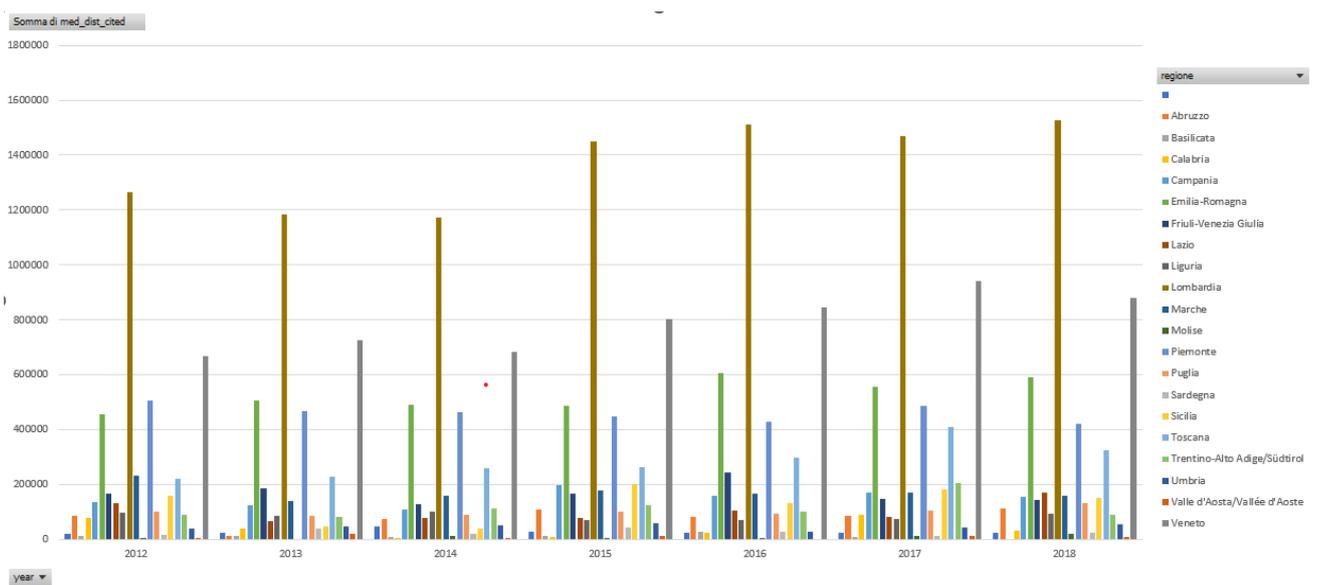


Figura 2.6: Andamento della variabile di interesse `med_dist_cited` dal 2012 al 2018 dettagliato per le singole regioni

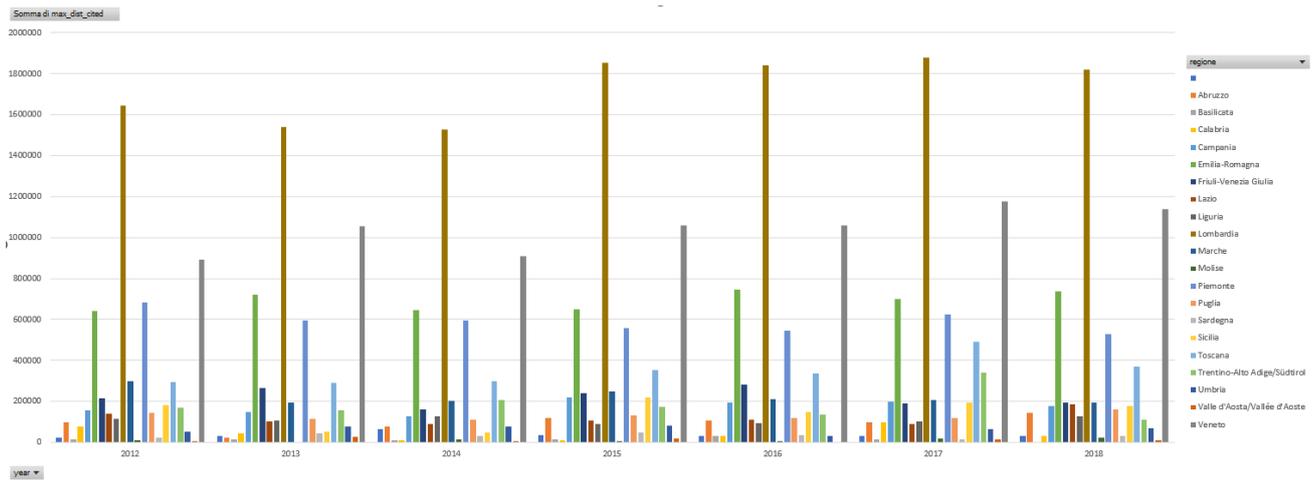


Figura 2.7: Andamento della variabile di interesse `max_dist_cited` dal 2012 al 2018 dettagliato per le singole regioni

Quanto si evince dai grafici è che in molte delle regioni italiane la distanza tra le città degli inventori dei brevetti citate e le capitali dei Paesi dove sono depositate i brevetti citanti, misurata tramite le tre variabili di interesse, è rimasta pressochè invariata nel corso degli anni, dato che porterebbe alla conclusione che le politiche e gli sforzi economici messi in atto per ampliare la rete in fibra ottica non hanno avuto l'effetto sperato. Questo dato andrebbe però in contrasto col precedente, relativo alla situazione nazionale, ottenuto a partire dal medesimo dataset, in cui si evince un chiaro segnale di crescita a partire dal 2015, anno in cui, per l'appunto, sono iniziati i primi lavori di potenziamento della precedente infrastruttura in rame.

Per spiegare tale discrasia è importante attenzionare il caso di una regione in particolare, ossia la Lombardia. Tale regione è quella che, come evidenziato nel grafico precedente che metteva in luce la diffusione della rete in fibra ottica particolareggiato per le varie regioni italiane, ha visto nel corso degli anni uno sviluppo di tale tecnologia nettamente superiore rispetto a quello delle altre regioni italiane, tanto da dare vita ad una curva con un andamento quasi esponenziale fino al 2017, anno dopo il quale la curva, pur continuando a crescere, ha visto diminuire la sua pendenza. Tale sviluppo è stato così marcato per la Lombardia, da permetterle non solo di risultare la regione con più comuni raggiunti dalla connessione ultraveloce (secondo i dati presenti all'interno del dataset utilizzato), ma addirittura di guadagnare un distacco considerevole rispetto alle altre regioni italiane.

La Lombardia risulta quindi, per tutto ciò precedentemente detto, la regione più significativa nel caso del dataset in analisi, sia in quanto è quella che possiede un maggior numero di comuni per i quali si hanno dati disponibili, sia in quanto è la regione in cui si è registrato, per distacco, il

maggior sviluppo della rete con tecnologia in fibra ottica. Sarà quindi, con ogni probabilità, la regione nella quale gli effetti dovuti allo sviluppo di tale tecnologia, se presenti, risulteranno più evidenti e facili da analizzare.

A valle di tali considerazioni, dai grafici precedentemente riportati, dove veniva dettagliata la situazione relativa alla distanza tra le città degli inventori dei brevetti citati e le capitali dei Paesi in cui sono state depositate i brevetti citanti, si evince, prendendo come riferimento la regione Lombardia per i motivi precedentemente elencati, un chiaro aumento, a partire dall'anno 2015, di tale distanza, secondo le tre variabili di interesse individuate.

Tale dato, che è in linea con le considerazioni emerse dall'analisi della situazione che si evince a livello nazionale, conferma anche a livello regionale (laddove la rete in fibra ottica è abbastanza estesa da permettere di visualizzare gli effetti da essa derivanti), l'esistenza, a livello qualitativo, di una correlazione positiva tra lo sviluppo della rete in fibra ottica e l'incremento del grado di innovazione delle imprese, misurato appunto dalla distanza precedentemente citata, rappresentativa del fatto che le imprese, grazie alla fibra ottica, aumentino la propria capacità di attingere a informazioni a contenuto innovativo, ampliando il proprio network informativo e creando una rete formata anche da realtà geograficamente lontane.

Le considerazioni ottenute dall'analisi qualitativa dei dati, eseguita banalmente commentando gli andamenti dei grafici descrittivi dei due principali attori di tale lavoro di tesi magistrale, verranno nel capitolo successivo supportate dall'analisi quantitativa svolta tramite l'utilizzo di stime econometriche.

3 Analisi Econometrica

Nei capitoli precedenti si sono poste le basi per l'analisi, avendo dapprima dettagliato le caratteristiche dei principali attori coinvolti in questo studio e analizzato i diversi studi mirati a definire gli effetti della tecnologia a banda ultralarga e la correlazione tra tale tecnologia e l'incremento della capacità innovativa da parte delle imprese, e poi avendo passato in rassegna il dataset usato per l'analisi, evidenziando al suo interno interessanti correlazioni tra lo sviluppo della fibra durante gli anni in Italia e l'aumento della distanza tra città dell'inventore del brevetto e del Paese in cui il brevetto madre viene citato, segno di una maggiore capacità delle imprese di accedere a contenuti informativi anche lontani geograficamente dal proprio contesto.

In questo, che rappresenta l'ultimo capitolo di questo lavoro di tesi magistrale, tramite l'utilizzo dell'inferenza econometrica, verranno discussi in maniera quantitativa quali sono gli effetti della fibra sulla capacità innovativa delle imprese italiane, misurata, come specificato precedentemente, dalla distanza, in modo da determinare se a livello statistico esiste una relazione rilevante tra quelli che sono gli attori principali su cui si basa l'intero lavoro.

Per svolgere tale lavoro di analisi, saranno prima specificate in maniera teorica le variabili e i vincoli empirici su cui si basa l'inferenza econometrica. Una volta messo in piedi il quadro teorico con cui effettuare l'analisi, il capitolo entra nella sua sezione chiave, in cui, a valle dei risultati ottenuti dall'inferenza econometrica, si andrà a definire in maniera quantitativa se esiste una correlazione positiva tra la tecnologia a banda ultralarga e l'innovazione delle imprese oggetto dell'analisi, che è l'obiettivo principale che questo lavoro di tesi magistrale vuole perseguire.

Una volta discussa, grazie all'utilizzo dello strumento statistico, l'esistenza o meno di una relazione statisticamente significativa tra fibra e innovazione, il capitolo continuerà il suo percorso analitico con l'obiettivo di enfatizzare aspetti diversi e stimolanti che emergono dai dati; ciò viene ottenuto esaminando il comportamento del dataset da molteplici prospettive di modellazione sfruttando gli espedienti disponibili per sintetizzare un insieme di principali dinamiche su cui vale la pena riflettere.

Le considerazioni sui risultati ottenuti e sulle prospettive che nascono a valle delle analisi effettuate, le quali forniscono spunti per successivi lavori accademici, verranno poi raccolte e trattate nella parte finale di questa sezione.

3.1 Contesto Teorico

Dopo aver analizzato la diffusione della fibra in Italia dal 2012 al 2018, il naturale, successivo passo analitico è quello di indagare l'effetto causale di questo modello di diffusione sul proxy di innovazione delle imprese. In particolare, la diffusione della banda ultralarga viene misurata tramite l'utilizzo di una variabile dummy, già definita nel capitolo precedente, che permette di stabilire la presenza della connessione ultraveloce all'interno di un determinato comune italiano in un determinato anno; tale variabile assume nel dataset il nome di `tot_dum_ubb` e rappresenterà la variabile indipendente dell'analisi econometrica che verrà effettuata.

Dall'altro lato delle equazioni di regressione, per quanto riguarda la resa quantitativa dell'innovazione aziendale, la variabile obiettivo è stata derivata dalle osservazioni dei brevetti, e in particolare della distanza tra la città dell'inventore del brevetto e la capitale del Paese in cui il brevetto viene citato; tale distanza ha, come illustrato nei capitoli precedenti, ha dato vita a tre variabili (`m_dist_cited`, `med_dist_cited` e `max_dist_cited`), che, prese singolarmente, rappresentano la variabile dipendente dell'analisi econometrica.

Oltre alla variabile dipendente e alla variabile indipendente definite, altri elementi che fanno parte della regressione sono gli effetti fissi. Essi si riferiscono a variabili che non variano nel tempo o che non sono soggette a variazioni sistematiche durante l'analisi statistica. Questi effetti sono costanti per tutti gli individui o le osservazioni incluse nel modello. Gli effetti fissi possono essere associati a caratteristiche specifiche degli individui o delle unità di osservazione. Nel contesto delle regressioni, ci sono due approcci principali per gestire gli effetti fissi:

1. **Modello con Effetti Fissi:** In questo caso, vengono inclusi specifici indicatori o variabili per ciascun individuo o gruppo di individui nel modello, ad esempio si possono utilizzare variabili dummy in grado di catturare gli effetti fissi.
2. **Stima del Modello con Effetti Casuali:** Questo approccio assume che gli effetti fissi siano distribuiti casualmente e stimati come tali, ottenendo così un modello più flessibile.

La scelta tra questi approcci dipende dalla natura dei dati e dagli obiettivi dell'analisi. Nel caso dell'analisi che si vuole andare a svolgere gli effetti fissi presenti sono sul comune e sul tempo.

In conclusione, un ultimo elemento che fa parte della regressione è l'errore, il quale rappresenta la differenza tra il valore osservato della variabile dipendente e il valore predetto dal modello.

Questo è spesso chiamato anche "residuo". In altre parole, l'errore rappresenta quanto il modello non è in grado di spiegare o prevedere accuratamente la variabilità nei dati. La formula per l'errore residuo è:

Errore residuo = Valore osservato – Valore predetto

L'equazione di una regressione con gli elementi precedentemente citati ha convenzionalmente la seguente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_{f1} F1 + \beta_{f2} F2 + \epsilon$$

Andando a sostituire all'equazione convenzionale gli elementi propri del caso di studio in questione, si ottengono 3 equazioni di regressione, tante quante le variabili dipendenti individuate:

$$m_dist_cited = \beta_0 + \beta_1 tot_dum_ubb + \beta_2 F1_c + \beta_3 F2_t + \epsilon$$

$$med_dist_cited = \beta_0 + \beta_1 tot_dum_ubb + \beta_2 F1_c + \beta_3 F2_t + \epsilon$$

$$max_dist_cited = \beta_0 + \beta_1 tot_dum_ubb + \beta_2 F1_c + \beta_3 F2_t + \epsilon$$

Stabilite le equazioni della regressione che permetteranno di capire se esiste una relazione statisticamente significativa tra la connessione a banda ultralarga e il grado di innovazione delle imprese, vero obiettivo di questo lavoro di tesi magistrale, si procede effettuando l'elaborazione tramite l'utilizzo del software STATA.

STATA è un software statistico largamente utilizzato nell'ambito della ricerca accademica e in aziende private, in grado di effettuare analisi dei dati. Tale software può svolgere una molteplicità di funzioni, tra cui gestione di database, può compiere analisi statistico-econometriche ed analisi grafiche.

Una volta caricato in STATA il dataset di interesse, il software mette a disposizione diversi comandi per effettuare la regressione. Tra questi uno dei più diffusi è il comando "reg", utilizzato per

eseguire una regressione lineare semplice o multipla. Con il comando `reg` è possibile stimare i coefficienti di una relazione lineare tra una o più variabili indipendenti e una variabile dipendente. Tale comando restituisce i coefficienti stimati per le variabili indipendenti, la deviazione standard degli errori, il valore t, il valore p e altre statistiche associate al modello di regressione.

Il comando `reg` in Stata è adatto per eseguire regressioni lineari standard, ma non è il metodo appropriato quando si desidera incorporare effetti fissi nelle analisi, specialmente in un contesto di dati panel (dati con osservazioni multiple per ciascuna entità nel tempo). Il motivo principale è che il comando `reg` non consente di stimare direttamente gli effetti fissi a livello di entità. In una regressione con effetti fissi, si desidera controllare per le caratteristiche individuali costanti nel tempo che potrebbero influenzare la variabile dipendente. Tuttavia, il comando `reg` stimerebbe i coefficienti per tutte le variabili, inclusi gli effetti fissi, trattandoli come se fossero variabili indipendenti aggiuntive.

Per incorporare gli effetti fissi, Stata fornisce il comando `areg` (fixed-effects regression). Questo comando è progettato appositamente per stime di effetti fissi a livello di entità in modelli di dati panel. Quando si utilizza `areg`, è possibile assorbire gli effetti fissi a livello di entità, controllando così per le caratteristiche costanti individuali nel tempo. Per tali motivi, per effettuare in STATA la regressione di interesse che permette di analizzare se esiste una relazione statisticamente significativa tra la fibra e l'innovazione, è stato usato il comando "areg", e sono state effettuate tre regressioni, ognuna per ogni variabile dipendente presente nel dataset (`m_dist_cited`, `med_dist_cited` e `max_dist_cited`). I codici utilizzati sono i seguenti:

1. `areg m_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`
2. `areg med_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`
3. `areg max_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`

3.2 Risultati Ottenuti

Dopo aver costruito il contesto teorico su cui fondare le analisi, inseriti i codici precedentemente specificati in STATA il software ha restituito tre regressioni. Dato che tutte e tre le regressioni presentavano, da un punto di vista statistico, risultati simili, per rendere più lineare la trattazione si è deciso di riportare all'interno di questo capitolo solo la prima regressione (riguardante la variabile dipendente `m_dist_cited`), mentre le altre due regressioni sono riportate nell'annex di questo lavoro di tesi magistrale.

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	<code>m_dist_cited</code>	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
<code>tot_dum_ubb</code>	144.0***	
	(32.03)	
<code>2014.year</code>	-11.88	
	(24.14)	
<code>2015.year</code>	70.27***	
	(25.29)	•
<code>2016.year</code>	54.16**	
	(25.24)	
<code>2017.year</code>	73.75***	
	(26.44)	
<code>2018.year</code>	44.80*	
	(26.79)	
Constant	523.0***	
	(16.18)	
Observations	47,202	
R-squared	0.449	

Figura 3.1: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente `m_dist_cited` indagata a livello nazionale

Definite quelle che sono l'ipotesi nulla H_0 e l'ipotesi alternativa H_1 , che rappresentano rispettivamente l'assenza di differenze o di relazioni significative (quindi, in questo caso, che la fibra non ha una relazione significativa con l'innovazione delle imprese italiane) e la presenza di differenze o di relazioni significative (quindi, in questo caso, che la fibra presenta una relazione statisticamente significativa con l'innovazione delle imprese italiane), e considerando un livello di significatività α pari a 0,05 (valore comunemente scelto), che rappresenta la probabilità di commettere un errore di tipo I (rifiutare erroneamente l'ipotesi nulla quando è invece risultata vera), si vanno a commentare quelli che sono i risultati ottenuti.

In particolare, per poter affermare se esista o meno la presenza di una relazione significativa tra le due variabili, e quindi per poter dire quale delle due ipotesi formulate (H_0 oppure H_1) è quella vera, bisogna tener conto del p-value.

Il p-value rappresenta la probabilità di ottenere un risultato almeno altrettanto estremo di quello osservato, assumendo che l'ipotesi nulla sia vera. Se il p-value è inferiore ad α , si rifiuta l'ipotesi nulla in favore dell'ipotesi alternativa; viceversa non si rifiuta l'ipotesi nulla.

Nel caso della regressione precedentemente riportata, è possibile osservare che solo in un anno, ossia nel 2014, il p-value risulta minore del livello di significatività α , e quindi solo in quell'anno la relazione di nostro interesse, ossia quella tra i due attori principali di questo lavoro di tesi magistrale, assume una rilevanza statisticamente significativa. Nel dataset utilizzato, però, la variabile dummy (`tot_dum_ubb`) che registra la presenza della tecnologia in fibra ottica in ogni comune dell'insieme considerato assumendo valore 1 quando la fibra è presente nel comune, 0 viceversa, negli anni precedenti al 2015 assume solo valore 0 in quanto non era presente, in nessuno dei comuni presi in considerazione, la connessione ultraveloce garantita dalla fibra, la quale ha iniziato ad essere implementata nel nostro Paese solo nel 2015. Per questa considerazione, la relazione che la regressione dice essere statisticamente significativa nel 2014 è in realtà inesistente per la mancata presenza della fibra sul territorio nazionale.

Ciò significa che, contrariamente alle evidenze che a livello qualitativo erano emerse nel capitolo 2, dove si è ampiamente commentato il comportamento durante gli anni dello sviluppo della fibra e della distanza tra la città dell'inventore del brevetto e la capitale del Paese in cui il brevetto madre veniva citato, relativi ai dati presenti all'interno del dataset di riferimento, e dove si era notato che un aumento dello sviluppo della fibra sul territorio nazionale comportava un

conseguente aumento del valore medio delle distanze, nella regressione si hanno risultati che descrivono un altro scenario.

Ciò che deriva, infatti, dallo studio statistico è che solo nel 2014, anno precedente all'effettiva introduzione della tecnologia in fibra ottica sul territorio nazionale, è presente una relazione statisticamente significativa tra connessione ultraveloce e grado di innovazione, mentre negli altri anni questa relazione non è statisticamente significativa.

Lo stesso studio, ancora una volta generando tre codici per le tre diverse variabili dipendenti identificate all'interno del dataset, è stato poi ripetuto effettuando sulle distanze una trasformazione logaritmica. Prima di effettuare tale trasformazione, però, dato che diverse distanze all'interno del dataset erano popolate con il valore 0, si è deciso di operare una manipolazione andando ad aggiungere a tutte le distanze il valore 1, evitando così di ottenere valore indefiniti:

$$\ln(0) \text{ (indefinito)} \rightarrow \ln(0 + 1) = \ln(1) = 0$$

Una volta modificato il dataset, e avendo applicato ad esso una trasformazione logaritmica, i codici generati per effettuare la regressione sono stati i seguenti:

1. `areg log_m_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`
2. `areg Log_med_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`
3. `areg log_max_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat)`

Ancora una volta, i risultati delle tre regressioni sono risultati essere molto simili tra loro, e per rendere la trattazione lineare, in maniera speculare a quanto fatto precedentemente, si è riportato all'interno del corrente capitolo la prima regressione, relativa alla variabile dipendente `m_dist_cited`, mentre all'interno dell'annex di questo lavoro di tesi magistrale sono state inserite le due regressioni relative alle altre due variabili dipendenti (`med_dist_cited` e `max_dist_cited`).

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.134***	
	(0.0411)	
2013.year	-0.0499	
	(0.0348)	
2014.year	-0.0869**	
	(0.0352)	
2015.year	0.0189	
	(0.0365)	
2016.year	-0.0195	
	(0.0352)	
2017.year	0.0158	
	(0.0367)	
2018.year	-0.0371	
	(0.0362)	
Constant	0.931***	
	(0.0234)	
Observations	55,069	
R-squared	0.481	

Figura 3.2: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, per la quale è stata attuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello nazionale

Così come nel caso precedente, anche dopo la trasformazione logaritmica la regressione presenta solo nell'anno 2014 una relazione statisticamente significativa tra la connessione a banda ultralarga e la distanza, misura del grado di innovazione delle imprese, mentre negli altri anni tale relazione non risulta significativa.

A valle delle considerazioni effettuate dopo gli studi statistici riportati, risulta evidente che l'ipotesi che la fibra impattasse in maniera positiva sul grado di innovazione delle imprese italiane, e che tra questi due attori ci fosse una correlazione positiva, risulta non veritiera.

L'analisi statistica dice invece che la correlazione tra i due attori non è abbastanza forte da permetterci di dire che un aumento della presenza di tecnologia in fibra sul territorio comporta per le imprese un aumento del grado di innovazione.

A valle delle conclusioni che scaturiscono dalle regressioni effettuate sui dati presenti nel dataset studiato, dunque, appaiono infondati piani di investimento che mirano ad uno sviluppo tecnologico della rete infrastrutturale con lo scopo di favorire l'imprenditorialità, pensando che tale sviluppo porti ad un aumento della capacità innovativa delle imprese.

Per accertare che la conclusione a cui si arriva tramite tale studio è davvero quella secondo la quale non esista una relazione significativa da un punto di vista statistico tra fibra ed innovazione, o se si arriva a tale conclusione a causa della distorsione causata dalla presenza, all'interno del dataset, di cluster che vanno ad inquinare quello che poi risulta il risultato finale, si continua la trattazione andando ad effettuare un'analisi di eterogeneità.

L'analisi di eterogeneità si riferisce al processo di esplorare le differenze o le variazioni tra sottoinsiemi di dati. Questi sottoinsiemi possono riguardare diverse categorie, gruppi o condizioni. L'obiettivo dell'analisi di eterogeneità è capire se esistono differenze significative tra tali sottoinsiemi.

Come specificato nel capitolo 2, un sottoinsieme molto interessante da studiare è quello caratterizzato dai comuni lombardi. Ciò sia perché essi risultano tra i più numerosi presenti nel dataset, quindi campione significativo della popolazione, sia perché la Lombardia è la regione che più delle altre ha vissuto un importante sviluppo della rete in fibra sul proprio territorio, e quindi gli effetti di tale tecnologia sull'innovazione, casomai fossero presenti, sarebbero molto evidenti in tale regione.

Per effettuare la regressione sulla regione Lombardia sono stati usati tre codici, ognuno relativo ad una delle variabili dipendenti individuate:

1. `areg m_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat), if regione=="Lombardia"`
2. `areg med_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat), if regione=="Lombardia"`
3. `areg max_dist_cited tot_dum_ubb i.year, absorb(istat) cl(istat), if regione=="Lombardia"`

I risultati ottenuti in termini di significatività sono gli stessi, e si ottengono gli stessi risultati anche effettuando le regressioni a valle delle trasformazioni logaritmiche. Mantenendo lo stesso modus operandi attuato finora, si riporta all'interno di questo capitolo solo la regressione relativa alla variabile `m_dist_cited`, mentre le altre regressioni sono riportate nell'annex:

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	205.8**	
	(91.35)	
2014.year	-20.47	
	(69.32)	
2015.year	159.3**	
	(73.12)	
2016.year	147.8**	
	(69.08)	
2017.year	91.75	
	(71.77)	
2018.year	100.5	
	(77.55)	
Constant	792.7***	
	(45.74)	
Observations	8,961	
R-squared	0.445	

Figura 3.3: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello della sola regione Lombardia

Dall'analisi di tale regressione risulta evidente come, in nessuno degli anni considerati all'interno del dataset, esista una relazione statisticamente significativa tra la variabile indipendente (presenza di fibra sul territorio) e la variabile dipendente (media della distanza). Questo è un risultato importante, in quanto si ottiene nella regione che, come visto nel capitolo 2, è la più rilevante del dataset, in quanto presenta un numero importante di comuni considerati, nonché quella in cui lo sviluppo della fibra ha conosciuto un andamento nettamente superiore rispetto a quello delle altre regioni italiane tanto da creare verso di loro un vero e proprio gap. Tale risultato va a controbilanciare le considerazioni scaturite a margine dell'analisi qualitativa dei grafici del capitolo 2, i quali portavano erroneamente a sostenere l'esistenza di una relazione fortemente positiva tra tecnologia a banda ultralarga e grado di innovazione delle imprese, correlazione la cui significatività è smentita dall'analisi econometrica.

Avendo, quindi, escluso l'ipotesi che in Lombardia il forte sviluppo della fibra ottica abbia influito in maniera significativa sul grado di innovazione delle imprese, la trattazione prosegue volendo andare ad investigare ulteriori due aspetti:

1. Esiste una macroarea italiana (nord-ovest, nord-est, centro, sud e isole) in cui, contrariamente a quanto prima verificato, si è registrata, negli anni presi come riferimento dal dataset, una relazione statisticamente significativa tra fibra e grado di innovazione?
2. È possibile che nelle aree rurali l'utilizzo della fibra ottica abbia portato più vantaggi rispetto alle aree urbane, in particolare andando ad incidere sul grado di innovazione delle imprese presenti in tali aree?

Per studiare il primo aspetto, ossia se in una delle macroaree presenti nel nostro territorio nazionale la fibra abbia impattato significativamente sul grado di innovazione delle imprese, si è deciso di dividere il territorio come segue:

- Nordovest: Liguria, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta
- Nordest: Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol
- Centro: Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo
- Sud e Isole: Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna

Per ognuna delle macroaree individuate sono state fatte tre regressioni (una per ogni variabile dipendente indicate nel dataset) utilizzando il dataset originario e tre regressioni utilizzando il dataset dove si è svolta la trasformazione logaritmica. Tutte le regressioni hanno dato gli stessi risultati, e quindi si è scelto ancora una volta di riportare in questo capitolo le regressioni corrispondenti alla variabile dipendente `m_dist_cited`, e di allegare le altre regressioni nell'annex.

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	156.6**	
	(66.93)	
2014.year	-16.22	
	(41.82)	
2015.year	66.20	
	(42.97)	
2016.year	49.35	
	(41.08)	
2017.year	43.69	
	(42.05)	
2018.year	31.06	
	(43.93)	
Constant	583.8***	
	(27.48)	
Observations	17,931	
R-squared	0.443	

Figura 3.4: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	141.8	
	(105.3)	
2014.year	-67.12	
	(83.53)	
2015.year	85.81	
	(88.88)	
2016.year	102.8	
	(92.61)	
2017.year	190.2*	
	(98.67)	
2018.year	21.53	•
	(95.50)	
Constant	949.5***	
	(57.90)	
Observations	6,276	
R-squared	0.429	

Figura 3.4: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)



v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	122.8	
	(77.68)	
2014.year	80.90	
	(58.37)	
2015.year	140.9**	
	(57.64)	
2016.year	100.8*	
	(60.29)	
2017.year	158.7**	
	(64.94)	
2018.year	178.7**	
	(69.29)	
Constant	398.5***	
	(38.12)	
Observations	7,554	
R-squared	0.422	

Figura 3.5: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	90.02**	
	(35.43)	
2014.year	-34.63	
	(27.78)	
2015.year	62.74**	
	(31.29)	
2016.year	13.21	
	(28.97)	
2017.year	49.96	
	(34.97)	
2018.year	15.37	
	(31.92)	
Constant	158.1***	
	(20.05)	
Observations	13,460	
R-squared	0.373	

Figura 3.6: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

Le considerazioni risultanti dai grafici sopra riportati sono le seguenti:

- Il Nordovest non presenta in nessun anno che compone il periodo di tempo analisi di studio relazioni statisticamente significative tra la fibra e il grado di innovazione delle imprese. Tale risultato era abbastanza prevedibile in quanto rispecchia quello ottenuto dalla regressione effettuata per la Lombardia. Tale regione, infatti, è assieme al Piemonte quella che presenta il maggior numero di comuni censiti nel dataset in analisi, ed influenza fortemente il risultato di tutta la macroarea del nordovest.
- Il Nordest presenta risultati interessanti. Infatti, a partire dal 2015, che è l'anno in cui sono stati effettuati i primi lavori sulla linea infrastrutturale italiana, fino al 2017, che come visto nel capitolo 2, è l'anno in cui, sul territorio nazionale, la curva di sviluppo della fibra in Italia vede la sua pendenza massima, si registra la presenza di una relazione statisticamente significativa tra la banda ultralarga e il grado di innovazione delle imprese. Tali risultati sono

in controtendenza rispetto a quelli registrati a livello nazionale e indicano che in tale territorio la fibra ha avuto impatti fortemente positivi sull'imprenditorialità.

- Centro, sud e isole ottengono risultati simili. In entrambe le macroaree, infatti, la regressione indica l'esistenza di relazioni statisticamente significative nel 2013, e per il sud e le isole anche nel 2014, ossia anni in cui la fibra non era presente sul territorio nazionale.

Dopo aver commentato i risultati ottenuti dalle regressioni effettuate per le varie macroaree individuate, l'analisi intende adesso andare a verificare se, come precedentemente annunciato, nelle aree rurali l'utilizzo della fibra abbia portato più vantaggi rispetto alle aree urbane. Per condurre tale analisi sono state svolte le regressioni discriminando le aree rurali da quelle urbane grazie alla variabile dummy "capoluogo", inserita nel dataset, che è stata valorizzata con 1 se la città di riferimento è un capoluogo di provincia (area urbana), con 0 se invece la città di riferimento non è un capoluogo di provincia (area rurale). Grazie a questa discriminazione sono state effettuate tre regressioni (una per ogni variabile dipendente), sia per il dataset originario che per quello trasformato tramite le trasformazioni logaritmiche.

Ancora una volta le analisi hanno dato risultati simili, per cui, come operato in precedenza, sarà analizzata in questo capitolo solo la regressione relativa alla variabile dipendente `m_dist_cited`, mentre le analisi relative alle altre variabili dipendenti saranno inserite nell'annex.

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	2,016	
	(1,326)	
2014.year	-201.3	
	(339.3)	
2015.year	-1,817	
	(1,343)	
2016.year	-1,583	
	(1,386)	
2017.year	-1,227	.
	(1,413)	
2018.year	-1,271	
	(1,443)	
Constant	3,616***	
	(202.1)	
Observations	654	
R-squared	0.466	

Figura 3.7: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	m_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	131.2***	
	(32.45)	
2014.year	-12.94	
	(24.18)	
2015.year	73.51***	
	(25.49)	
2016.year	55.23**	
	(25.41)	
2017.year	72.12***	
	(26.45)	*
2018.year	43.48	
	(26.85)	
Constant	481.7***	
	(16.31)	
Observations	46,008	
R-squared	0.421	

Figura 3.8: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

I risultati derivanti dall'analisi delle due regressioni mostrano che nelle aree urbane l'avvento della fibra ottica non ha, in nessuno degli anni che fanno parte del periodo di interesse, impattato significativamente sul grado di innovazione delle imprese. Nelle aree rurali, invece, così come visto in ambito nazionale, la fibra presenta una relazione statisticamente significativa solo nel 2014, che è l'anno precedente a quello in cui è stata introdotta la tecnologia a fibra ottica nella rete nazionale; mentre negli anni successivi la relazione tra i due attori non è statisticamente significativa.

Tali risultati portano a far scaturire la considerazione che le imprese collocate nelle aree rurali e che sono raggiunte dalla fibra ottica non ottengono da essa il vantaggio di un aumento considerevole del loro grado di innovazione, così come non ottengono questo vantaggio nemmeno le imprese italiane collocate nelle aree urbane.

Conclusioni

In questo lavoro di tesi sono stati delineati i principali aspetti della banda ultralarga come fenomeno globale, ed in particolare, dopo aver definito le caratteristiche dei brevetti, scelti come indicatori del grado di innovazione delle imprese, l'obiettivo dello studio è stato quello di individuare, se presente, la correlazione tra banda ultralarga e grado di innovazione delle imprese italiane.

Nel Capitolo 1 è stata stabilita una base tecnica, per spiegare il funzionamento della fibra ottica, e normativa per caratterizzare la funzione dei brevetti. Per entrambi gli attori si è poi svolta un'analisi della letteratura scientifica esistente in modo da comprendere in che modo tali strumenti possono impattare sulla vita economica di un Paese e sugli aspetti sociali, rimarcando quindi la loro importanza e, di conseguenza, l'importanza del fine che questo lavoro di tesi persegue.

L'analisi delle caratteristiche del dataset effettuata nel Capitolo 2 ha permesso di spostare la discussione sul focus effettivo della tesi, ossia, se nel caso dell'Italia, la diffusione della tecnologia a fibra ottica finanziata da piani nazionali ed internazionali di sviluppo ha permesso alle imprese di acquisire un vantaggio aumentando, grazie a tale strumento, la loro capacità innovativa. Dal dataset risulta evidente che la connessione a banda ultralarga ha visto una rapida diffusione nel paese, raggiungendo la saturazione con una tendenza logaritmica, a causa di inefficienze irrisolte nelle aree non coperte. La diffusione della fibra ottica nel nostro Paese, indagata oltre che a livello nazionale anche a livello regionale, ha, guardando l'andamento dei grafici, influenzato il grado di innovazione delle imprese italiane, misurato tramite la distanza tra la città di provenienza dell'autore del brevetto madre e la capitale del Paese in cui il brevetto madre viene citato. I grafici delle due attori seguono infatti lo stesso andamento suggerendo una correlazione, almeno a livello qualitativo, tra loro.

Nel terzo capitolo di questo lavoro di tesi, a seguito di un'analisi econometrica effettuata per confermare la presenza di una relazione statisticamente significativa tra banda ultralarga e grado di innovazione delle imprese italiane a livello nazionale, non risultano evidenze statistiche che confermino ciò che, a livello qualitativo, sembrava invece evidente nel capitolo due. Ulteriori analisi effettuate su alcuni sottogruppi del dataset considerato rivelano l'assenza di significatività statistica anche nelle diverse macroaree italiane (ad eccezione del NordEst), e non ravvisano tale significatività nemmeno nelle imprese collocate nelle aree rurali del Paese.

I risultati raggiunti, relativi al dataset considerato, forniscono importanti spunti di riflessione, in quanto, nonostante la tecnologia fibra ottica apporti numerosi vantaggi laddove è presente, vantaggi dimostrati dagli studi citati in questa trattazione, nel caso in questione non va ad impattare significativamente sul grado di innovazione delle imprese, e tale aspetto è di vitale importanza e va tenuto in considerazione in un momento storico in cui sono numerosi gli sforzi e i fondi stanziati dal governo italiano e da quello europeo per la digitalizzazione.

Tale lavoro di tesi, oltre a fornire indicazioni importanti in merito all'impatto che la banda ultralarga ha sulla capacità innovativa delle imprese italiane, indicazioni utili per chi deve prendere decisioni in merito ai futuri piani di sviluppo della rete infrastrutturale italiana; fornisce anche spunti interessanti per la ricerca futura.

Per quanto riguarda i possibili sviluppi della ricerca, infatti, molto può ancora essere detto sulla relazione studiata in questa tesi magistrale. Possono, infatti, essere facilmente delineati diversi percorsi di continuazione, come ad esempio:

- Un' indagine sulla particolare conformazione industriale e sociale presente nel NordEst, che, a differenza del resto d'Italia, ha reso possibile la presenza di una relazione statisticamente significativa tra banda ultralarga e capacità innovativa delle imprese presenti sul territorio;
- L'utilizzo di proxy alternativi per l'innovazione, possibilmente affrontati con diverse tecniche di modellizzazione, esplorando ulteriormente gli impatti delle fibre sull'evento della creazione brevettuale.

Bibliografia

Articoli Accademici:

- C. Cambini, L. Sabatino, Digital Highways and Firm Turnover, Journal of economics & management strategy, 2023
- L. Abrardi, C. Cambini, Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey, TELECOMMUNICATIONS POLICY Elsevier Ltd Vol.43 pp.16 (pp.183-198) ISSN:0308-5961 DOI:10.1016/j.telpol.2019.02.005, 2019
- L. Abrardi, C. Cambini, L. Sabatino, The Impact of Ultra-Broadband on Labor Income: An Event Study Approach, Economics of innovation and new technology, 2023
- L. Abrardi, L. Sabatino, Ultra-broadband investment and economic resilience: Evidence from the Covid-19 pandemic, TELECOMMUNICATIONS POLICY, 2023
- K. C. Kao and G. A. Hockham, "Dielectric-Fibre Surface Waveguides For Optical frequencies" Proc, IEE, Vol. 133, No. 7, 1966
- Bresnahan e Trajtenberg, "General purpose technologies 'Engines of growth'?" from Journal of Econometrics, vol. 65, issue 1, 83-108, 1995
- Cardona et al., "ICT and productivity: conclusions from the empirical literature" from Information Economics and Policy, Volume 25, Issue 3, Pages 109-125, 2013
- Briglauer, W., Cambini, C., Gugler, K. & Stocker, V., "Net neutrality and high-speed broadband networks: evidence from OECD countries", from European Journal of Law and Economics. 55, p. 533-571, 2023
- Briglauer, Wolfgang & Krämer, Jan & Palan, Nicole, "Socioeconomic benefits of high-speed broadband availability and service adoption: A survey," Research Papers 24, EcoAustria – Institute for Economic Research, 2023
- Walter Distaso, Paolo Lupi and Fabio Manenti, "Platform competition and broadband uptake: Theory and empirical evidence from the European union", from Information Economics and Policy, vol. 18, issue 1, 87-106, 2006
- D. Aron, D. Burstein, "Broadband Adoption in the United States: An Empirical Analysis", from SSRN Electronic Journal, 2003

- H. Gruber, M. Denni, "The diffusion of broadband telecommunications: the role of competition" No 60, Departmental Working Papers of Economics - University 'Roma Tre' from Department of Economics - University Roma Tre, 2006
- I. CavaFerreruela, A. Alabau-Munoz, "Broadband policy assessment: A cross-national empirical analysis", from Telecommunications Policy Volume 30, Issues 8–9, Pages 445-463, 2006
- Dauvin, Magali & Grzybowski, Lukasz, "Estimating broadband diffusion in the EU using NUTS 1 regional data," Telecommunications Policy, Elsevier, vol. 38(1), pages 96-104, 2014
- Clements, Michael E. and Abramowitz, Amy, The Deployment and Adoption of Broadband Service: A Household-Level Analysis (August 15, 2006). TPRC 2006
- Chaudhuri, A., Flamm, K.S. & Horrigan, J. , An analysis of the determinants of internet access. Telecommunications Policy, 29(9-10), 731-755, 2005
- Ford G.S, Koutsky T.M. and Spiwak L.J. The Broadband Efficiency Index: What Really Drives Broadband Adoption across the OECD? Phoenix Center Policy Paper Series, 2008
- Lyons, S., Timing and determinants of local residential broadband adoption: evidence from Ireland, 2010
- Acconcia, A., Ardivino, O., & Del Monte, A, Divario digitale e trappola della povertà: evidenza dalle province italiane. Economia E Politica Industriale, 2012
- Bertschek, Irene & Briglauer, Wolfgang & Hüschelrath, Kai & Kauf, Benedikt & Niebel, Thomas, "The economic impacts of telecommunications networks and broadband internet: A survey," ZEW Discussion Papers 16-056, ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research, 2016
- Jialing Chen , Jiancheng Wang, "The impact of broadband speed on innovation: City-level evidence from China", Heliyon 9(2–3):e12692, 2023
- Bartelsman et al., "Cross-Country Differences in Productivity: The Role of Allocation and Selection", American Economic Review 103(1):304-334, 2013
- Xu, Alison Watts, Markum Reed "Does access to internet promote innovation? A look at the U.S. broadband industry", Growth and Change, 2019
- A. Kaufmann, P. Lehner, F. Tödtling, Effects of the Internet on the spatial structure of innovation networks, from Information Economics and Policy, Vol. 15, No. 3, pp. 402-424, 2003

- P. Aghion, R. Blundell, R. Griffith, P. Howitt, S. Prantl, The effects of entry on incumbent innovation productivity, from Review of Economics and Statistics, Vol. 91, No. 1, pp. 20-32, 2009

Siti internet e articoli:

- <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/banda-ultralarga/gigabit-infrastructure-act-ecco-il-testo-approvato-dallitre/>
- <https://www.corrierecomunicazioni.it/tag/banda-larga/>
- <https://www.itu.int/en/ITU-T/committees/scv/Documents/T17-SCV-LS-0015.pdf>
- <https://www.itu.int/en/ITU-T/committees/scv/Documents/SCV-LS13.pdf>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Banda_larga
- [https://bandaultralarga.italia.it/strategia-bul/tecnologia/#:~:text=BANDA%20ULTRALARGA%3A%20Si%20parla%20di,NGA%20\(Next%20Generation%20Access\).](https://bandaultralarga.italia.it/strategia-bul/tecnologia/#:~:text=BANDA%20ULTRALARGA%3A%20Si%20parla%20di,NGA%20(Next%20Generation%20Access).)
- <https://www.agendadigitale.eu/infrastrutture/come-va-il-piano-banda-ultra-larga-coperture-gare-infratel-e-il-futuro-a-1-gigabit/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Banda_ultralarga
- <https://www.sorgenia.it/guida-energia/fibra-ottica-cose-e-come-funziona>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Fibra_ottica
- <https://www.sorgenia.it/guida-energia/fibra-ottica-cose-e-come-funziona#:~:text=La%20fibra%20ottica%20%C3%A8%20un,rame%2C%20chiamato%20%E2%80%9C%9Cdoppino%E2%80%9D.>
- <https://corporate.enelx.com/it/question-and-answers/advantages-of-fiber-optic#:~:text=I%20cavi%20in%20fibra%20ottica%20sono%20resistenti%20agli%20sbalzi%20di,difficile%20intercettare%20le%20loro%20trasmissioni.>
- <https://www.fol.it/differenza-cavo-rame-fibra-ottica/>
- <https://www.vodafone.it/privati/area-supporto/glossario/e-ftte.html#:~:text=Si%20tratta%20di%20linee%20nelle,coperto%20da%20cavi%20in%20rame.>

- <https://openfiber.it/media/news/differenza-fttc-e-ftth/>
- <https://www.vodafone.it/privati/area-supporto/glossario/e-f/fttb.html>
- <https://openfiber.it/media/news/differenza-fttc-e-ftth/>
- https://www.repubblica.it/economia/2023/08/22/news/banda_larga_il_confronto_italia-europa_in_recupero_per_la_copertura_ma_pochissimi_la_usano-411946057/
- <https://www.istat.it/storage/rapporti-tematici/sdgs/2022/goal17.pdf>
- <https://www.corrierecomunicazioni.it/telco/banda-ultralarga/fibra-litalia-al-quarto-posto-in-europa-posizione-salda-fino-al-2028/>
- <https://www.ftthcouncil.eu/knowledge-centre/all-publications-and-assets/1707/european-ftth-b-market-panorama-2023>
- Strategia Italiana per la Banda Ultralarga “Verso la Gigabit Society”
- <https://www.economyup.it/innovazione/come-misurare-linnovazione-in-azienda-i-kpi-e-il-valore-creato/>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Brevetto>
- <https://www.wolterskluwer.com/it-it/expert-insights/tutela-brevetti-italia>
- <https://www.pd.camcom.it/it/tutela-impresa-e-consumatore/marchi-e-brevetti-1/brevetto/guida-proprietà-industriale>
- <https://www.epo.org/en/about-us/statistics/statistics-centre#/customchart>

Annex

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	139.0***	
	(31.13)	
2013.year	-47.74*	
	(25.33)	
2014.year	-48.09*	
	(25.86)	
2015.year	25.74	
	(27.05)	
2016.year	24.57	
	(26.31)	
2017.year	34.40	
	(27.20)	
2018.year	8.520	
	(26.64)	
Constant	573.7***	
	(17.18)	
Observations	55,069	
R-squared	0.422	

Figura A.1: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello nazionale

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	133.4***	
	(37.15)	
2013.year	-34.74	
	(31.18)	
2014.year	-69.26**	
	(30.73)	
2015.year	27.62	
	(32.76)	
2016.year	-8.749	
	(30.99)	
2017.year	36.06	
	(32.49)	
2018.year	-18.61	
	(32.00)	
Constant	748.3***	
	(20.56)	
Observations	55,069	
R-squared	0.441	

Figura A.2: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello nazionale

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.137***	
	(0.0410)	
2013.year	-0.0527	
	(0.0346)	
2014.year	-0.0857**	
	(0.0350)	
2015.year	0.0188	
	(0.0363)	
2016.year	-0.0146	
	(0.0351)	
2017.year	0.0156	
	(0.0365)	
2018.year	-0.0349	
	(0.0360)	
Constant	0.924***	
	(0.0233)	
Observations	55,069	
R-squared	0.481	

Figura A.3: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale si è effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello nazionale

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.132***	
	(0.0424)	
2013.year	-0.0502	
	(0.0362)	
2014.year	-0.0913**	
	(0.0364)	
2015.year	0.0156	
	(0.0377)	
2016.year	-0.0263	
	(0.0363)	
2017.year	0.0126	
	(0.0379)	
2018.year	-0.0448	
	(0.0374)	
Constant	0.966***	
	(0.0242)	
Observations	55,069	
R-squared	0.481	

Figura A.4: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale si è effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello nazionale

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	222.6**	
	(90.99)	
2013.year	-54.06	
	(70.50)	
2014.year	-59.89	
	(70.34)	
2015.year	111.6	
	(75.44)	
2016.year	119.8	
	(73.36)	
2017.year	37.07	
	(75.31)	
2018.year	58.89	
	(76.60)	
Constant	846.0***	
	(47.81)	
Observations	10,452	
R-squared	0.410	

Figura A.5: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello della singola regione Lombardia

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	246.8**	
	(108.4)	
2013.year	-68.91	
	(85.58)	
2014.year	-75.84	
	(84.10)	
2015.year	128.3	
	(89.47)	
2016.year	82.43	
	(84.68)	
2017.year	44.26	
	(89.58)	
2018.year	-11.13	
	(90.75)	
Constant	1,100***	
	(56.11)	
Observations	10,452	
R-squared	0.427	

Figura A.6: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello della singola regione Lombardia

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.205*	
	(0.120)	
2013.year	-0.151	
	(0.0975)	
2014.year	-0.188*	
	(0.0967)	
2015.year	0.0443	
	(0.101)	
2016.year	0.0165	
	(0.0978)	
2017.year	0.00490	
	(0.103)	
2018.year	-0.0797	
	(0.103)	
Constant	1.437***	
	(0.0652)	
Observations	10,452	
R-squared	0.465	

Figura A.7: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale si è effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della singola regione Lombardia

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.206*	
	(0.120)	•
2013.year	-0.155	
	(0.0968)	
2014.year	-0.186*	
	(0.0962)	
2015.year	0.0430	
	(0.100)	
2016.year	0.0229	
	(0.0978)	
2017.year	0.00459	
	(0.102)	
2018.year	-0.0735	
	(0.103)	
Constant	1.426***	
	(0.0650)	
Observations	10,452	
R-squared	0.464	

Figura A.8: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale si è effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della singola regione Lombardia

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.204*	
	(0.124)	
2013.year	-0.162	
	(0.101)	
2014.year	-0.197**	
	(0.100)	
2015.year	0.0387	
	(0.104)	
2016.year	0.00524	
	(0.101)	
2017.year	-0.00129	
	(0.106)	
2018.year	-0.0983	
	(0.107)	
Constant	1.491***	
	(0.0674)	
Observations	10,452	
R-squared	0.464	

Figura A.9: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale si è effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della singola regione Lombardia

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	151.1**	
	(66.18)	
2013.year	-39.21	
	(42.50)	
2014.year	-43.59	
	(43.29)	
2015.year	29.15	
	(45.21)	
2016.year	23.32	
	(44.04)	
2017.year	3.442	
	(43.33)	
2018.year	-0.374	
	(43.62)	
Constant	627.9***	
	(28.89)	
Observations	20,918	
R-squared	0.412	

Figura A.10: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	158.2**	
	(78.96)	
2013.year	-60.11	
	(51.62)	
2014.year	-63.67	
	(52.08)	
2015.year	17.28	
	(53.88)	
2016.year	-12.31	
	(51.97)	
2017.year	0.590	
	(51.68)	
2018.year	-49.63	
	(51.92)	
Constant	820.3***	
	(34.39)	
Observations	20,918	
R-squared	0.433	

Figura A.11: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.130	
	(0.0890)	
2013.year	-0.0938	
	(0.0596)	
2014.year	-0.126**	
	(0.0599)	
2015.year	-0.0318	
	(0.0617)	
2016.year	-0.0445	
	(0.0603)	
2017.year	-0.0355	
	(0.0603)	
2018.year	-0.0896	
	(0.0604)	
Constant	1.059***	
	(0.0403)	
Observations	20,918	
R-squared	0.466	

Figura A.12: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.132	
	(0.0886)	
2013.year	-0.0944	
	(0.0591)	
2014.year	-0.123**	
	(0.0596)	
2015.year	-0.0314	
	(0.0615)	
2016.year	-0.0395	
	(0.0602)	
2017.year	-0.0358	
	(0.0600)	
2018.year	-0.0866	
	(0.0601)	
Constant	1.051***	
	(0.0401)	
Observations	20,918	
R-squared	0.466	

Figura A.13: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.126	
	(0.0917)	
2013.year	-0.102*	
	(0.0618)	
2014.year	-0.133**	
	(0.0620)	
2015.year	-0.0389	
	(0.0638)	
2016.year	-0.0539	
	(0.0622)	
2017.year	-0.0414	
	(0.0623)	
2018.year	-0.102	
	(0.0624)	
Constant	1.099***	
	(0.0417)	
Observations	20,918	
R-squared	0.466	

Figura A.14: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordovest (Lombardia, Piemonte, Liguria, Valle D'Aosta)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	175.7*	
	(105.8)	
2013.year	66.86	
	(87.56)	
2014.year	2.746	
	(86.69)	
2015.year	143.3	
	(93.44)	
2016.year	207.7**	
	(90.83)	
2017.year	262.7***	
	(97.99)	
2018.year	89.76	
	(93.92)	
Constant	884.1***	
	(58.69)	
Observations	7,322	
R-squared	0.404	

Figura A.15: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)



v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	136.0	
	(129.8)	
2013.year	186.7	
	(116.5)	
2014.year	-7.108	
	(106.9)	
2015.year	168.8	
	(119.0)	
2016.year	146.1	
	(110.4)	
2017.year	338.3***	
	(124.1)	
2018.year	82.29	
	(120.5)	
Constant	1,226***	
	(73.92)	
Observations	7,322	
R-squared	0.412	

Figura A.16: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.143	
	(0.142)	
2013.year	0.163	
	(0.123)	
2014.year	0.0354	
	(0.121)	
2015.year	0.260**	
	(0.129)	
2016.year	0.181	
	(0.123)	
2017.year	0.335**	
	(0.133)	
2018.year	0.127	
	(0.132)	
Constant	1.513***	
	(0.0813)	
Observations	7,322	
R-squared	0.463	

Figura A.17: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.150	
	(0.141)	
2013.year	0.152	
	(0.122)	
2014.year	0.0295	
	(0.120)	
2015.year	0.257**	
	(0.128)	
2016.year	0.196	
	(0.122)	
2017.year	0.328**	
	(0.132)	
2018.year	0.130	
	(0.130)	
Constant	1.497***	
	(0.0804)	
Observations	7,322	
R-squared	0.465	

Figura A.18: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.141	
	(0.147)	
2013.year	0.180	
	(0.130)	
2014.year	0.0316	
	(0.126)	
2015.year	0.258*	
	(0.134)	
2016.year	0.170	
	(0.128)	
2017.year	0.340**	
	(0.139)	
2018.year	0.119	
	(0.138)	
Constant	1.580***	
	(0.0849)	
Observations	7,322	
R-squared	0.461	

Figura A.19: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Nordest (Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige/Südtirol)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	81.73	
	(74.86)	
2013.year	-173.3***	
	(59.31)	
2014.year	-70.61	
	(66.35)	
2015.year	-26.92	
	(65.30)	
2016.year	-46.52	
	(63.14)	
2017.year	19.11	
	(69.56)	
2018.year	42.96	
	(67.97)	
Constant	568.4***	
	(42.65)	
Observations	8,813	
R-squared	0.408	

Figura A.20: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	43.37	
	(91.21)	
2013.year	-154.8**	
	(71.76)	
2014.year	-110.1	
	(75.51)	
2015.year	11.66	
	(81.10)	
2016.year	-76.97	
	(73.63)	
2017.year	29.65	
	(81.22)	
2018.year	39.92	
	(83.02)	
Constant	702.5***	
	(49.74)	
Observations	8,813	
R-squared	0.410	

Figura A.21: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0852	
	(0.100)	
2013.year	-0.154*	
	(0.0792)	
2014.year	-0.101	
	(0.0869)	
2015.year	2.83e-06	
	(0.0874)	
2016.year	-0.0920	
	(0.0827)	
2017.year	0.00874	
	(0.0912)	
2018.year	-0.000945	
	(0.0887)	
Constant	0.836***	
	(0.0558)	
Observations	8,813	
R-squared	0.452	

Figura A.22: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0857	
	(0.0995)	
2013.year	-0.163**	
	(0.0788)	
2014.year	-0.102	
	(0.0870)	
2015.year	-0.00670	
	(0.0870)	
2016.year	-0.0929	
	(0.0825)	
2017.year	0.00670	
	(0.0910)	
2018.year	-0.00266	
	(0.0885)	
Constant	0.837***	
	(0.0558)	
Observations	8,813	
R-squared	0.453	

Figura A.23: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0755	
	(0.103)	
2013.year	-0.155*	
	(0.0822)	
2014.year	-0.108	
	(0.0893)	
2015.year	-0.000353	
	(0.0904)	
2016.year	-0.0997	
	(0.0852)	
2017.year	0.00719	
	(0.0938)	
2018.year	-0.00492	
	(0.0914)	
Constant	0.864***	
	(0.0576)	
Observations	8,813	
R-squared	0.451	

Figura A.24: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Centro (Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	89.96***	
	(34.42)	
2013.year	-72.02**	
	(34.03)	
2014.year	-99.29***	
	(33.47)	
2015.year	0.537	
	(34.65)	
2016.year	-55.81*	
	(32.34)	
2017.year	-19.84	
	(36.03)	
2018.year	-51.98	
	(32.97)	
Constant	230.2***	
	(22.92)	
Observations	15,704	
R-squared	0.351	

Figura A.25: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	92.42**	
	(38.61)	
2013.year	-80.85**	
	(38.01)	
2014.year	-113.0***	
	(37.02)	
2015.year	-4.912	
	(38.15)	
2016.year	-57.63	
	(36.31)	
2017.year	-29.27	
	(39.69)	
2018.year	-54.31	
	(36.39)	
Constant	268.5***	
	(25.46)	
Observations	15,704	
R-squared	0.362	

Figura A.26: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0965**	
	(0.0420)	
2013.year	-0.0893**	
	(0.0421)	
2014.year	-0.132***	
	(0.0416)	
2015.year	-0.000562	
	(0.0423)	
2016.year	-0.0765*	
	(0.0404)	
2017.year	-0.0382	
	(0.0441)	
2018.year	-0.0567	
	(0.0411)	
Constant	0.312***	
	(0.0285)	
Observations	15,704	
R-squared	0.377	

Figura A.27: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0990**	
	(0.0419)	
2013.year	-0.0888**	
	(0.0420)	
2014.year	-0.130***	
	(0.0416)	
2015.year	0.000599	
	(0.0424)	
2016.year	-0.0766*	
	(0.0403)	
2017.year	-0.0384	
	(0.0441)	
2018.year	-0.0563	
	(0.0412)	
Constant	0.310***	
	(0.0285)	
Observations	15,704	
R-squared	0.376	

Figura A.28: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.0979**	
	(0.0429)	
2013.year	-0.0913**	
	(0.0430)	
2014.year	-0.133***	
	(0.0426)	
2015.year	-0.000930	
	(0.0431)	
2016.year	-0.0780*	
	(0.0413)	
2017.year	-0.0413	
	(0.0449)	
2018.year	-0.0582	
	(0.0419)	
Constant	0.319***	
	(0.0291)	
Observations	15,704	
R-squared	0.377	

Figura A.29: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello della macroarea Sud e Isole (Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia, Sicilia, Sardegna)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	2,630	
	(1,763)	
2013.year	70.19	
	(344.0)	
2014.year	-70.76	
	(373.0)	
2015.year	-2,414	
	(1,767)	
2016.year	-2,128	
	(1,807)	
2017.year	-1,832	
	(1,818)	
2018.year	-1,814	
	(1,850)	
Constant	3,640***	
	(231.9)	
Observations	763	
R-squared	0.436	

Figura A.30: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	3,267	
	(2,061)	
2013.year	39.30	
	(398.8)	
2014.year	-121.0	
	(425.9)	
2015.year	-3,116	
	(2,057)	
2016.year	-2,861	
	(2,097)	
2017.year	-2,642	
	(2,078)	
2018.year	-2,452	
	(2,155)	
Constant	4,591***	
	(248.5)	
Observations	763	
R-squared	0.465	

Figura A.31: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	3.518*	
	(2.103)	
2013.year	0.211	
	(0.441)	
2014.year	-0.106	
	(0.452)	
2015.year	-3.249	
	(2.112)	
2016.year	-3.192	
	(2.153)	
2017.year	-3.027	
	(2.154)	
2018.year	-2.766	
	(2.211)	
Constant	5.580***	
	(0.278)	
Observations	763	
R-squared	0.528	

Figura A.32: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	3.586*	
	(2.161)	
2013.year	0.215	
	(0.438)	
2014.year	-0.0891	
	(0.450)	
2015.year	-3.320	
	(2.171)	
2016.year	-3.239	
	(2.212)	
2017.year	-3.094	
	(2.212)	
2018.year	-2.816	
	(2.270)	
Constant	5.565***	
	(0.278)	
Observations	763	
R-squared	0.530	

Figura A.33: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	3.678*	
	(2.195)	
2013.year	0.195	
	(0.458)	
2014.year	-0.107	
	(0.466)	
2015.year	-3.436	
	(2.204)	
2016.year	-3.388	
	(2.245)	
2017.year	-3.243	
	(2.243)	
2018.year	-2.948	
	(2.307)	
Constant	5.766***	
	(0.287)	
Observations	763	
R-squared	0.528	

Figura A.34: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città capoluogo di provincia (Capoluogo=1)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	124.0***	
	(31.57)	
2013.year	-50.63**	
	(25.45)	
2014.year	-52.55**	
	(25.85)	
2015.year	27.30	
	(27.20)	
2016.year	23.93	
	(26.45)	
2017.year	31.92	
	(27.35)	
2018.year	5.406	
	(26.79)	
Constant	533.4***	
	(17.22)	
Observations	53,766	
R-squared	0.395	

Figura A.35: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	118.9***	
	(37.79)	
2013.year	-37.44	
	(31.42)	
2014.year	-75.70**	
	(30.79)	
2015.year	29.28	
	(33.07)	
2016.year	-9.624	
	(31.25)	
2017.year	34.97	
	(32.78)	
2018.year	-23.57	
	(32.22)	
Constant	698.7***	
	(20.70)	
Observations	53,766	
R-squared	0.414	

Figura A.36: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente max_dist_cited indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_m_dist_cited2	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.120***	
	(0.0419)	
2013.year	-0.0570	
	(0.0351)	
2014.year	-0.0943***	
	(0.0353)	
2015.year	0.0194	
	(0.0368)	
2016.year	-0.0195	
	(0.0355)	
2017.year	0.0170	
	(0.0370)	
2018.year	-0.0413	
	(0.0365)	
Constant	0.871***	
	(0.0235)	
Observations	53,766	
R-squared	0.453	

Figura A.37: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente m_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	Log_med_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.122***	
	(0.0417)	
2013.year	-0.0598*	
	(0.0348)	
2014.year	-0.0931***	
	(0.0351)	
2015.year	0.0195	
	(0.0366)	
2016.year	-0.0147	
	(0.0354)	
2017.year	0.0169	
	(0.0368)	
2018.year	-0.0393	
	(0.0363)	
Constant	0.864***	
	(0.0234)	
Observations	53,766	
R-squared	0.454	

Figura A.38: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

v1	v2	Notes_Titles
	(1)	
VARIABLES	log_max_dist_cited	Robust standard errors in parentheses
		*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
tot_dum_ubb	0.118***	
	(0.0431)	
2013.year	-0.0572	
	(0.0365)	
2014.year	-0.0993***	
	(0.0365)	
2015.year	0.0163	
	(0.0380)	
2016.year	-0.0262	
	(0.0367)	
2017.year	0.0141	
	(0.0383)	
2018.year	-0.0494	
	(0.0377)	
Constant	0.903***	
	(0.0244)	
Observations	53,766	
R-squared	0.454	

Figura A.39: Risultato dell'analisi di regressione riguardante la variabile indipendente fibra ottica e la variabile dipendente med_dist_cited, sulla quale è stata effettuata una trasformazione logaritmica, indagata a livello delle città non capoluogo di provincia (Capoluogo=0)

Ringraziamenti

Si giunge qui alla parte più difficile della tesi, non perché gli argomenti trattati in precedenza ed il lavoro svolto per elaborare questo documento abbiano richiesto poco impegno e dedizione, ma perché questa è la parte in cui, alla fine di questo lungo viaggio, devo fermarmi e ringraziare tutti coloro che mi sono stati affianco. Ciò richiede molta difficoltà perché sicuramente, tra le mie qualità, non spicca quella di essere un abile oratore, ma nonostante ciò mi sembra doveroso cercare di spendere alcune parole per ringraziare chi per me è stato davvero importante.

Il mio viaggio parte da Salerno, città il cui mare mi ha visto crescere e mi ha temprato, mare che ho salutato circa due anni fa per continuare il mio percorso di studi a Torino. Ma si sa, il mare lo si porta dentro, sempre, quindi, anche se Torino non ha la fortuna di avere il mare, per me in questi due anni è stato un po' come compiere una navigata.

Non sempre, durante una lunga navigata, solcare il mare risulta agevole, si può infatti andare incontro a mareggiate, il vento può soffiare a sfavore e a volte il viaggio può risultare interminabile e far patire la mancanza e la nostalgia di casa. Se il mio viaggio è giunto quindi a destinazione, il merito è dovuto a molteplici fattori.

Innanzitutto devo ringraziare la mia famiglia, nelle persone dei miei nonni, i miei zii, i miei cugini ma soprattutto di mia mamma, mio padre e mia sorella. Loro sono stati la mia nave, senza di loro iniziare il viaggio sarebbe stato impossibile, e senza la solidità capace di affrontare qualsiasi condizione avversa non sarei mai riuscito a giungere a destinazione. Vi devo tanto anche perché, grazie alla caparbia e le cure di mia mamma, la pazienza e il modo di affrontare i problemi di papà e la tenacia e la leggerezza che mi trasmette mia sorella, ho trovato la forza per andare avanti di fronte a qualsiasi nuova sfida che si prospettava all'orizzonte. Mi ritengo fortunato perché so che qualsiasi cosa accada so di poter sempre contare su di voi... GRAZIE!!

Quando si affronta un nuovo viaggio, è sempre importante sapere dove bisogna andare, per questo in mare è molto importante il ruolo delle stelle. Beh, io all'inizio della mia avventura a Torino mi sentivo molto disorientato, ma ho avuto la fortuna di trovare molto presto la mia stella, la quale mi ha aiutato a tracciare il cammino, Malvina. Mimi per me sei stata fondamentale, mi hai fatto sentire a casa anche se non lo fossi, hai sempre saputo cosa dirmi, in qualsiasi momento, per tranquillizzarmi e riportarmi sulla retta via. Hai colorato la mia avventura con la tua luce e sei

diventata parte principale di essa. Sei la mia complice, la mia compagna di gossip, psicologa e migliore amica. Senza di te mi sarei perso, tu sei la persona che molti cercano per tutta la vita senza mai trovare e mi sento davvero fortunato ad averti al mio fianco. Spero che la tua luce possa continuare ad accompagnarmi nelle avventure che ci aspettano.

Di certo, ad affrontare questo lungo viaggio mi ha aiutato il mio "equipaggio", composto da persone molto diverse tra loro, eppure tutte importanti. C'è chi ha condiviso fin da subito il viaggio con me, come Nicola e Sasi, che sono stati per me una famiglia acquisita, spalle su cui poter contare nei momenti importanti, e che ormai ritengo dei veri e propri fratelli. Loro assieme a Pierpaolo e Riccardo hanno avuto l'ingrato compito di sopportarmi come coinquilino, e li ringrazio. C'è poi chi di quella famiglia ne è entrato subito a far parte, come Martina, con la quale è nata in poco tempo una forte amicizia per via dei due caratteracci affini che ci ritroviamo, Giusy, Frisca ed Antonietta, la cui casa è diventata anche la mia, fornendomi sempre supporto e riparo quando necessario.

C'è poi il mio vicino di balcone Enzo, che grazie alla sua ironia e alla sua pragmaticità, ha acquisito un posto importante nella mia vita dimostrandosi un vero amico.

C'è poi anche chi è entrata da poco a far parte dell'equipaggio, ma sembra ci sia da sempre. Auro, nonostante in fatto di città non abbiamo proprio gli stessi gusti (ahimè), sei una persona autentica, che dice sempre ciò che pensa, e il tuo essere ti rende speciale.

Tranquilli non mi sono scordato di voi, pazzi scatenati che come me condividete la malsana passione di essere insultati nei campi ogni benedetta domenica. Andre, la passione per il calcio e il caso ci hanno fatto conoscere, dandomi la fortuna di avere una persona su cui so di poter contare, oltre che con cui condividere tutti i paesini del Piemonte dimenticati da Dio. Il calcio mi ha fatto conoscere anche voi, Gabriel e Akil (allora cose buone ne fa l'arbitraggio!). Gabri tu sei stato il mio Cicerone nel mondo arbitrale piemontese, ma sei anche una persona buona e genuina, e davvero mi sento grato di averti come amico.

Devo ringraziare anche i ragazzi del poli, con cui ho condiviso momenti di disperazione, ma soprattutto tante tante risate.

In ogni viaggio che si rispetti però, ogni tanto bisogna pur fermarsi per riposare, e per farlo in mare c'è bisogno di un'ancora. Beh io ne ho avute più di una, rappresentate da tutti i miei legami che quando tornavo a Salerno mi accoglievano (e fanno tutt'ora) come sempre.

La prima è Simone, per cui spendere parole è superfluo. Nonostante abbiamo vissuto poco nella stessa città (un po' per colpa mia, un po' per colpa sua), è per me una persona importante, una di quelle che non serve vedere tutti i giorni, ma che quando vedi ti senti a casa, e che quando serve ci sono anche da lontano. Simo, sei il mio fratello acquisito, davvero ogni altra parola è superflua.

Ci sono poi i ragazzi di sempre (perdonatemi ma se elenco tutti i nomi esce un'altra tesi). Loro sono la mia certezza, può passare un giorno, un mese, o un anno, ma so sempre di trovarvi lì, pronti a regalarmi una risata, un po' di spensieratezza proprio quando ne ho più bisogno. Sento sempre la vostra vicinanza e non sapete quanto fa bene sentirla quando si è lontano da casa per un po'.

Michele, mi dispiace. Mi dispiace perché, come ti ho sempre detto, hai fatto la scelta sbagliata (il granata è molto più bello come colore). Nonostante questo difetto, che poi è in realtà causa del nostro legame, grazie per esserci, anche quando non ci vediamo per un po'. Il tuo essere autentico e leale fa di te un amico speciale.

Voglio infine spendere due righe per il mio porto sicuro. Infatti, non si può navigare per due anni senza un posto in cui sostare per poi ripartire. Bori, Carmelo ed Eugenio, grazie per avermi accolto in casa vostra come se fosse la mia, di avermi fatto sentire a casa e di avermi accolto nella vostra famiglia.

Grazie a tutti, questo traguardo non sarebbe stato possibile senza di voi.

È nostra,

Roberto