



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2023/2024

Sessione di Laurea Dicembre 2024

**Studio empirico delle ricadute di
conoscenza generate dall'attività
brevettuale delle università nel
panorama europeo**

Relatore:

Buzzacchi Luigi

Candidato:

Villosio Matteo

Correlatore:

De Marco Antonio

Indice

Indice delle Tabelle.....	4
Indice delle Figure	5
Abstract	6
1. Innovazione e crescita locale	7
1.1 Il ruolo della conoscenza.....	7
1.2 Dimensione geografica dell'innovazione	9
1.3 Sistema nazionale di innovazione	11
2. Il brevetto come misura dei fenomeni innovativi.....	15
2.1 Il ruolo dei brevetti nell'economia della conoscenza	15
2.2 Lavori empirici sull'innovazione e la crescita locale	17
2.3 Contesto brevettuale europeo.....	20
2.4 Valore delle citazioni brevettuali	21
3. La brevettazione universitaria nella promozione dei processi innovativi locali	25
3.1 Il ruolo delle università	25
3.2 Evidenze empiriche della brevettazione universitaria sulla crescita locale	28
3.3 Critiche e limiti all'uso dei brevetti	31
4. Dati e metodologia	33
4.1 Struttura del dataset	34
4.2 Costruzione del dataset	38
5. Analisi descrittive	39
5.1 Variabili del modello	39
5.1.1 Richiedenti.....	41
5.1.2 Inventori	41
5.1.3 Tasso di concessione	43
5.1.4 Tempo di concessione.....	46
5.1.5 Sezioni tecnologiche.....	47
5.1.6 Rivendicazioni.....	49

5.1.7	Famiglie di brevetti	51
5.1.8	Citazioni	52
5.2	Analisi temporale	57
5.3	Analisi geografica	60
5.3.1	Localizzazione dei richiedenti	60
5.3.2	Localizzazione degli inventori	65
5.4	Analisi basate sulle citazioni: generalità e originalità	67
5.4.1	Indice di Generalità	67
5.4.2	Indice di Originalità	69
6.	Analisi econometrica	71
6.1	Analisi di regressione sul numero di citazioni brevettuali	71
6.1.1	Il modello: Negative Binomial Regression	71
6.1.2	Matrice delle correlazioni	73
6.1.3	Risultati.....	75
6.2	Spillover Geografici	83
6.2.1	Il modello: Fractional Logit Regression	84
6.2.2	Risultati.....	85
7.	Conclusioni	87
	Bibliografia	90

Indice delle Tabelle

TABELLA 1 – DESCRIZIONE DELLE VARIABILI DEL DATASET	35
TABELLA 2 – DISTRIBUZIONE DEI BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI	39
TABELLA 3 – STATISTICHE DESCRITTIVE DELLE VARIABILI PER I BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI	44
TABELLA 4 – DISTRIBUZIONE DEI BREVETTI UNIVERSITARI PER ANNO DI DOMANDA.....	58
TABELLA 5 - DISTRIBUZIONE DEI BREVETTI INDUSTRIALI PER ANNO DI DOMANDA	59
TABELLA 6 - TOP 10 REGIONI NUTS2 PER NUMERO DI BREVETTI.....	62
TABELLA 7 – TOP 10 UNIVERSITÀ PER NUMERO DI BREVETTI	64
TABELLA 8 – INDICE DI GENERALITÀ	67
TABELLA 9 – INDICE DI ORIGINALITÀ.....	69
TABELLA 10 – MATRICE DELLE CORRELAZIONI	74
TABELLA 11 – REGRESSIONE BINOMIALE NEGATIVA PER LE CITAZIONI RICEVUTE ENTRO 3 ANNI.....	75
TABELLA 12 – REGRESSIONE BINOMIALE NEGATIVA PER LE CITAZIONI RICEVUTE ENTRO 5 ANNI.....	79
TABELLA 13 – REGRESSIONE BINOMIALE NEGATIVA PER LE CITAZIONI RICEVUTE SENZA LIMITI TEMPORALI	81
TABELLA 14 – REGRESSIONE FRACTIONAL LOGIT PER GLI SPILLOVER GEOGRAFICI	85

Indice delle Figure

FIGURA 1 - ATTORI E COLLEGAMENTI NEL SISTEMA DELL'INNOVAZIONE.....	12
FIGURA 2 - TEST T DI STUDENT PER CONFRONTARE LE MEDIE DEL NUMERO DI INVENTORI TRA BREVETTI UNIVERSITARI E NON UNIVERSITARI	41
FIGURA 3 - TEST DI PROPORZIONI A DUE CAMPIONI SUL TASSO DI CONCESSIONE TRA BREVETTI UNIVERSITARI E NON UNIVERSITARI.....	44
FIGURA 4 - CONFRONTO ANNUALE DEL TASSO DI CONCESSIONE TRA BREVETTI INDUSTRIALI E UNIVERSITARI	44
FIGURA 5 - ANDAMENTO TEMPORALE DEL TEMPO MEDIO DI CONCESSIONE DEI BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI	46
FIGURA 6 - TEST T DI STUDENT PER IL CONFRONTO DEL TEMPO MEDIO DI CONCESSIONE TRA BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI	47
FIGURA 7 - DISTRIBUZIONE DEI BREVETTI PER NUMERO DI SETTORI IPC ASSOCIATI.....	48
FIGURA 8 - DISTRIBUZIONE DEI BREVETTI UNIVERSITARI PER CODICE IPC.....	49
FIGURA 9 - DISTRIBUZIONE RELATIVA E CUMULATA DEI BREVETTI PER NUMERO DI RIVENDICAZIONI	50
FIGURA 10 - TEST DI STUDENT SULLA DIFFERENZA MEDIA DELLE CITAZIONI FORWARD TRA BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI.....	53
FIGURA 11 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEL NUMERO DI CITAZIONI FORWARD RICEVUTE DAI BREVETTI UNIVERSITARI E INDUSTRIALI.....	53
FIGURA 12 - TEST T DI STUDENT SULLA DIFFERENZA MEDIA NEL NUMERO DI CITAZIONI BACKWARD TRA BREVETTI INDUSTRIALI E UNIVERSITARI.....	55
FIGURA 13 - DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEL NUMERO DI CITAZIONI BACKWARD PER BREVETTI INDUSTRIALI E UNIVERSITARI.....	56
FIGURA 14 - DISTRIBUZIONE ANNUALE DELLE DOMANDE DI BREVETTO UNIVERSITARI E INDUSTRIALI	59
FIGURA 15 - DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI RICHIEDENTI UNIVERSITARI A LIVELLO NUTS2 IN EUROPA.....	61
FIGURA 16 - LOCALIZZAZIONE DELLE UNIVERSITÀ IN EUROPA IN BASE AL NUMERO DI BREVETTI UNIVERSITARI	63
FIGURA 17 - LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEGLI INVENTORI UNIVERSITARI IN EUROPA.....	65

Abstract

L'elaborato analizza il ruolo delle università nel contesto europeo, concentrandosi sulle ricadute di conoscenza derivanti dalla loro attività brevettuale e sugli effetti di queste ricadute nello sviluppo economico regionale. Da istituzioni tradizionalmente dedicate alla formazione e alla ricerca teorica, le università si sono evolute in attori fondamentali nell'innovazione tecnologica e nella crescita competitiva delle regioni in cui operano. In tale quadro, i brevetti universitari emergono come veicoli di trasferimento tecnologico, capaci di promuovere la diffusione di conoscenze specialistiche e di rafforzare la competitività industriale locale. Il lavoro si apre con una panoramica teorica sulle dinamiche di diffusione della conoscenza e sui meccanismi di "spillover" geografico, presentando una rassegna dei principali studi sull'uso dei brevetti come misura dell'innovazione e sull'influenza delle università nei processi innovativi regionali. Viene quindi effettuata una comparazione tra le metriche brevettuali, esplorando differenze e similitudini tra la conoscenza accademica e quella generata dalla brevettazione industriale, per evidenziare il contributo specifico degli atenei all'ecosistema innovativo. Successivamente, l'analisi si concentra sulle citazioni brevettuali come indicatore per mappare la diffusione della conoscenza e misurare l'impatto tecnologico delle università. Le citazioni nei brevetti sono infatti strumenti essenziali per tracciare i flussi di conoscenza, stimando l'intensità degli effetti di spillover e offrendo una prospettiva sulla propagazione delle innovazioni nel tempo e nello spazio. L'indagine empirica è condotta su un ampio dataset di brevetti europei, con l'obiettivo di individuare come e in quale misura la conoscenza universitaria si diffonda nel territorio, influenzi settori tecnologici specifici e contribuisca alla crescita economica locale. Attraverso modelli di regressione e strumenti statistici, l'analisi mette in luce non solo l'interazione tra l'attività brevettuale accademica e l'innovazione industriale, ma anche le limitazioni e le criticità intrinseche di tali processi.

1. Innovazione e crescita locale

L'innovazione è universalmente riconosciuta come uno dei principali fattori che determinano la crescita economica e la competitività, sia a livello nazionale che regionale. Nella sua forma più semplice, si può pensare all'innovazione come *“il successo dello sfruttamento di nuove idee”* e comprende tutte le attività scientifiche, tecnologiche, organizzative e finanziarie che portano all'introduzione di qualcosa di nuovo o al miglioramento di un prodotto o servizio. Tuttavia, l'innovazione può manifestarsi in diverse forme, inclusi prodotti, servizi, processi e pratiche commerciali, e può emergere in vari contesti, come nel settore privato, nel settore pubblico e nel terzo settore. È importante notare che l'impatto delle innovazioni può essere estremamente variabile, e in alcuni casi anche avere effetti negativi. Un importante sviluppo sia nella letteratura sulla ricerca che nel mondo delle imprese è stato il riconoscimento che gran parte dell'innovazione comporta interazioni tra diversi gruppi di ricerca ed entità aziendali, anziché essere sviluppata da un singolo gruppo o in un unico laboratorio aziendale (Chesbrough, 2003). L'obiettivo di questa sezione è analizzare come l'innovazione e le reti di conoscenza locali possano fungere da catalizzatori per lo sviluppo economico regionale, con particolare attenzione alle interazioni tra i diversi attori dell'ecosistema di innovazione e al ruolo della geografia nella diffusione dell'attività inventiva.

1.1 Il ruolo della conoscenza

L'innovazione consiste nell'uso creativo di varie forme di conoscenza per rispondere alle richieste del mercato e alle esigenze sociali. La conoscenza tecnica può essere codificata, come nel caso di pubblicazioni, brevetti o stampe, oppure tacita, ossia incorporata nel know-how e nelle competenze individuali, nelle routine organizzative e nei processi aziendali. Essa può derivare da fonti scientifiche, come la ricerca di base o applicata, oppure essere legata all'esperienza diretta dei processi produttivi, con una componente ingegneristica e operativa che deriva dalla sperimentazione pratica. Tuttavia, affinché tale conoscenza diventi economicamente utile, è necessaria una gestione efficiente da parte delle organizzazioni quali imprese, università o laboratori, che incanalano la creatività individuale verso obiettivi collettivi. Solo attraverso l'integrazione tra le competenze tecniche e quelle manageriali-organizzative è possibile che la conoscenza generi benefici economici, giustificando così gli investimenti privati per la sua produzione e assimilazione. In particolare, il valore economico del nuovo sapere si manifesta quando viene incorporato in beni e servizi commerciabili, consentendo alla creatività di essere valutata e ricompensata attraverso meccanismi di prezzo propri dei mercati dei prodotti, del lavoro e finanziari. La complementarità tra questi sistemi economici e l'organizzazione dei processi di

innovazione è fondamentale per promuovere il progresso economico e sociale derivante dall'avanzamento della conoscenza. Se i mercati non funzionano correttamente, le imprese avranno minori incentivi o incentivi distorti a contribuire allo stock di conoscenza pubblica, socialmente utile. Allo stesso modo, se le organizzazioni che generano conoscenza al di fuori del contesto economico non ricevono risorse sufficienti per proseguire la loro attività di ricerca, lo stock complessivo di sapere potrebbe subire un'erosione nel lungo termine. Pertanto, la sinergia tra istituzioni di mercato e non è essenziale per evitare un rallentamento dell'evoluzione tecnologica e la conseguente riduzione del suo contributo alla crescita economica e al benessere sociale. Secondo Cooke et al. (2003), quando le interazioni tra università, imprese e governi sono adeguatamente gestite, le regioni possono trarre vantaggio dai flussi di conoscenza, rivitalizzando l'industria locale e favorendo una crescita economica sostenibile. In altre parole, quello di cui è fondamentale appropriarsi è lo "spillover di conoscenza", cioè il trasferimento e la diffusione di idee, tecnologie e competenze tra gli attori economici di una determinata area.

Con l'introduzione del concetto di spillover di conoscenza, accanto alla dimensione temporale dell'innovazione, la teoria della crescita ha iniziato a includere anche una dimensione spaziale, evidenziando l'importanza dei processi che si sviluppano non solo nel tempo, ma anche nello spazio. La letteratura sulle ricadute spaziali della conoscenza sottolinea che questa non si diffonde istantaneamente in tutte le aree produttive del mondo; al contrario, sono proprio i modelli regionali di diffusione a spiegare le differenze di produttività e reddito tra le diverse regioni.

Nella teoria neoclassica, si assumeva che la conoscenza fosse un bene liberamente accessibile, privo di costi per gli individui, incentivando così l'uso di tutto il patrimonio conoscitivo disponibile e, considerando che si diffondeva senza attriti e indipendentemente dalla distanza geografica, si riteneva che favorisse la nascita di spillover. Questo implicava che le differenze regionali in termini di reddito e tassi di crescita non potessero derivare da divergenze nello stock di conoscenza, poiché qualsiasi area geografica in ritardo avrebbe potuto immediatamente colmare il gap imitando le tecnologie più avanzate.

All'opposto, i modelli di causalità cumulativa sostenevano l'assenza totale di spillover dato che la conoscenza era considerata un bene privato, accessibile solo a un ristretto numero di soggetti. Di conseguenza, i vantaggi relativi nella produzione di conoscenza e nella produttività delle imprese esistevano e persistevano, poiché non si riteneva che il sapere potesse essere trasferito o condiviso con altri. Da questa prospettiva, in netto contrasto con le teorie più moderne, sebbene le ricadute geografiche possano essere considerate irrilevanti, l'accumulo di sapere in ciascuna regione risulta invece determinante nello spiegare il loro sviluppo diseguale.

Queste differenze, si sostiene, possano mantenersi e persino aumentare nel tempo, perché, considerando che la conoscenza tecnologica può essere utilizzata senza esaurirsi, generarne di

nuova è relativamente più facile quanto maggiore è lo stock già accumulato. Entrambe queste ipotesi estreme, ovvero la diffusione totale della conoscenza e l'assenza completa di tale fenomeno, sono empiricamente criticabili per la loro scarsa aderenza alla realtà. Infatti, sebbene sia chiaro che il sapere si diffonda nello spazio, è altrettanto evidente che tali processi richiedono tempo e risultano spesso incompleti. Gli approcci teorici che riconoscono questa complessità trattano generalmente la conoscenza come un bene pubblico con portata spaziale limitata. Pertanto, diventa fondamentale esaminare le dinamiche attraverso cui gli spillover di conoscenza si propagano nello spazio geografico, considerando i fattori regionali e i modelli di interazione tra le aree più e meno sviluppate.

1.2 Dimensione geografica dell'innovazione

Due sono i tipi di teorie che delineano come la conoscenza si diffonde tra le regioni: la diffusione epidemica e la diffusione gerarchica. Secondo Richardson (1973), i modelli di diffusione epidemica affermano che ogni regione vicina a un'altra in cui si genera nuova conoscenza ha una probabilità positiva di ricevere uno spillover, ovvero di avere individui o imprese che adottano tali innovazioni. In questo caso, la diffusione tra regioni avviene orizzontalmente, a livello di innovatori e potenziali adottatori. Al contrario, i modelli di diffusione gerarchica (Caniels, 2000), si concentrano principalmente sui processi di diffusione che partono dai centri di innovazione, come gli agglomerati industriali, per poi raggiungere le regioni periferiche, se ciò avviene. In questo caso, la conoscenza si diffonde verticalmente, con una trasmissione graduale dalle regioni centrali alle aree più distanti o meno sviluppate. Questi modelli, pur diversi, condividono l'idea che la conoscenza non si diffonda in modo uniforme, ma attraverso relazioni e interazioni specifiche. In questo contesto, Hägerstrand ha fornito un ulteriore contributo studiando come la dimensione geografica della conoscenza sia strettamente legata alle relazioni interpersonali e alle interazioni faccia a faccia. Attraverso il suo modello, ha dimostrato che le innovazioni tendono a trasmettersi all'interno di reti sociali e contatti personali piuttosto che in modo casuale nello spazio geografico. Il suo lavoro pionieristico ha posto poi le basi all'idea che l'espansione della conoscenza dipende fortemente dalla prossimità geografica: le persone fisicamente e socialmente vicine hanno maggiori probabilità di scambiarsi informazioni e adottare nuove idee o tecnologie. Qualche anno dopo Lundvall (1992), concentrandosi sui cosiddetti "sistemi di innovazione", affronta le modalità con cui avviene il flusso di informazioni, sostenendo che vari sono i fattori che influenzano questo processo. In particolare, sebbene la globalizzazione e l'internazionalizzazione dei mercati abbiano aperto nuove opportunità per acquisire sapere a livello globale, sono i flussi di conoscenza a livello nazionale o locale a rimanere fondamentali. Le imprese che operano in un contesto regionale

possono beneficiare in modo significativo degli spillover di conoscenza generati da università e centri di ricerca locali, nonché dalle collaborazioni tra imprese situate in prossimità geografica. Dal suo punto di vista, il processo innovativo non segue una sequenza lineare, ad esempio, dalla ricerca allo sviluppo e poi alla commercializzazione, ma è piuttosto interattivo. Egli descrive l'innovazione come un sistema circolare, in cui informazioni e conoscenze fluiscono continuamente tra diversi soggetti economici e istituzionali. Questo sistema complesso include imprese, università, enti di ricerca, governi e altre organizzazioni, tutti collegati da una rete di interazioni costanti che stimolano l'innovazione in modo dinamico e reciproco. Audretsch e Feldman (1996) e Feldman e Audretsch (1999) mettono in evidenza come la vicinanza fisica tra attori economici chiave sia un fattore determinante per creare ecosistemi industriali competitivi e dinamici. Utilizzando i dati tratti dallo Small Business Innovation Data Base (SBDIB), dimostrano che, anche dopo aver controllato la concentrazione geografica della produzione, le attività innovative presentano una maggiore propensione a raggrupparsi spazialmente in quei settori in cui la R&S industriale, la ricerca universitaria e la manodopera qualificata sono input importanti. Questo significa che l'innovazione non si distribuisce casualmente nello spazio, ma tende a concentrarsi in regioni dove sono presenti condizioni favorevoli al suo sviluppo. La presenza di questi elementi è la ragione della formazione di cluster regionali, gruppi nei quali sorgono maggiori opportunità di innovazione, rendendo la diffusione della conoscenza più rapida e creando divari regionali in termini di innovazione e sviluppo tecnologico. Breschi e Lissoni (2001) sottolineano che tali disparità regionali tendono a persistere e possono addirittura accentuarsi nel tempo, poiché le regioni che sono già avanzate in termini di innovazione continuano ad attrarre talenti e investimenti, mentre le regioni meno sviluppate trovano difficile colmare il divario. Per quanto queste osservazioni possano risultare ragionevoli non è garantito che una regione che abbia le condizioni necessarie per essere innovativa mantenga tale posizione nel tempo. Bisogna difatti fare una distinzione tra l'innovazione e il modo in cui se ne può appropriare. David e Foray (1994) e Antonelli (1996), in analogia con la teoria della percolazione, nella loro analisi distinguono il concetto dell'innovazione in sé, come il processo di creazione di nuova conoscenza o tecnologia, separandolo dalla capacità degli attori economici e delle imprese di acquisire, assimilare e trarre vantaggio da tali innovazioni. Come sottolineano Cohen e Levinthal (1989), questi due fattori sono fortemente correlati: un'impresa non può innovare efficacemente se non è in grado di assorbire e sfruttare le conoscenze prodotte da altre organizzazioni. Si parla di "capacità di assorbimento" per intendere la bravura di un'impresa di riconoscere il valore di nuove informazioni esterne, assimilarle e applicarle a fini commerciali. Quest'abilità è in larga misura una funzione del livello di conoscenza preesistente dell'impresa, che ne facilita l'identificazione. Le regioni che investono nel miglioramento della propria capacità di assorbimento, attraverso lo sviluppo del capitale umano,

delle infrastrutture di R&S e delle reti locali, hanno maggiore probabilità di beneficiare degli spillover di conoscenza e trasformare tali conoscenze in crescita economica sostenibile nel lungo termine.

Pertanto, l'innovazione non è mai un fenomeno isolato, ma piuttosto un processo lungo e cumulativo che coinvolge numerosi processi decisionali organizzativi. La natura cumulativa della tecnologia e la localizzazione degli spillover comportano una tendenza al raggruppamento e la misura in cui questa tendenza sarà contrastata da una più ampia diffusione della tecnologia dipende dalla capacità di assorbimento. Tuttavia, la tacitezza della conoscenza richiede spesso interazioni dirette, il che limita la portata degli spillover a regioni geograficamente vicine. L'importanza della geografia, quindi, non può essere sottovalutata, perciò verrà approfondita nei paragrafi successivi.

1.3 Sistema nazionale di innovazione

Dall'inizio dell'ultimo decennio, quando l'ambiente competitivo ha subito una profonda trasformazione a causa della globalizzazione, le organizzazioni commerciali hanno intensificato la ricerca di strategie in grado di garantire un vantaggio competitivo sostenibile. Tali strategie richiedono generalmente che l'azienda differenzi continuamente i propri prodotti e servizi, ovvero che sia costantemente innovativa. Questa continua innovazione necessita di un sistema ben pianificato di gestione della conoscenza che permetta ad un'impresa di eccellere nella creazione di conoscenza tecnologica, di mercato e amministrativa. Essendo molti i fattori e gli attori che innescano la tecnologia e l'innovazione nell'economia diventa quindi importante gestire le politiche economiche tra gli agenti economici nell'economia globale senza danneggiare il benessere degli altri Paesi. Per questo motivo, è fondamentale stabilire un sistema di innovazione e concorrenza globale equo tra i Paesi.

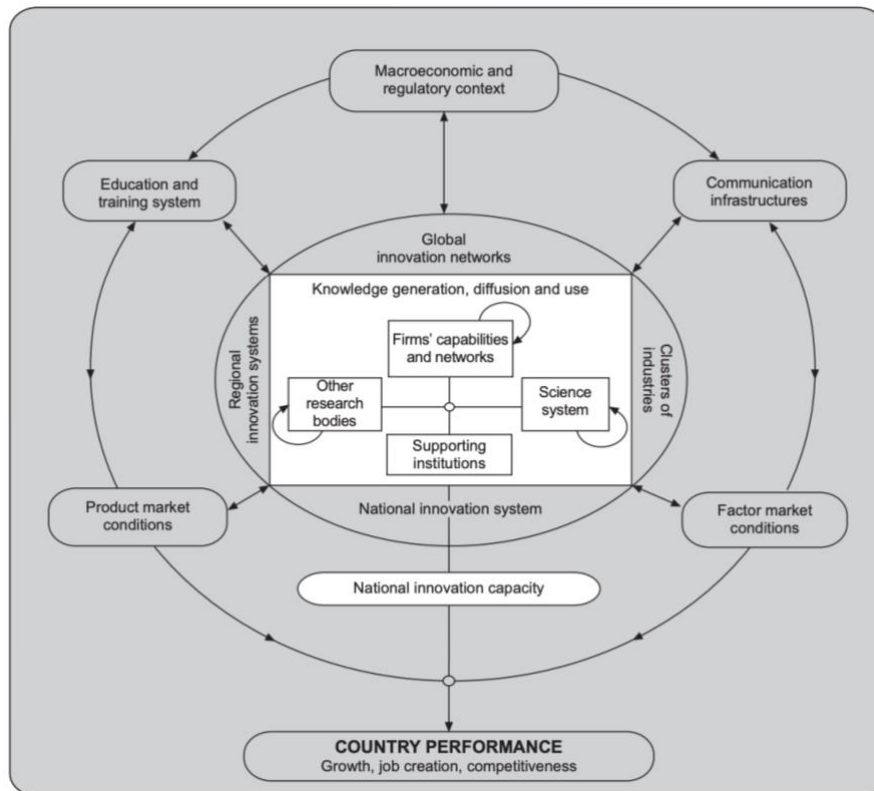


Figura 1 - Attori e collegamenti nel sistema dell'innovazione.

Fonte: OECD

La Figura 1 illustra un modello di sistema nazionale di innovazione, definito come "... l'insieme di istituzioni distinte che contribuiscono congiuntamente e individualmente allo sviluppo e alla diffusione di nuove tecnologie e che forniscono il quadro entro il quale i governi formano e attuano le politiche per influenzare il processo di innovazione. In quanto tale, è un sistema di istituzioni interconnesse per creare, conservare e trasferire le conoscenze, le competenze e gli artefatti che definiscono le nuove tecnologie" (Metcalf, 1995).

È evidente, infatti, come le interazioni tra fattori e attori, all'interno di questo ambiente, influenzino direttamente la capacità innovativa nazionale e, di conseguenza, la performance economica di un Paese, misurata in termini di crescita, creazione di posti di lavoro e competitività. Al centro del modello troviamo il sistema di innovazione nazionale che, come evidenziato, si origina dal processo di generazione, diffusione e utilizzo della conoscenza. Tale processo è funzione di quattro determinanti principali: le capacità delle imprese e le reti di attori economici e scientifici, motore principale dell'innovazione all'interno di un Paese, il sistema scientifico composto da università, centri di ricerca e altre istituzioni accademiche, che accanto ad altri enti di ricerca svolgono un ruolo di primaria importanza nella produzione e diffusione di nuova conoscenza e le infrastrutture di supporto, che fungono da intermediari, permettendo la propagazione di flussi di conoscenza continui tra imprese e istituzioni. La combinazione di reti di innovazione globale,

sistemi di innovazione regionali e cluster industriali misura poi le capacità nazionali di innovazione di un Paese. Solitamente, quanto più un'impresa è abile nel mantenere forti contatti regionali e internazionali tanto meglio risponde alla pressione competitiva, provocata dalla globalizzazione. Vi sono poi una serie di fattori esogeni che sono parte integrante del processo innovativo. A un livello più ampio, il contesto macroeconomico e regolatorio di un Paese, che include politiche economiche, regolamentazioni di mercato e leggi sulla proprietà intellettuale, determina l'ambiente all'interno del quale le aziende e le istituzioni di ricerca operano, facilitando o ostacolando l'innovazione. Freeman (1987) ha approfondito l'importanza delle politiche nazionali nel plasmare le capacità innovative di un Paese. A queste si aggiungono le condizioni del mercato dei prodotti, che riguardano la domanda dei consumatori, la concorrenza e il grado di apertura all'introduzione di nuove tecnologie. Tale mercato, anche noto come mercato dei beni e servizi, è il luogo in cui le imprese vendono beni e servizi finali ai consumatori, inclusi le famiglie e il settore estero. La competitività e dinamismo di questo contesto favoriscono l'innovazione, stimolando le aziende a sviluppare le più disparate soluzioni per soddisfare al meglio le esigenze dei consumatori e mantenere una posizione di rilevanza. Parallelamente, vi sono le condizioni del mercato dei fattori, chiamato mercato degli input, che includono l'acquisizione, da parte delle imprese, dei fattori di produzione necessari per realizzare beni e servizi, come il capitale e il lavoro. Se un Paese dispone di un mercato dei fattori efficiente, con un facile accesso alla manodopera qualificata e al capitale, le imprese saranno in condizioni migliori per investire nell'innovazione. La qualità del lavoro è però assicurata in gran parte dal sistema educativo e di formazione, che fornisce la forza lavoro qualificata necessaria per sostenere l'innovazione. Infine, non bisogna trascurare l'infrastruttura di comunicazione, indispensabile per facilitare lo scambio di informazioni e idee, accelerando la diffusione della conoscenza e la collaborazione tra i diversi attori del sistema. Pertanto, il ciclo evolutivo dell'innovazione raffigurato parte dalle politiche per l'innovazione scientifica e tecnologica, passando attraverso lo sviluppo delle infrastrutture e delle nuove tecnologie, per terminare in un aumento della produttività e della competitività globale. Diventa chiaro che incrementare la spesa per la R&S non basta a promuovere l'innovazione; piuttosto, è l'insieme di vari elementi a innescare l'avanzamento tecnologico nell'economia, tra questi vi sono imprese, individui, università e gli sforzi della società.

L'immagine infine collega i risultati del processo di innovazione alla prestazione economica di un Paese, difatti, come discusso da Schumpeter (1942) e Romer (1990), il progresso tecnologico è il principale motore della crescita economica a lungo termine. La performance innovativa di un'economia non dipende solo dall'efficienza e dalle capacità delle singole imprese o degli istituti di ricerca, ma piuttosto dal modo in cui questi elementi interagiscono all'interno di un sistema collettivo di creazione e utilizzo della conoscenza. L'economia può essere considerata una rete

complessa di istituzioni, le cui interazioni di conoscenza si articolano in cinque principali flussi: rapporti diretti tra imprese; collaborazioni tra aziende, università e istituti di ricerca attraverso attività come la ricerca congiunta; il supporto istituzionale mediante finanziamenti, formazione e infrastrutture; la diffusione tecnologica attraverso l'adozione industriale; e la mobilità del personale tecnico tra i settori pubblico e privato.

Ciò che rende l'innovazione indispensabile è la competizione generata da queste relazioni, che costringe le imprese a innovare efficacemente per rimanere competitive sul mercato; in caso contrario, la selezione economica naturale eliminerebbe quelle più deboli, meno innovative.

In questo scenario, l'innovazione non emerge come un processo isolato, ma il risultato di complessi rapporti che coinvolgono molteplici soggetti, il cui equilibrio e la cui efficacia determinano la capacità di un Paese di competere e crescere economicamente. Solo un approccio integrato che tenga conto di tutti questi fattori potrà sostenere la creazione di un ecosistema innovativo, in grado di rispondere alle sfide della globalizzazione e di favorire una crescita economica sostenibile nel lungo termine.

2. Il brevetto come misura dei fenomeni innovativi

Il brevetto è uno strumento comunemente usato per proteggere le invenzioni sviluppate da aziende, istituzioni o enti privati e, come tale, può essere interpretato come un valido indicatore di invenzione. Tuttavia, per trasformare un'invenzione brevettata in un'innovazione, è necessario compiere ulteriori passi in termini di sviluppo imprenditoriale, produzione e commercializzazione, informazioni che possono ricavarsi dai dati brevettuali. Pertanto, il valore dei brevetti va oltre la semplice tutela delle invenzioni: essi rappresentano una risorsa informativa che permette di delineare il processo di innovazione, dal livello aziendale fino a quello regionale e nazionale. Infatti, i dati sui brevetti non solo offrono informazioni sull'output inventivo, ma rivelano anche la presenza di processi di collaborazione e di mobilità tra inventori, permettendo di ricostruire la struttura del sistema di ricerca e sviluppo che supporta l'innovazione. In particolare, quando abbinati a dati complementari, come alleanze tra aziende o partenariati con enti di ricerca pubblici, i brevetti consentono di tracciare le reti di conoscenza e di individuare i flussi di spillover tecnologici che alimentano l'economia della conoscenza.

Tra i pochi indicatori disponibili dell'output tecnologico, quelli basati sui brevetti sono tra i più utilizzati proprio per la ricchezza di informazioni che offrono, occupando, nel processo di innovazione, una posizione intermedia: sono un ponte tra la ricerca e sviluppo a monte e l'applicazione industriale a valle, rappresentando sia un output della R&S sia un input per l'innovazione stessa.

Nei paragrafi di seguito si analizzano il ruolo e le implicazioni dei brevetti nei processi di innovazione e crescita regionale. Si approfondisce inoltre il contesto brevettuale europeo, con particolare attenzione al valore delle citazioni brevettuali come indicatore di rilevanza e impatto delle invenzioni.

2.1 Il ruolo dei brevetti nell'economia della conoscenza

Il brevetto rappresenta un diritto di proprietà industriale che, conferito al soggetto che procede al suo deposito, garantisce un'esclusiva che si estende alla produzione, all'uso, all'importazione, all'esportazione e alla vendita di un determinato prodotto, oppure all'applicazione di uno specifico procedimento all'interno di un territorio definito. L'istituzione della protezione brevettuale è stata concepita con l'obiettivo di incentivare il progresso tecnologico. Questo viene realizzato, da un lato, attraverso la concessione di un "premio", sotto forma di diritto esclusivo, per un periodo limitato nel tempo, che consiste nel vantaggio competitivo derivante dallo sfruttamento dell'invenzione in regime di monopolio. Dall'altro lato, al titolare del brevetto è richiesto di

depositare una domanda accompagnata da una descrizione tecnica dettagliata che consenta a chiunque di comprendere l'invenzione e di poterla replicare, una volta scaduto il brevetto.

Tuttavia, non tutte le innovazioni possono essere considerate invenzioni e, di conseguenza, essere brevettate. In conformità all'articolo 45 del Codice della Proprietà Industriale, un'invenzione può essere brevettata solo se soddisfa i requisiti di novità, ossia non deve essere inclusa nello stato della tecnica, se implica un'attività inventiva e se è suscettibile di applicazione industriale, indipendentemente dal settore tecnico di appartenenza.

Nell'ambito della ricerca economica i brevetti sono l'unica manifestazione di attività inventiva che copre tutti i campi dell'innovazione nella maggior parte dei Paesi sviluppati e per lunghi periodi di tempo. Tuttavia, il loro utilizzo non è stato all'altezza delle aspettative, soprattutto perché i brevetti presentano un'enorme variazione nella loro importanza o valore e, di conseguenza, il semplice conteggio dei brevetti non può essere molto informativo sulla "produzione" innovativa (Trajtenberg, 1990). Gli economisti e gli analisti di politica scientifica, infatti, più che ad un semplice calcolo, sono interessati ai brevetti perché forniscono un parametro misurabile di un fenomeno molto più ampio: l'attività di produzione di conoscenza e successiva innovazione.

Nella letteratura accademica il brevetto, o meglio il suo utilizzo, emerge come un valido proxy per misurare la produzione di conoscenza e l'innovazione territoriale. Attraverso l'analisi dei portafogli brevettuali, è infatti possibile identificare non solo la diversificazione tecnologica di un'azienda, ma anche anticipare le sue strategie economiche, spesso prima che queste si concretizzino sul mercato (Kodama, 1986; Jaffe, 1986). Il brevetto, infatti, contiene informazioni cruciali quali: il campo tecnologico a cui appartiene l'invenzione e l'entità responsabile dell'innovazione, come l'azienda o l'istituto di ricerca; elementi che permettono di comprendere i progetti innovativi sviluppati e le relative aree di competenza.

Alcuni studi hanno dimostrato che le grandi imprese utilizzano i brevetti per segnalare non solo i loro progetti tecnologici in corso, ma anche le loro intenzioni strategiche di diversificare i settori (Kodama, 1986; Archibugi, 1988). I portafogli brevettuali, infatti, consentono ai ricercatori di mappare l'ampiezza delle attività tecnologiche all'interno di un'impresa, evidenziando le aree di innovazione ancor prima che vengano implementate commercialmente. In questo senso, i brevetti funzionano come "un'istantanea" della strategia di R&D di un'impresa, spesso rivelando le combinazioni di diversi rami della conoscenza in nuove scoperte tecnologiche.

Inoltre, consentendo di identificare in che misura le imprese beneficiano delle innovazioni realizzate da altri soggetti impegnati in aree tecnologiche simili, i brevetti rappresentano un importante indicatore dell'interdipendenza tecnologica. Ciò riflette la natura interconnessa dei sistemi tecnologici, in cui le innovazioni sviluppate in un settore spesso si riversano su più industrie. Per ottenere informazioni sull'interdipendenza tecnologica è necessario disporre di dati sulle

innovazioni classificati in base al settore di produzione e al settore di utilizzo delle innovazioni (Archibugi, 1992).

Attualmente, l'ufficio brevetti degli Stati Uniti (USPTO) e altri uffici internazionali, come l'IPO britannico o l'EPO, non raccolgono sistematicamente informazioni dettagliate sul "settore di utilizzo" delle innovazioni brevettate. Tuttavia, diverse organizzazioni e dataset specialistici tentano di colmare questa lacuna: ad esempio, utilizzando i dati dell'Ufficio brevetti canadese, che ha fornito questa informazione (Evenson et al, 1988; Englander et al, 1988), gli studiosi associano i brevetti a specifici settori industriali tramite analisi di citazioni incrociate o classificazioni tecnologiche avanzate. Nei paragrafi si seguito sarà poi affrontata la tematica nel dettaglio.

La capacità di tracciare l'innovazione attraverso i brevetti è particolarmente importante anche negli studi sull'economia internazionale e sulla competitività, dove la produzione tecnologica delle nazioni viene confrontata tra i vari settori. La correlazione brevetti-esportazioni, oggetto di studi empirici (Soete, 1981; Cantwell, 1989), suggerisce che i brevetti possono essere utilizzati per capire come le nazioni utilizzano l'innovazione per mantenere un vantaggio competitivo nel commercio internazionale. In questo contesto, i brevetti non solo misurano la produzione tecnologica, ma riflettono anche il grado di diffusione e applicazione dell'innovazione su scala globale. Pertanto, l'attività brevettuale non solo offre un'evidenza della produzione di conoscenza, ma è un importante strumento per monitorare le tendenze tecnologiche, la concorrenza e la diffusione della conoscenza tra le imprese e i settori, offrendo preziose indicazioni sul panorama dell'innovazione a livello nazionale e internazionale.

2.2 Lavori empirici sull'innovazione e la crescita locale

Dopo aver esplorato le teorie che evidenziano l'importanza delle reti sociali e della prossimità geografica nella diffusione della conoscenza e nei divari regionali e l'uso dei brevetti come proxy per misurare l'attività innovativa, è fondamentale analizzare come queste idee siano state empiricamente testate e verificate. Diversi studi empirici hanno cercato di quantificare e misurare l'impatto degli spillover di conoscenza sulla crescita economica regionale, fornendo evidenze concrete (es. Neffke et al., 2011; Boschma et al., 2013; Colombelli et al., 2014).

Il paper di Neffke, Henning e Boschma del 2011 esplora la probabilità che le regioni si ramifichino in settori tecnologicamente correlati alle industrie preesistenti. Gli autori si concentrano sull'analisi empirica delle dinamiche di diversificazione industriale nelle regioni svedesi tra il 1969 e il 2002 utilizzando una misura basata sulla co-occorrenza per stimare la relatività: la revealed relatedness (RR). Questo indice quantifica l'esistenza di economie di scopo settoriali tra i prodotti a livello di stabilimento e non a livello di impresa (Teece et al., 1994; Bryce e Winter, 2009), quantificando la

relazione bilaterale tra due industrie. La differenza è rilevante perché sicuramente l'insieme delle economie di scopo a livello di stabilimento è inferiore rispetto al considerare l'impresa nella sua interezza. Di conseguenza l'indice RR rifletterà prevalentemente il grado di correlazione tecnologica tra le industrie.

Il modello evidenzia che la diversificazione regionale segue un processo fortemente dipendente dal percorso, in cui le regioni si ramificano in industrie correlate a quelle già esistenti. Le industrie hanno maggiori probabilità di entrare in una regione se sono tecnologicamente vicine al portafoglio industriale regionale. Tuttavia, queste nuove attività tendono ad essere meno correlate rispetto alla vicinanza media tra le industrie già presenti, il che generalmente riduce la coesione tecnologica della regione aggiungendo nuova varietà. L'analisi mostra anche che le probabilità di uscita di un'industria aumentano quando essa occupa una posizione tecnologicamente periferica nel portafoglio regionale, incrementando la coesione tecnologica e riducendo la diversità. Questo può innescare una sequenza di uscite a cascata, portando alla scomparsa di interi cluster tecnologici. Un esempio di questo effetto domino è stato osservato nella regione di Linköping, dove l'intero cluster dell'industria tessile e del legno è scomparso.

Un risultato simile è stato ottenuto da Boschma et al. nel 2013 ma con notevoli differenze metodologiche. In primis è stata utilizzata una metrica diversa per misurare la co-occorrenza: l'indice di prossimità di Hidalgo et al. (2007) per determinare in che misura due prodotti condividono un insieme simile di competenze. Si basa sulla frequenza con cui i Paesi hanno un vantaggio comparato rivelato in due beni contemporaneamente, cioè che due prodotti sono 'vicini' tra loro se il Paese ha, per entrambi, una quota nelle esportazioni maggiore della quota delle esportazioni mondiali.

La seconda differenza riguarda la ramificazione regionale, di cui se n'è verificata l'importanza su scala regionale e su scala nazionale testando l'effetto della relazione ad entrambi i livelli geografici contemporaneamente. Infine, in questo studio, è stata stabilita una soglia di vantaggio comparativo rivelato per garantire che l'evento di co-occorrenza fosse economicamente rilevante e significativo.

Lo studio ha preso in esame un pool di Paesi e un numero di prodotti sensibilmente maggiore rispetto al documento di Boschma che aveva preso in considerazione la sola Svezia.

I risultati hanno mostrato che la diversificazione regionale spagnola in nuove industrie è correlata alle industrie già esistenti, suggerendo che le nuove attività fanno uso di competenze in cui le regioni sono già specializzate. Inoltre, si è riscontrato che le conoscenze a livello regionale hanno impattato maggiormente rispetto alle competenze nazionali per la nascita e lo sviluppo di nuove industrie nelle regioni spagnole tra il 1988 e il 2008. Questa evidenza empirica suggerisce, al contesto politico-istituzionale, la decentralizzazione delle competenze a livello regionale perché è

a questo livello che sono presenti le principali risorse per diversificare con successo, nonostante l'imprevedibilità dello sviluppo di nuovi percorsi di crescita (Boschma 2011).

L'articolo di Colombelli et al. (2014) prosegue il lavoro del documento precedentemente analizzato, tenendo conto anche degli aspetti e del ruolo delle competenze tecnologiche accumulate per analizzare l'emergere di un nuovo settore, concentrandosi sulla natura path-dependent di questo processo: le nanotecnologie. L'obiettivo è verificare se le regioni tecnologicamente vicine alle nanotecnologie, abbiano maggiori probabilità o competenze per sviluppare un vantaggio tecnologico rilevato nelle nanotecnologie in futuro. L'idea centrale è che la nascita di nuove industrie sia influenzata dalla disponibilità locale di competenze affini, che possono facilitarne lo sviluppo. La prossimità viene valutata all'interno di uno spazio astratto, definito spazio tecnologico (Boschma, 2005). Anche in questo caso la misura adottata come proxy del livello di prossimità è l'indice di Hidalgo et al. (2007) che, mediante una struttura a rete, identifica la densità di collegamenti intorno ad un prodotto (nodo).

I risultati empirici dell'analisi statistica e i test econometrici hanno supportato l'ipotesi iniziale dimostrando che l'emergere di nuove attività basate sulla tecnologia è un processo dipendente dal percorso, le competenze cumulate nel tempo vincolano le future attività R&S. Di conseguenza, l'introduzione di nuove attività che adottino nuove tecnologie lontane dalle competenze regionali accumulate può risultare controproducente e fallimentare.

La particolarità del lavoro è l'utilizzo dei dati brevettuali al fine di analizzare le dinamiche path-dependent dell'emergere di settori basati sulla tecnologia. Il motivo principale è che, ad ogni brevetto, è assegnata una classe tecnologica secondo una classificazione standardizzata, permettendo di fornire un'approssimazione affidabile per i domini tecnologici regionali.

Simon Kuznets osservò nel 1962 che il più grande ostacolo alla comprensione del ruolo economico del cambiamento tecnologico era la chiara incapacità degli studiosi di misurarlo.

Negli anni Cinquanta e Sessanta, come proxy della produzione innovativa, venivano utilizzate le misure di ricerca e sviluppo (R&S), con la criticità di misurare solo le risorse stanziare a bilancio per cercare di produrre attività innovative. Negli anni '70 furono stati fatti progressi nell'uso dei dati sui brevetti, una misura intermedia dell'attività economica, come proxy della produzione economica. Sebbene i brevetti siano buoni indicatori della creazione di nuove tecnologie, essi non ne misurano il valore economico (Hall et al., 2001). Anche i brevetti però hanno i loro punti critici, secondo Griliches (1979) e Pakes e Griliches (1980), "i brevetti sono una misura errata (della produzione innovativa), soprattutto perché non tutte le nuove innovazioni sono brevettate e perché i brevetti differiscono notevolmente nel loro impatto economico".

Quest'ultimo articolo mostra come i dati brevettuali, in alcuni contesti, possano essere un importante proxy delle ricadute di conoscenza e che forniscono una rappresentazione abbastanza buona, anche se non perfetta, delle attività di innovazione (Acs et al., 2002).

2.3 Contesto brevettuale europeo

Nel contesto economico europeo l'innovazione è intrinsecamente un fenomeno transnazionale: numerose imprese operano su scala internazionale e instaurano collaborazioni con partner accademici e industriali in diversi Paesi membri. Ciò implica che le dinamiche innovative superano i confini nazionali, richiedendo un'analisi che consideri l'Europa nel suo complesso per comprendere appieno i processi di trasferimento tecnologico e di sviluppo economico. Come evidenziato da Crescenzi et al. (2007), i flussi di conoscenza e le reti di collaborazione sono determinanti per l'attività innovativa e spesso assumono una dimensione sovranazionale. Concentrarsi su un singolo Paese limiterebbe quindi la comprensione di queste dinamiche interconnesse.

In questo contesto, l'Ufficio Europeo dei Brevetti svolge un ruolo chiave, fornendo un sistema unificato per la protezione delle invenzioni in Europa. L'EPO permette ai richiedenti di ottenere protezione brevettuale in fino a 45 Paesi attraverso una singola procedura, facilitando il processo per inventori e aziende. L'Europa è caratterizzata da una pluralità di sistemi nazionali di innovazione, ciascuno con proprie peculiarità in termini di politiche pubbliche, strutture istituzionali, capacità tecnologiche e culturali imprenditoriali, per cui avere un organismo centralizzato non solo semplifica le procedure amministrative, ma rende anche più agevole il confronto dei dati brevettuali tra i vari Paesi membri. L'eterogeneità economica e istituzionale tra i Paesi europei offre però un'opportunità per identificare best practices e modelli efficaci di interazione tra università e industria. Ad esempio, le differenze nei sistemi di proprietà intellettuale, nei meccanismi di finanziamento della ricerca e nelle politiche di supporto alle imprese innovative possono fornire spunti utili per migliorare le strategie nazionali e regionali (Asheim & Coenen, 2005).

La scelta di questo tipo di analisi permette inoltre di considerare l'effetto delle politiche ed iniziative comunitarie attuate dalla Commissione Europea con lo scopo di promuovere la cosiddetta "terza missione" delle università. Oltre alle tradizionali funzioni di insegnamento e ricerca, le università sono incoraggiate a contribuire attivamente alla società attraverso la creazione, il trasferimento e lo scambio di conoscenze e tecnologie. Si cita a questo proposito la "Strategia Europa 2020", che ha posto l'accento sull'importanza dell'innovazione, della ricerca e dello sviluppo tecnologico per promuovere una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva

nell'Unione Europea. In particolare, uno dei cinque principali obiettivi fissati da tale iniziativa per guidare la crescita dell'Unione Europea entro il 2020 è l'investimento del 3% del PIL in ricerca e sviluppo, incoraggiando gli Stati membri all'innovazione e alla competitività a livello globale e rafforzando le interazioni tra università e industria. Questo ha spinto molte università europee a trasformarsi da istituzioni tradizionali, spesso percepite come "torri d'avorio", in università imprenditoriali con forti legami con il settore industriale e un ruolo più attivo nel promuovere l'innovazione. Hanno istituito uffici di trasferimento tecnologico, promosso la creazione di spin-off e start-up, adattato i curricula per includere competenze imprenditoriali e rafforzato le collaborazioni con le imprese attraverso progetti di ricerca congiunti e partenariati strategici. Queste trasformazioni hanno contribuito a rafforzare la posizione dell'Europa nell'economia globale della conoscenza, favorendo lo sviluppo tecnologico e socioeconomico del continente. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Proprietà Intellettuale (WIPO), infatti, l'Europa negli anni ha rappresentato una delle principali aree mondiali per numero di brevetti depositati. Nel 2019, l'Europa ha contribuito con circa il 23% delle domande internazionali di brevetto presentate attraverso il Trattato di cooperazione in materia di brevetti (PCT), posizionandosi come una delle regioni leader a livello globale in termini di produzione di conoscenza e innovazione tecnologica. Anche nel rapporto "World Intellectual Property Indicators 2020", emerge un alto livello di attività innovativa nel continente europeo, che continua a detenere una quota significativa delle domande di brevetto internazionali. Considerando queste dinamiche, lo studio focalizza l'attenzione sui diversi Paesi europei al fine di ottenere una visione integrata e approfondita, che consenta di identificare le aree maggiormente innovative e il loro contributo all'innovazione regionale.

2.4 Valore delle citazioni brevettuali

I brevetti, grazie alla loro capacità di documentare dettagliatamente le modalità di realizzazione delle invenzioni e il contesto tecnologico precedente, costituiscono un mezzo affidabile per misurare le esternalità derivate dal trasferimento di conoscenze. Gli spillover di conoscenza scaturiti dalla brevettazione non lasciano però alcuna traccia se non nelle citazioni.

Le citazioni sono informazioni contenute nel documento pubblico necessario per la domanda di brevetto, utili a dimostrare il grado di novità e di attività inventiva delle invenzioni. Esse forniscono una panoramica dello stato dell'arte già esistente al momento della creazione dell'invenzione, in questo modo mostrano come questa sia effettivamente nuova e non una replica di tecnologie preesistenti. Le citazioni rendono il documento di conoscenza trasparente affinché ogni studioso possa capire quali sono le fondamenta teoriche e proseguire con successivi sviluppi futuri o innovazioni aggiuntive. Un ruolo particolarmente rilevante in questo contesto è svolto dalle

citazioni a ritroso, ossia le citazioni di brevetti precedenti, che mostrano la relazione causale tra le invenzioni. Quando un brevetto cita un'invenzione passata, ne riconosce il valore e, spesso, innova su di essa, migliorandola o ampliandone le applicazioni. Ad esempio, un'invenzione che introduce un nuovo prodotto o processo tecnologico può costituire la base per perfezionamenti successivi, e i brevetti che la citano ne indicano come punto di partenza il contributo originario. Questo processo di citazione testimonia la natura incrementale dell'innovazione: le invenzioni passate si integrano in quelle nuove, generando effetti a cascata che influenzano il lavoro di altri inventori.

Diverso è invece il ruolo delle citazioni in avanti, che sono una misura dell'impatto tecnologico delle invenzioni. Si ritiene che i brevetti che ricevono più citazioni tendano ad essere considerati più importanti e influenti, e sono più propensi ad essere rinnovati, contrastati o oggetto di controversie legali. Tuttavia, per valutare l'intensità citazionale di un brevetto o di un gruppo di brevetti, è necessario riferirsi a un'intensità citazionale "di riferimento" relativa alla stessa categoria temporale o tecnologica, in quanto non esiste una scala naturale che definisca quante citazioni rendano un brevetto "altamente citato". In particolare, ci si aspetta che i brevetti che introducono nuove tecnologie, spesso inizialmente grezze e incomplete, vengano citati frequentemente nei brevetti successivi che ne perfezionano e migliorano il concetto originale. In questo senso utilizzare le citazioni rende di facile intuizione riconoscere il valore di un brevetto e la sua qualità tecnologica. È necessario prestare particolare attenzione nella valutazione dell'impatto tecnologico dei brevetti appartenenti a epoche differenti. Un brevetto rilasciato nel 2005 con quattro citazioni potrebbe apparire più influente rispetto a un brevetto del 2010 con due citazioni; tuttavia, questa apparente disparità potrebbe essere attribuibile alla maggiore esposizione temporale del brevetto del 2005 per accumulare citazioni. Questo fenomeno, noto come "troncamento", si riferisce alla limitazione nel numero di citazioni che un brevetto può ricevere a causa del tempo trascorso dalla sua pubblicazione. La continua crescita del numero di brevetti rilasciati ogni anno aggrava il problema del troncamento. Anche se ogni brevetto ricevesse lo stesso numero di citazioni del passato, l'aumento del numero di potenziali brevetti citanti aumenterebbe il numero totale di citazioni, rendendo difficile il confronto tra coorti di brevetti.

Un metodo utilizzato per mitigare il rischio legato a questo bias temporale consiste nel considerare un intervallo di osservazione che consenta di valutare adeguatamente il numero di citazioni ricevute da un brevetto nel tempo. Studi precedenti hanno infatti dimostrato che una quota significativamente elevata delle citazioni in avanti ricevute da un brevetto si concentra entro una finestra di cinque anni (Bacchiocchi & Montobbio, 2009; Hall, Jaffe, & Trajtenberg, 2001).

Le citazioni in avanti forniscono indirettamente anche un'evidenza sul settore di utilizzo di un'invenzione, informazione che né l'EPO né altri uffici brevettuali raccolgono, permettendo anche di riconoscere la presenza di uno spillover tecnologico. Quando un brevetto appartenente a un

settore tecnologico A cita un brevetto di un settore B, si può ipotizzare che vi sia un trasferimento di conoscenze tra i due, con il settore A che beneficia dei progressi del settore B. Questo fenomeno, noto come spillover tecnologico, si manifesta quando un'invenzione originariamente pensata per un settore viene successivamente citata in ambiti diversi, ad esempio, un'invenzione inizialmente sviluppata per il settore delle telecomunicazioni viene citata successivamente in brevetti dell'informatica o dell'automazione industriale, segnalando una diffusione delle conoscenze tra settori. Tramite le citazioni in avanti viene fornito, dunque, un valore predittivo di come evolverà la tecnologia, in quanto non solo mostrano una relazione tra due tecnologie, ma suggeriscono anche come l'innovazione si sta diffondendo in altri settori.

Come discusso nel paragrafo 1.2, questo processo di diffusione è influenzato dalla vicinanza tecnologica, ma anche geografica. Le citazioni forniscono infatti evidenze di una correlazione tra la prossimità geografica e l'accumulo di conoscenza. Un'analisi sulla frequenza con cui le citazioni provengono dallo stesso Paese, Stato o area metropolitana del brevetto originale ha permesso a Jaffe et al. (1993) di dimostrare che gli effetti di spillover dei brevetti sono geograficamente localizzati: le innovazioni tendono a ispirare nuove invenzioni nelle aree vicine. Per evitare di sovrastimare questi effetti, lo studio ha adottato un approccio conservativo, focalizzandosi esclusivamente sulle citazioni provenienti da altre entità, escludendo le autocitazioni, che potrebbero indicare innovazioni interne alla stessa area geografica. Nei successivi paragrafi verrà poi approfondito l'influenza delle dinamiche geografiche sull'innovazione.

In questo studio, si fa riferimento alle citazioni principalmente per analizzare i flussi di conoscenza che si diffondono tra diversi attori, settori e paesi; tuttavia, è evidente che gli usi delle citazioni sono diversi. Oltre a quanto già discusso, queste ultime possono rivelare come le aziende si posizionano in determinati campi tecnologici, come costruiscono su invenzioni precedenti e come interagiscono con i concorrenti, aiutando quindi a valutare il comportamento strategico aziendale. Le aziende possono infatti utilizzare le citazioni brevettuali in modo strategico per bloccare o limitare la brevettabilità di invenzioni successive da parte dei concorrenti, presentando domande di brevetto in termini "ampi", ovvero con rivendicazioni formulate in modo generico per coprire un'ampia gamma di possibili applicazioni o varianti dell'invenzione, per massimizzare la protezione brevettuale. Per quanto le citazioni risultino uno strumento di facile disponibilità e su cui poter fare innumerevoli analisi, è essenziale che vengano contestualizzate, tenendo conto dei limiti e delle possibili distorsioni. Una delle principali limitazioni è legata alle pratiche di citazione, che possono variare in modo significativo tra i diversi uffici brevettuali, rendendo difficile confrontare direttamente gli indicatori basati sulle citazioni. L'USPTO, ad esempio, richiede una divulgazione completa ed obbligatoria della *prior art* da parte del richiedente, il che porta a un numero generalmente più elevato di citazioni rispetto all'EPO, che adotta un approccio "minimalista". Circa

il 95% delle citazioni nei brevetti EPO è infatti aggiunta direttamente dagli esaminatori, che limitano il numero di citazioni ai riferimenti più rilevanti. Questo approccio contribuisce a un numero medio di citazioni inferiore nei brevetti EPO rispetto a quelli USPTO e soprattutto porta in luce un'altra problematica: non tutte le citazioni riflettono necessariamente un reale flusso di conoscenza o impatto tecnologico, in quanto alcune possono essere aggiunte per motivi legali o strategici.

3. La brevettazione universitaria nella promozione dei processi innovativi locali

Sebbene la ricerca degli spillover sia difficile, si è riusciti a trovare le loro impronte digitali dimostrando effetti statisticamente significativi sulla produttività di un'azienda grazie alla vicinanza di grandi università e di altre fonti di scoperta scientifica. Difatti, è ampiamente riconosciuto che un'ampia quota di invenzioni è prodotta da individui, università e centri di ricerca. Spesso, le istituzioni accademiche hanno però obiettivi e atteggiamenti diversi nei confronti della loro produzione di ricerca e hanno più probabilità di generare articoli in riviste scientifiche che domande di brevetto. Nonostante ciò, i brevetti accademici sono spesso discussi, soprattutto dai responsabili politici, come uno dei principali canali di trasferimento della conoscenza e della tecnologia dalle università all'industria. Tuttavia, gran parte dei risultati della ricerca non viene brevettata, e questo è particolarmente vero per la ricerca di base, che può portare alle scoperte più significative. Questo tipo di ricerca è spesso condiviso liberamente attraverso pubblicazioni, favorendo il progresso scientifico collettivo. In questo contesto si ritiene che le pubblicazioni scientifiche rappresentino gli avanzamenti della conoscenza di base, mentre i brevetti rappresentano progressi nella conoscenza applicata. In ogni caso, entrambe le attività riflettono la presenza di un capitale umano in grado di produrre nuove conoscenze, rispettivamente di base e applicate.

3.1 Il ruolo delle università

Generalmente, due sono i fattori chiave che spingono le università, e in particolare i ricercatori universitari, al costante impegno nella ricerca universitaria: il guadagno economico ed il bisogno di vedersi riconosciuta un'invenzione non facilmente replicabile. Più recentemente, infatti, gli scienziati accademici sono stati incoraggiati a produrre conoscenza applicata e, ciò che ha permesso di potenziare la loro produzione di ricerca, è stato il contesto politico dell'innovazione. Le iniziative legislative sono state fondamentali per promuovere la cooperazione in materia di R&D tra gli attori e, in particolare, per creare un ambiente favorevole all'interazione università-industria (Bellucci e Pennacchio, 2015). Prima del 1980 il governo federale aveva il diritto di reclamare tutte le royalties o altri introiti derivanti da brevetti che erano frutto di ricerche finanziate a livello federale. I ricercatori finanziati a livello federale potevano richiedere brevetti e assegnarli alle università, ma il diritto di proprietà esclusiva associato all'invenzione rimaneva al governo, indipendentemente dal fatto che venisse rilasciato o meno un brevetto. L'unico modo in cui un'università poteva trarre profitto dai brevetti di derivazione federale era quello di richiedere

all'agenzia di finanziamento una deroga ai diritti di proprietà. Dal momento che circa il 70% della ricerca universitaria in quel periodo era finanziata dal governo federale, questo era un ostacolo importante alla diffusione dei brevetti universitari. La situazione iniziò a cambiare con l'emanazione del Bayh-Dole Act nel 1980, ufficialmente noto come Patent and Trademark Amendments of 1980 (Public Law 96-517). Questa legislazione conferì alle università, alle istituzioni non profit e alle piccole imprese il diritto di mantenere la proprietà delle invenzioni sviluppate attraverso ricerche finanziate con fondi federali. La logica di fondo era che tale regolamentazione avrebbe accelerato il trasferimento tecnologico portando nuove opportunità di commercializzazione sul mercato.

Ulteriori emendamenti nel 1984, attraverso l'emanazione della Public Law 98-620, ampliarono questi diritti, rimuovendo alcune restrizioni contenute nel Bayh-Dole Act riguardo ai tipi di invenzioni di cui le università potevano essere proprietarie e alla possibilità di cedere i diritti di proprietà ad altre parti.

Da questi anni in poi, le università hanno goduto di ampi diritti per sfruttare le invenzioni derivanti dalla loro ricerca, possono richiedere royalties per l'utilizzo dei brevetti e, se lo desiderano, possono cedere i brevetti a terzi. Di conseguenza, le principali università di ricerca hanno oggi politiche esplicite che richiedono ai docenti e agli altri ricercatori di cedere all'università i brevetti derivanti dalla ricerca all'interno dell'ateneo e che specificano le modalità di ripartizione degli eventuali proventi tra l'istituzione, il ricercatore e i centri o dipartimenti di ricerca. Parallelamente, la crescente competizione per le risorse federali ha anche spinto le università a cercare fonti di finanziamento alternative, rafforzando i loro legami con il settore privato e, in virtù di questo, hanno istituito Uffici di Trasferimento Tecnologico (Technology Transfer Offices, TTO), dedicati alla gestione della proprietà intellettuale e alla facilitazione delle partnership con l'industria. Esempi notevoli includono Cambridge Enterprise e Oxford University Innovation, che hanno contribuito a trasformare le scoperte accademiche in prodotti e servizi commerciali.

Le modifiche apportate alle leggi federali in materia di brevetti universitari nel 1980 e poi di nuovo nel 1984 hanno reso significativamente più facile per le università brevettare i risultati della ricerca finanziata a livello federale. I finanziamenti dell'industria alla ricerca universitaria sono aumentati notevolmente e, allo stesso tempo, si è registrato un sostanziale incremento degli uffici per la concessione di licenze tecnologiche delle università. La concomitanza di diversi fattori rende complessa l'analisi dei loro impatti individuali, ma sembra plausibile che ognuno abbia svolto un ruolo importante nell'aumento del numero di brevetti universitari.

Tuttavia, la misura in cui questo aumento nella brevettazione dovrebbe essere considerato come prova di un significativo incremento del contributo delle università allo sviluppo della tecnologia commerciale è oggetto di dibattito. È importante considerare se questa crescita rappresenti

invenzioni più utili dal punto di vista commerciale o semplicemente un incremento nel deposito di domande di brevetto per invenzioni marginali. Secondo Henderson et al. (1998), l'aumento osservato nella brevettazione universitaria potrebbe non essere necessariamente indicativo di un effettivo incremento nella produzione di invenzioni di grande importanza o impatto commerciale. Essi suggeriscono che questo fenomeno riflette piuttosto una maggiore "propensione a brevettare" da parte delle università, incentivata da cambiamenti legislativi come il Bayh-Dole Act. Queste modifiche normative hanno reso più agevole e vantaggioso per le istituzioni accademiche ottenere e detenere brevetti sulle loro scoperte. Di conseguenza, le università hanno iniziato a proteggere legalmente un numero maggiore delle loro invenzioni, incluse quelle che in passato potevano non essere state considerate sufficientemente significative per giustificare una domanda di brevetto. Questo aumento nella brevettazione potrebbe aver contribuito ad accrescere il tasso di trasferimento della conoscenza al settore privato, facilitando l'accesso delle imprese a nuove tecnologie sviluppate in ambito accademico.

Pertanto, l'incremento dei brevetti universitari potrebbe essere più attribuibile a cambiamenti comportamentali e istituzionali nelle pratiche di brevettazione piuttosto che a un effettivo aumento dell'output innovativo di alto livello.

Anche in Europa molte università hanno recentemente adottato politiche di trasferimento tecnologico. La Commissione Europea ha emanato la Raccomandazione 2008/416/CE sulla gestione della proprietà intellettuale nelle attività di trasferimento della conoscenza e sul codice di condotta per le università e gli altri organismi pubblici di ricerca. Questa raccomandazione incoraggia le istituzioni accademiche a sviluppare politiche interne per la gestione efficace della proprietà intellettuale e a promuovere il trasferimento delle conoscenze al settore industriale. Inoltre, i programmi quadro di ricerca e innovazione dell'UE, come Horizon 2020 e Horizon Europe, hanno enfatizzato l'importanza del trasferimento tecnologico e della protezione della proprietà intellettuale, fornendo linee guida e supporto finanziario alle università per rafforzare le loro capacità in questi ambiti. In conclusione, l'interazione tra iniziative legislative, politiche universitarie e collaborazioni con l'industria ha significativamente ridefinito il ruolo delle università negli ecosistemi dell'innovazione. L'espansione delle attività di brevettazione riflette non solo cambiamenti nei quadri legali, ma anche atteggiamenti in evoluzione verso la commercializzazione della ricerca accademica. Mentre questi sviluppi hanno potenziato la capacità delle università di contribuire al progresso tecnologico e alla crescita economica, sollevano anche importanti interrogativi sul bilanciamento tra scienza aperta e conoscenza proprietaria e sulle implicazioni per la qualità e l'orientamento della ricerca accademica.

3.2 Evidenze empiriche della brevettazione universitaria sulla crescita locale

Gli studiosi hanno sviluppato il concetto di “sistema dell'innovazione” per sottolineare che le interazioni tra una serie di attori sono la forza trainante dell'innovazione. In alcuni modelli, ad esempio nel modello a tripla elica delle relazioni tra mondo accademico, industria e governo (Etzkowitz, 1983), le università assumono un ruolo di primo piano nella creazione di innovazione tecnologica e sono viste come motori di crescita (Feller 1990; Etzkowitz et al. 2000; Etzkowitz e Leydesdorff 2000; Audretsch et al. 2013). Come evidenziato da Bellucci e Pennacchio (2010), la conoscenza generata dalle università contribuisce significativamente all'innovazione locale ed è influenzata sia da fattori legati al sistema universitario sia dalle caratteristiche delle imprese stesse. Dal lato dell'offerta, i sistemi universitari con un forte orientamento imprenditoriale e una ricerca di alta qualità tendono ad avere maggiore influenza sull'innovazione nelle imprese. Le “università imprenditoriali”¹ non si limitano alla produzione di conoscenza teorica, ma sono attivamente coinvolte nel trasferimento tecnologico e nella commercializzazione dei risultati di ricerca. Questo approccio facilita la creazione di un ambiente favorevole all'interazione con l'industria, promuovendo collaborazioni che possono portare ad innovazioni significative. Tra gli altri fattori di influenza sicuramente la qualità della ricerca accademica è il pilastro nella relazione università-industria: università con alti standard di eccellenza scientifica generano conoscenze avanzate che possono aprire nuove opportunità per innovazioni di prodotto e processo nelle imprese. Come osservato da diversi autori, le imprese innovative fanno ampio uso della ricerca svolta nelle università di ricerca di alta qualità, pubblicata in riviste e citata frequentemente dagli stessi accademici (Mansfield 1991; Mansfield e Lee 1996; Narin et al. 1997). Da questo, si deduce che la capacità della ricerca accademica di influenzare positivamente l'innovazione industriale dipende dalla rilevanza, originalità ed eccellenza scientifica dei risultati ottenuti. Mansfield, nello studio del 1991, ha dimostrato che circa il 10% dei nuovi prodotti e processi commercializzati tra il 1975 e il 1985 in settori chiave come l'elaborazione delle informazioni, le apparecchiature elettriche, i prodotti chimici, gli strumenti, i farmaci, i metalli e il petrolio non avrebbero potuto essere sviluppati, o avrebbero subito ritardi sostanziali, se non ci fosse stato il contributo della recente ricerca accademica. Questo dato sottolinea come la ricerca accademica non sia solo un'attività teorica, ma abbia un impatto diretto e misurabile sul progresso tecnologico delle industrie. Nel 1995 Mansfield approfondisce il rapporto tra la qualità della ricerca universitaria e il suo impatto

¹ *In quanto tali, le università che abbracciano il loro ruolo all'interno del modello a tripla elica del rapporto università-industria-governo e che adottano la missione di contribuire all'innovazione industriale e, a sua volta, allo sviluppo regionale/nazionale, possono essere considerate università imprenditoriali (Mavi 2014).*

sull'innovazione industriale ed evidenzia che, sebbene la qualità sia un fattore chiave, vi sono anche altri elementi, come la vicinanza e il tipo di ricerca, da considerare nella relazione.

Ampia è la letteratura che fornisce evidenza diretta e quantitativa degli effetti dell'ubicazione geografica sul successo delle università nel trasferimento tecnologico, collegando a questa anche altri elementi, quali la qualità del corpo docente. Si dimostra infatti che, a parità di qualità della facoltà, la quantità di R&S applicata, sostenuta dalle imprese presso una particolare università situata a meno di 100 miglia di distanza, tende a essere almeno dieci volte superiore rispetto a quella di un'università più lontana (Mansfield, Lee, 1996). Questo denota che, nonostante i progressi nelle telecomunicazioni, la distanza ha continuato ad avere un ruolo significativo ed inficia anche su quali imprese traggono benefici economici dalle innovazioni basate sulla ricerca accademica. Sebbene spesso si pensi che le nuove conoscenze siano un bene pubblico disponibile rapidamente ed economicamente per tutti, in realtà le imprese situate nella stessa area geografica in cui si svolge la ricerca accademica hanno una probabilità significativamente maggiore di essere tra le prime ad applicarne i risultati. La capacità delle aziende vicine di cogliere questa opportunità dipende da vari fattori, ma se sono ragionevolmente ricettive e competenti, il vantaggio derivante dalla prossimità può essere considerevole.

Jaffe (1993) approfondisce il ruolo della localizzazione geografica, evidenziano come l'effetto di questa diminuisca nel tempo: le citazioni di brevetti più recenti mostrano una maggiore concentrazione geografica rispetto a quelle di brevetti meno recenti. Questo significa che le innovazioni nuove hanno un impatto significativo ed immediato nelle vicinanze del luogo d'origine, mentre con il passare del tempo, la diffusione di queste si espande geograficamente, diventando meno localizzata. La sua analisi, pur limitando il contributo della localizzazione agli effetti delle ricadute di conoscenza, porta a riflettere sulle dinamiche geografiche impattanti nella diffusione della conoscenza. Studi più recenti, hanno dettagliato l'analisi, suggerendo che non solo la prossimità geografica, ma anche la somiglianza tecnologica sono importanti fattori moderatori nei processi di diffusione della conoscenza a livello regionale (Moreno et al. 2005). Caviggioli et al. (2023), esaminando un campione di 256 regioni europee che ospitano università riceventi una quota rilevante di finanziamenti da parte dell'Unione Europea e hanno evidenziato una correlazione positiva tra la specializzazione regionale in un settore tecnologico e il precedente ingresso delle università locali nello stesso campo, misurato attraverso il deposito di brevetti. Approfondiscono ulteriormente il tema De Marco e Caviggioli (2024), che offrono evidenza empirica di come lo stock di conoscenze brevettate dalle università in un campo specifico sia positivamente correlato alla specializzazione dei sistemi di innovazione co-localizzati nello stesso dominio tecnologico. L'analisi è condotta a livello geografico di provincia secondo la classificazione

NUTS. Vengono considerate tutte le unità territoriali, indipendentemente dalla presenza di università, prendendo le aree prive di istituzioni accademiche come gruppo di controllo.

Due sono gli aspetti analizzati: l'innovazione intesa come un processo progressivo, in cui le nuove invenzioni si basano sulle conoscenze preesistenti, e la difficoltà con cui la conoscenza si trasferisce da un contesto all'altro. Per studiare il primo concetto si è preso come riferimento lo stock di brevetti specifici delle università, tramite cui è stata confermata l'ipotesi secondo la quale i processi di evoluzione tecnologica sono per la maggior parte frutto di conoscenze accumulate in campi affini, ma non seguono un percorso prevedibile a priori, in quanto possono esserci fattori causali e temporali che ne modificano l'avanzamento. Mentre, per osservare il secondo aspetto è stata presa in considerazione la produzione tecnologica non solo all'interno di una singola provincia, ma anche nelle province contigue, tenendo conto della distanza geografica. Quello che emerge è che la relazione positiva tra produzione tecnologica delle istituzioni accademiche e la specializzazione industriale nello stesso settore tecnologico è più forte se le università sono situate nella provincia focale: la conoscenza accademica delle università che operano in province contigue non è facilmente assorbita dalle imprese situate in quella focale. Al contrario, le esternalità derivanti dalle attività di innovazione e dagli sforzi di R&D compiuti dalle imprese delle province limitrofe si rivelano importanti sull'innovazione locale, nonostante la marcata presenza di un effetto di decadimento spaziale. Questo studio supporta, ponendo maggior importanza alla brevettazione universitaria, quello che già Laursen nel 2011 aveva evidenziato: la prossimità geografica aumenta significativamente la probabilità di collaborazione tra università e industria; quindi, quando una nuova innovazione viene brevettata, è più probabile che il suo impatto sia riconosciuto principalmente dalle aziende vicine al luogo in cui l'innovazione è stata sviluppata. Al fine di valutare poi la presenza statistica di effetti moderatori, i due studiosi controllano per l'internazionalizzazione del sistema universitario e posizione geografica delle province. Quello che ne risulta è che l'effetto dell'internazionalizzazione delle università mitiga il legame tra il loro stock di brevetti e la specializzazione tecnologica delle imprese locali. Ciò significa che, anche se le università internazionalizzate influenzano positivamente la specializzazione delle imprese locali, lo fanno meno attraverso i loro brevetti: l'internazionalizzazione porta le università a collaborare e a diffondere la conoscenza ad un livello globale, riducendo l'impatto diretto delle loro invenzioni sul contesto locale.

Questo effetto limitato può essere dovuto alla specificità delle tecnologie che influenzano la specializzazione industriale, la quale sembra dipendere più dal numero di invenzioni locali che dalla qualità o dalla quantità delle invenzioni provenienti da province adiacenti. Per quel che riguarda il secondo fattore di controllo, disaggregando le province appartenenti a regioni centrali e meridionali da quelle appartenenti alle regioni nordiche, hanno dimostrato che le aree meridionali

sono in media meno specializzate rispetto a quelle settentrionali, quindi, l'attività brevettuale del sistema universitario ha maggiori probabilità di generare ricadute di conoscenza che possono essere sfruttate dalle imprese locali e indurre la specializzazione quando la provincia focale è situata nel Sud.

Le ricerche condotte nel corso del tempo sulla sinergia tra università, imprese e territori nello sviluppo dell'innovazione tecnologica hanno quindi apportato nuove dimensioni di analisi, che evidenziano tutte l'influenza della produzione tecnica delle università, misurata attraverso i brevetti, sulle dinamiche innovative regionali.

L'approccio di questa tesi si propone di esplorare come le università, attraverso la creazione e la diffusione di conoscenze, influenzino direttamente la capacità innovativa delle imprese co-localizzate, confermando così il loro ruolo centrale nella promozione dell'innovazione a livello locale.

3.3 Critiche e limiti all'uso dei brevetti

Sebbene i brevetti vengano usati come indicatore per misurare l'attività innovativa territoriale, l'analisi empirica condotta da Acs et al. (2002) sottolinea le limitazioni intrinseche nei dati sui brevetti, specialmente quando si esamina il ruolo delle istituzioni pubbliche, come le università, e il loro contributo all'innovazione regionale. L'analisi basata sui brevetti potrebbe sotto-rappresentare l'influenza delle università nei processi di spillover della conoscenza, poiché i brevetti tendono a catturare principalmente le innovazioni nelle fasi iniziali del processo, mentre il contributo delle università si manifesta spesso in fasi successive, attraverso la collaborazione nella ricerca applicata. Inoltre, le università contribuiscono all'innovazione regionale attraverso la formazione di capitale umano qualificato e la creazione di reti di conoscenza, aspetti che non sono facilmente misurabili attraverso i dati brevettuali. L'articolo evidenzia come l'utilizzo dei brevetti come unica misura dell'innovazione porti a una sovrastima dell'importanza delle ricadute della ricerca industriale rispetto a quelle della ricerca universitaria. Questo perché le aziende tendono a brevettare le innovazioni derivanti dalla ricerca e sviluppo interna, mentre i risultati della collaborazione con le università si traducono meno frequentemente in brevetti. Occorre, infatti, notare che non tutte le invenzioni vengono brevettate e, soprattutto, non tutte le innovazioni sono brevettabili: in settori come il software o il design, le invenzioni spesso non soddisfano i criteri di brevettabilità. Questo porta a una sottorappresentazione degli avanzamenti innovativi in queste aree, riducendo l'affidabilità dei dati brevettuali per determinati settori. Potrebbe poi esserci il rischio che non si brevetti, preferendo strumenti alternativi per proteggere le proprie innovazioni e ottenere un vantaggio competitivo, come la segretezza, la complessità del design e la rapidità di

sviluppo del prodotto (Cohen et al., 2002; Levin et al., 1987). Il sistema dei brevetti garantisce un incentivo *ex ante* alle attività inventive, concedendo *ex post* diritti di monopolio per l'utilizzo dei frutti di tali attività. Tuttavia, il contenuto delle domande di brevetto viene divulgato in cambio; questo va a vantaggio dei concorrenti esistenti e potenziali, creando un dilemma per le imprese o le istituzioni che devono scegliere tra la brevettabilità e la protezione tramite segreto industriale, ad esempio. Inoltre, far valere i diritti di brevetto può essere costoso; ci sono infatti, a seconda dei Paesi, costi elevati legati all'applicazione del brevetto e alle controversie legali. Se questi costi potenziali associati alle domande di brevetto e all'applicazione della legge sono effettivamente superiori ai benefici, non si richiede un brevetto, piuttosto si tende a mantenere il segreto commerciale. Potrebbe essere il caso delle nuove o piccole imprese, che non avendo una produzione su larga scala, presentano maggiori difficoltà a coprire i costi di un brevetto.

La scelta degli strumenti più appropriati dipende da diversi altri fattori, come la natura dell'invenzione, le caratteristiche del settore industriale, il contesto competitivo e le normative vigenti in materia di proprietà intellettuale. Vi è infatti una diversa propensione a brevettare tra settori tecnici e regioni. Ad esempio, il settore farmaceutico registra un'alta propensione a brevettare, mentre settori come l'elettronica o il nucleare ne registrano una significativamente inferiore (Scherer, 1983). Ciò crea distorsioni nella misurazione dell'innovazione, poiché Paesi o regioni con industrie ad alta propensione a brevettare possono risultare sovrarappresentati rispetto a quelli con settori a bassa propensione. Infine, c'è da considerare che i brevetti variano significativamente nel loro valore economico, con pochi brevetti che rappresentano innovazioni rivoluzionarie e molti altri che non producono un impatto economico rilevante (Pakes & Griliches, 1980). Diversi studi hanno dimostrato che la distribuzione del valore dei brevetti è altamente distorta (ad esempio, Pakes e Schankerman, 1986; Harhoff *et al.*, 1999) e questo aspetto altera ulteriormente il quadro complessivo dell'innovazione. Sebbene ci siano queste criticità, ingegneristicamente i brevetti restano in ogni caso la fonte più attendibile di innovazione, in quanto, diversamente dai segreti industriali, si hanno a disposizione dataset popolati da migliaia di record che permettono di compiere analisi statistiche tali da evidenziare quando affermato finora.

I dati sui brevetti sono complessi, in quanto generati da complessi processi legali ed economici. È quindi importante tenere conto di tutti questi fattori quando si compilano e interpretano i dati sui brevetti, poiché la mancanza di ciò porta a conclusioni errate. La maggior parte delle limitazioni sopra descritte può essere superata utilizzando metodologie appropriate per affrontare le distorsioni e le limitazioni dei dati al fine di limitarne l'impatto. Ad esempio, il problema della distribuzione distorta del valore dei brevetti può essere affrontato ponderando i conteggi dei brevetti in base al numero di citazioni.

4. Dati e metodologia

La relazione tra innovazione e crescita economica ha da tempo suscitato un ampio interesse nella letteratura economica, con particolare attenzione al ruolo dei fattori istituzionali e geografici nel favorire i processi innovativi e la loro diffusione. In questo contesto, l'analisi brevettuale rappresenta uno punto di osservazione privilegiato per indagare i meccanismi di generazione, trasmissione e assorbimento della conoscenza. La ricerca di seguito si concentra in particolare sul ruolo della brevettazione universitaria nell'attivare e amplificare tali spillover, sia di natura tecnologica che geografica, ponendo particolare attenzione al modo in cui la natura accademica di un brevetto incide sulla distribuzione e sull'impatto dell'innovazione all'interno di un contesto regionale.

L'analisi empirica parte dal presentare una serie di variabili descrittive che permettono di evidenziare similitudini e differenze tra brevetti universitari e brevetti di tipo industriale, indagando se e in quali settori emergano distinzioni rilevanti tra questi due gruppi e corredando tali evidenze con un'interpretazione del loro significato economico. Procedere in questo modo consente di valutare l'effettivo contributo delle università alla generazione di innovazione rispetto ad altri attori economici, esplorando negli anni le dinamiche di trasferimento e utilizzo della conoscenza che caratterizzano l'ecosistema brevettuale.

Un'ulteriore dimensione analizzata di seguito riguarda la distribuzione geografica dei brevetti, ricavata tramite la localizzazione degli inventori e dei richiedenti universitari. L'analisi geografica non solo permette di mappare la densità brevettuale nelle diverse regioni, ma mette in evidenza come alcune aree apparentemente meno rilevanti dal punto di vista brevettuale possano invece ospitare istituti di ricerca con una significativa produzione di brevetti, suggerendo una complessità nei processi di diffusione e generazione della conoscenza.

Tra gli indicatori più significativi della capacità di un brevetto di generare spillover, emergono le citazioni in avanti, che riflettono la capacità di un'invenzione di influenzare lo sviluppo di tecnologie successive, rappresentando così un elemento tangibile di trasferimento e disseminazione della conoscenza. Le citazioni in avanti indicano l'esistenza di sforzi di ricerca a valle e di un mercato di conoscenza potenziale per un brevetto. Una teoria dominante in letteratura suggerisce che i brevetti altamente citati contengono un importante progresso tecnologico. Tuttavia, diversi autori hanno proposto misure basate sulle citazioni che vanno oltre il mero conteggio, concentrandosi su dimensioni come la generalità, che misura la diversità dei campi tecnologici che citano il brevetto, e l'originalità, che riflette la varietà delle fonti citate. Attraverso l'analisi delle citazioni, si mira a comprendere come i brevetti di origine accademica possano incidere sull'ecosistema

dell'innovazione regionale, evidenziando il loro contributo nel trasformare il sapere scientifico in valore economico e tecnologico diffuso.

Tenendo in considerazione gli studi presentati in questo ambito, il seguente lavoro di ricerca si propone di contribuire al dibattito sulla capacità dei brevetti universitari di generare e promuovere spillover. Basandosi sull'analisi delle citazioni brevettuali, si indaga l'impatto che tale attività esercita sulla crescita e sulla distribuzione della conoscenza innovativa attraverso diverse aree geografiche e settori tecnologici.

4.1 Struttura del dataset

I dati brevettuali utilizzati in questo studio sono stati estratti dal database globale PATSTAT, gestito dall'European Patent Office (EPO) che contiene informazioni dettagliate su eventi bibliografici e giuridici relativi ai brevetti. Questo database è ampiamente riconosciuto come una risorsa fondamentale per ricercatori, economisti, analisti di mercato e policy maker, in quanto consente di analizzare le dinamiche dell'innovazione, le tendenze tecnologiche e l'impatto economico dell'attività brevettuale. Il dataset si compone di 3.848.243 domande di brevetto presentate a livello europeo tra il 1978 e il 2021.

Le informazioni principali sono contenute all'interno della tabella "Applications", che include una chiave denominata "apln_id", la quale permette di identificare in modo univoco ciascun brevetto depositato. Di seguito sono presentate le informazioni relative alle variabili contenute all'interno di quest'ultima, che saranno oggetto di analisi dello studio:

Tabella 1: Descrizione delle variabili del dataset

CODICE VARIABILE	DESCRIZIONE VARIABILE
APLN_ID	Identificativo di deposito del brevetto
APLN_NR	Numero di deposito del brevetto
APLN_CD	Codice di deposito del brevetto
APLN_DT	Data di deposito del brevetto
APLN_YR	Anno di deposito del brevetto
PRTY_DT	Data di priorità del brevetto
PRTY_YR	Anno di priorità del brevetto
GRNT_DT	Data di concessione del brevetto
GRNT_YR	Anno di concessione del brevetto
GRNT_LG	Tempo (in anni) trascorso tra la data di deposito e quella di concessione
GRNT_DM	Variabile binaria che indica se il brevetto è concesso o meno
APCT_NB	Numero di richiedenti del brevetto
INVT_NB	Numero di inventori del brevetto
SCTN_NB	Numero di sezioni tecnologiche associati al brevetto
SCTR_NB	Numero di settori associati al brevetto
CLMS_NB	Numero di rivendicazioni del brevetto
CTRY_NB	Numero di famiglie brevettuali
BKWD_CTTN_NB	Numero di citazioni effettuate dal brevetto
FRWD_CTTN_ALL_NB	Numero di citazioni ricevute dal brevetto
FRWD_CTTN_FIVE_NB	Numero di citazioni ricevute dal brevetto entro cinque anni
FRWD_CTTN_THREE_NB	Numero di citazioni ricevute dal brevetto entro tre anni

Di seguito, la descrizione si concentrerà sulle variabili che apportano un contributo significativo all'interpretazione e ai risultati dei dati presentati.

Ad ogni domanda di brevetto è associato, tramite la tabella “Applicants”, uno o più richiedenti. Il richiedente (o titolare della domanda di brevetto) è l'entità legale, che può essere una persona fisica o giuridica (ad esempio, un'azienda, università o istituto di ricerca), che presenta formalmente la domanda di brevetto. Esso detiene i diritti di proprietà sul brevetto, e, in caso di approvazione, ottiene il diritto esclusivo di sfruttare commercialmente l'invenzione. Spesso, il richiedente non coincide con l'inventore, in particolare se l'inventore lavora per un'azienda o un'università; in quel caso è l'organizzazione che presenta la domanda e diventa la titolare del brevetto.

Per identificare questa associazione brevetto-richiedente relativa alle attività brevettuali delle istituzioni accademiche, i dati sono stati ricavati dai database PATSTAT e ETER.

Il primo dataset ha permesso di individuare quali brevetti avessero per richiedente o cessionario le istituzioni accademiche, consentendo, mediante una tecnica fuzzy sviluppata all'interno dell'articolo di De Marco et al. (2024), di effettuare l'abbinamento in grado di riconoscere le università anche senza una perfetta corrispondenza lessico grammaticale. Per effettuare invece la geolocalizzazione degli istituti di istruzione superiore è stato utilizzato il registro telematico ETER al cui interno sono raccolte le informazioni, relative all'organizzazione e alle performance, di tutte le università europee.

La seconda figura principale associata all'innovazione brevettuale sono gli inventori.

Gli inventori sono figure centrali nel processo di innovazione brevettuale, poiché sono coloro che realizzano concretamente l'ideazione e lo sviluppo dell'invenzione che il brevetto intende proteggere. Gli inventori non solo giocano un ruolo fondamentale nella creazione di nuove tecnologie e soluzioni, ma la loro provenienza geografica può fornire informazioni utili sulla distribuzione della conoscenza e sulla collaborazione regionale o internazionale nell'innovazione. Nel contesto dei brevetti universitari, gli inventori sono spesso accademici o ricercatori che lavorano in istituzioni di istruzione superiore e in laboratori di ricerca. A differenza dei brevetti industriali, dove gli inventori sono solitamente impiegati da aziende private, gli inventori dei brevetti universitari possono essere professori, studenti di dottorato, o ricercatori che collaborano su progetti di ricerca interdisciplinari. La georeferenziazione degli inventori è stata ottenuta attraverso il database REGPAT attraverso il quale si è ricavato l'indirizzo di residenza degli inventori.

Il dataset "Applications" permette, oltre alla classificazione appena descritta, di collocare temporalmente le domande di brevetto. In particolare, sono tre le date associate a ciascuno di essi:

- **Data di Deposito:** rappresenta il momento in cui il brevetto viene formalmente presentato all'ufficio brevetti. È una delle informazioni più rilevanti per stabilire la priorità dell'invenzione rispetto ad altre.
- **Data di Priorità:** è il primo momento in cui l'invenzione viene dichiarata, anche in altri paesi. Ha un'importanza chiave perché stabilisce il diritto dell'inventore a rivendicare l'invenzione rispetto ad altre domande di brevetto presentate successivamente.
- **Data di Concessione:** è il giorno in cui l'ufficio brevetti accetta formalmente la richiesta, conferendo i diritti esclusivi al richiedente per sfruttare l'invenzione. Il database raccoglie al suo interno anche le domande di brevetto non ancora concesse o che non hanno soddisfatto i requisiti di brevettabilità (paragrafo 2.1), riscontrando di conseguenza, per alcuni brevetti, l'assenza di tale data.

Per ogni domanda di brevetto, è indicata la classe tecnologica di appartenenza che avviene secondo due sistemi internazionali: la Classificazione Internazionale dei Brevetti (IPC) e la Classificazione della World Intellectual Property Organization (WIPO).

L'IPC è un sistema gerarchico composto da otto sezioni principali che coprono diverse aree tecnologiche:

- A. Human necessities;
- B. Performing operations; transporting;
- C. Chemistry; metallurgy;
- D. Textiles; paper;
- E. Fixed constructions;
- F. Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting;
- G. Physics;
- H. Electricity.

Ogni sezione è poi suddivisa in classi, sottoclassi, gruppi e sottogruppi.

Il sistema di classificazione WIPO invece è un modello più recente e semplificato che perde il concetto di gerarchizzazione e raggruppa i brevetti in 45 macroaree tecnologiche suddivise in due categorie principali: beni e servizi.

Infine, sono presenti due variabili riguardanti la protezione di un'invenzione attraverso il sistema brevettuale: il numero di rivendicazioni e il numero di famiglie brevettuali. Le rivendicazioni rappresentano il perimetro legale della protezione conferita dal brevetto, definendo con precisione quali aspetti tecnici dell'invenzione sono coperti e su quali elementi il titolare ha diritti esclusivi. Ogni rivendicazione aggiuntiva estende l'ambito di esclusività, coprendo diverse configurazioni o componenti dell'invenzione, e permettendo quindi di proteggere una gamma più ampia di possibili utilizzi o varianti.

Parallelamente, il numero di famiglie brevettuali riflette l'estensione geografica della protezione. Una famiglia brevettuale raggruppa tutte le domande di brevetto presentate in diverse giurisdizioni per tutelare la stessa invenzione. Questo dato è indicativo della portata internazionale della protezione, poiché ciascun membro della famiglia brevettuale rappresenta una domanda di brevetto presentata in un paese o regione diversi per garantirne la validità oltre i confini nazionali iniziali.

4.2 Costruzione del dataset

Alla luce della struttura precedentemente descritta, la costruzione del dataset di lavoro impiegato in questo studio ha reso necessario effettuare una serie di scelte relative all'origine dei dati, alla loro localizzazione geografica e al censimento delle università.

In primis si è deciso di circoscrivere le domande di brevetto depositate presso l'EPO cosicché fosse presente omogeneità nei processi di approvazione e in merito al contesto istituzionale in atto, come discusso precedentemente nel paragrafo 3.1. Inoltre, sebbene il database di partenza contenesse un arco temporale più ampio di brevetti applicati, nell'analisi si è deciso di adottare un approccio conservativo, considerando gli anni tra il 2005 e il 2017 per evitare il fenomeno di troncamento o time-bias delle variabili relative alle citazioni, discusso nella rassegna della letteratura. Gli anni presi in considerazione fanno riferimento alla data di deposito del brevetto, essendo questa una misura più diretta e tempestiva dell'attività innovativa, al contrario la data di concessione corre il rischio di essere influenzata da fattori esterni amministrativi (Griliches, Z.,1990). In secondo luogo, sono state censite tutte le università operanti sul territorio europeo che avessero, nel periodo di tempo analizzato, depositato almeno una domanda di brevetto presso l'EPO. Nel caso di brevetti associati a più di una università richiedente, è stato deciso di adottare la metodologia "whole count" volta ad assegnare un brevetto a ciascuna delle università coinvolte. Analogamente, quando un brevetto coinvolge più inventori associati a diverse regioni, è stato conteggiato in ciascuna di esse. Questo metodo è preferibile rispetto all'assegnare il brevetto a una singola università scelta casualmente o a dividerlo in parti uguali tra di esse perché consente di riconoscere pienamente il contributo di tutte le istituzioni partecipanti uniformemente.

In particolare, i conteggi frazionari possono essere utilizzati per compilare le statistiche sui brevetti, in quanto riducono la distorsione del doppio conteggio se si calcolano i totali regionali o mondiali, ma i conteggi interi sono talvolta preferibili (OECD Patents Statistics Manual, 2009).

Infine, è stato necessario effettuare una discernita che ha riguardato il dettaglio della scala di osservazione NUTS. Tutti i brevetti, le università e i dati socioeconomici sono geolocalizzati e quindi potrebbero essere aggregati a qualsiasi scala. La scelta che abbiamo fatto è stata quella di aggregare ad una scala intermedia NUTS2, per avere buone numerosità ma allo stesso tempo relativa omogeneità territoriale e una ragionevole superficie entro la quale si immagina gli spillover di conoscenza esercitino la loro efficacia primaria. Sono state prese in considerazione tutte le unità territoriali indipendentemente dal fatto che siano o no presenti istituti accademici effettuando la localizzazione sull'indirizzo del richiedente (l'università).

La concordanza nel tempo tra località e NUTS è assicurata dall'informazione disponibile in <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/history>.

5. Analisi descrittive

Dalla costruzione del dataset è stato possibile identificare, mediante l'utilizzo di una variabile dummy, l'attività brevettuale industriale e quella accademica permettendo approfondimenti e confronti che mettessero in risalto differenze e punti in comune tra le due categorie.

La prima evidenza empirica che si riscontra nell'analisi è la numerosità dei brevetti universitari a confronto con i brevetti industriali. Ne consegue che, dal 2005 al 2017, le domande di brevettazione presentate dagli istituti di istruzione rappresentano circa l'1,5% del totale dei brevetti richiesti a livello europeo (Tabella 1).

Tabella 2: Distribuzione dei brevetti universitari e industriali

	Osservazioni	Frequenza Relativa
Brevetti industriali	1.814.762	98,53%
Brevetti universitari	26.601	1,47%
Totale	1.841.363	100,00%

Questo primo dato mostra chiaramente le diverse dinamiche che guidano le imprese a fare maggiore uso della protezione brevettuale rispetto alle università. Alla base la ricerca accademica si orienta maggiormente verso la creazione di conoscenza di base mentre le industrie sono più propense a sviluppare tecnologie brevettabili sospinte principalmente da motivazioni economiche e di applicazione diretta all'interno dell'azienda stessa.

5.1 Variabili del modello

Preso atto di questo risultato iniziale, lo studio si è focalizzato sull'effettuare un'analisi univariata che permettesse di osservare differenze tra i due gruppi e trarre conclusioni sull'andamento dei brevetti.

La Tabella 3 illustra le statistiche descrittive delle variabili chiave associate ai brevetti industriali e universitari, includendo il numero di osservazioni, la media, la mediana, la deviazione standard, il valore minimo e massimo per entrambe le categorie.

Tabella 3: Statistiche descrittive delle variabili per i brevetti universitari e industriali

	Osservazioni	Media	Mediana	Std. Dev.	Minimo	Massimo
APCT_NB						
Industriali	1.814.762	1,072	1	0,358	0	62
Universitari	26.601	1,660	1	0,971	1	22
INVT_NB						
Industriali	1.814.762	2,797	2	2,013	0	133
Universitari	26.601	3,660	3	2,084	0	34
GRNT_DM						
Industriali	1.814.762	0,530	1	0,499	0	1
Universitari	26.601	0,461	0	0,498	0	1
GRNT_LG						
Industriali	956.146	5,148	4,614	2,429	0,704	16,526
Universitari	12.161	5,099	4,595	2,149	0,855	15,120
SCTN_NB						
Industriali	1.813.778	1,319	1	0,544	1	7
Universitari	26.587	1,401	1	0,582	1	6
CLMS_NB						
Industriali	1.814.762	9,352	10	7,677	0	520
Universitari	26.601	9,294	11	8,107	0	172
CTRY_NB						
Industriali	1.814.762	5,229	4	3,893	1	51
Universitari	26.601	4,432	3	3,705	1	40
BKWD_CTTN_NB						
Industriali	1.814.762	0,776	0	1,510	0	215
Universitari	26.601	0,513	0	1,016	0	22
FRWD_CTTN_ALL_NB						
Industriali	1.814.762	0,355	0	1,254	0	244
Universitari	26.601	0,207	0	0,830	0	27
FRWD_CTTN_FIVE_NB						
Industriali	1.814.762	0,136	0	0,762	0	239
Universitari	26.601	0,088	0	0,494	0	26
FRWD_CTTN_THREE_NB						
Industriali	1.814.762	0,234	0	1,011	0	242
Universitari	26.601	0,156	0	0,698	0	27

*Note: Le statistiche descrittive sono state calcolate tramite l'utilizzo del software STATA.

5.1.1 Richiedenti

I brevetti universitari, con una media di 1,660 richiedenti per domanda, coinvolgono un numero maggiore di istituzioni rispetto ai brevetti industriali, che si attestano su una media di 1,072. Questo dato, come evidenziato dal lavoro di Crespi et al. (2011), riflette il modello collaborativo delle università, spesso frutto di sinergie tra diverse istituzioni accademiche e centri di ricerca. Tale studio sottolinea come i brevetti accademici non solo integrino le pubblicazioni scientifiche, ma possano anche favorire altre forme di trasferimento di conoscenze, quali contratti di ricerca, consulenze e joint supervision di dottorati. Tuttavia, vi è una soglia oltre la quale l'eccesso di brevettazione può generare un effetto di sostituzione, limitando gli altri canali di trasferimento di conoscenze. I risultati indicano una relazione a forma di U rovesciata, suggerendo che l'intensità della brevettazione è complementare a vari canali di scambio di conoscenze con le imprese fino a una certa soglia, oltre la quale si instaura un effetto di sostituzione. Sebbene i dati illustrino un numero mediamente superiore di richiedenti per i brevetti universitari, la variabilità, calcolata mediante la deviazione standard, mostra come tale dato sia maggiormente soggetto a fluttuazioni rispetto ai brevetti industriali.

5.1.2 Inventori

Questo approccio collaborativo si manifesta anche nel numero medio di inventori. I brevetti universitari, infatti, vedono in media 3,660 inventori coinvolti, rispetto ai 2,797 dei brevetti industriali. L'analisi statistica conferma queste osservazioni, con un test t che rigetta l'ipotesi nulla di assenza di differenze tra i due gruppi². Il valore della statistica t è elevato, e il p-value associato è praticamente zero, indicando che questa differenza è significativa dal punto di vista statistico.

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	1814762	2.797038	.0014943	2.012971	2.79411	2.799967
1	26,601	3.660163	.0127803	2.084438	3.635113	3.685213
combined	1841363	2.809507	.0014861	2.016652	2.806595	2.81242
diff		-.8631248	.0124387		-.8875042	-.8387453

diff = mean(0) - mean(1) t = -69.3903
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 1.8e+06

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 1.0000

Figura 2 - Test t di Student per confrontare le medie del numero di inventori tra brevetti universitari e non universitari

² Il gruppo identificato dal numero 0 rappresenta i brevetti industriali, il numero 1 i brevetti accademici. Questa specificazione rimane valida per tutti i successivi test d'ipotesi

La differenza media di circa 0,86 inventori per brevetto tra ambiti universitari e industriali indica un trend stabile verso gruppo di lavoro più ampi nei contesti accademici.

Il concetto che emerge con chiarezza è quello dell'invenzione come frutto di un lavoro collettivo. In entrambi i contesti, accademico e industriale, il numero medio di inventori per brevetto supera l'unità, attestando l'importanza della collaborazione nella produzione di conoscenza e innovazione. Tuttavia, la differenza tra i due ambiti è evidente e può essere ricondotta alle modalità organizzative e agli obiettivi specifici di ciascun settore. Nelle università, la natura della ricerca accademica è intrinsecamente collaborativa e spesso interdisciplinare. I progetti di ricerca che sfociano nella creazione di brevetti coinvolgono un numero elevato di persone, tra cui docenti, ricercatori, dottorandi e collaboratori esterni, riflettendo la complessità dei problemi affrontati e la necessità di competenze diversificate. Come evidenziato da Crescenzi et al. (2017), tale multidisciplinarietà porta alla costituzione di team di ricerca ampi e articolati, la cui impronta si riscontra nei brevetti accademici. D'altro canto, lo studio di Gambardella et al. (2005) sottolinea come i brevetti universitari, pur avendo spesso un elevato valore scientifico, tendano ad avere un valore economico inferiore rispetto a quelli aziendali. Le istituzioni accademiche, infatti, dispongono di risorse limitate e non sempre possiedono gli incentivi necessari per investire nello sviluppo e nella commercializzazione delle proprie invenzioni, risultando meno propense a richiedere un elevato compenso per la cessione dei diritti brevettuali. Ne consegue una maggiore disponibilità a concedere licenze a condizioni meno onerose, a differenza delle imprese che, disponendo di risorse e capacità per lo sviluppo e la commercializzazione, possono valorizzare economicamente in modo più consistente le proprie innovazioni. Anche nel settore industriale si fa ricorso alla collaborazione per promuovere l'innovazione, ma con una tendenza a formare team più piccoli e focalizzati. Le imprese operano spesso con obiettivi di innovazione mirati e specifici, dettati da esigenze di mercato e dalla necessità di ottimizzare il rapporto tra costi e benefici. Sebbene investano in ricerca e sviluppo, le imprese tendono a mantenere i gruppi di lavoro ristretti per una gestione più efficiente delle risorse. Tuttavia, come evidenziato da Guellec e van Pottelsberghe (2001), l'incentivo delle imprese a investire in R&S dipende significativamente dal sostegno pubblico. Gli autori raccomandano che questo sostegno venga integrato in un quadro strategico di lungo termine, per ridurre l'incertezza e favorire un ambiente più stabile per l'investimento industriale in R&S. Sugeriscono inoltre la necessità di coordinamento tra i vari dipartimenti amministrativi responsabili delle politiche di R&S e l'importanza di trovare un equilibrio adeguato nel livello di finanziamento, evitando sia un sostegno insufficiente che un eccesso di incentivi. Le statistiche descrittive indicano chiaramente che, nel corso del tempo, l'innovazione tende sempre più a essere il risultato di sforzi multidisciplinari, con team di maggiori dimensioni che emergono soprattutto in contesti tecnologicamente complessi o accademici.

5.1.3 Tasso di concessione

La complessità tecnologica emerge anche come uno dei principali fattori in grado di influenzare la probabilità di concessione dei brevetti universitari rispetto a quelli industriali. In linea con questa prospettiva, Harhoff et al. (2003) sottolineano come un calo del tasso di concessione possa essere attribuito a un processo di esame più rigoroso, necessario per gestire un numero crescente di domande brevettuali caratterizzate da tecnologie avanzate o contenuti tecnici particolarmente complessi. Questa maggiore severità nei criteri di valutazione trova conferma nell'analisi empirica, dove si evidenzia una percentuale di concessione superiore per i brevetti industriali (53%) rispetto a quelli universitari (46%). Un ulteriore elemento distintivo viene esaminato da Thursby et al. (2001) nel loro studio "Objectives, Characteristics and Outcomes of University Patenting", che esplora le peculiarità dei brevetti universitari rispetto a quelli industriali, con particolare attenzione ai tassi di concessione. I brevetti accademici, spesso derivanti da ricerche di natura esplorativa o fondamentali, tendono a incontrare maggiori difficoltà nel processo di concessione. Tali invenzioni, sebbene possano essere scientificamente rilevanti, presentano applicazioni meno immediate e sono meno orientate a soddisfare interessi commerciali immediati rispetto ai brevetti industriali, il che si traduce in tassi di concessione inferiori. Al contrario, i brevetti finanziati dall'industria presentano una probabilità di concessione più elevata, poiché nascono da progetti strettamente orientati al mercato e alle applicazioni pratiche, in linea con obiettivi di sviluppo commerciale e industriale. Le imprese, infatti, tendono a investire risorse in iniziative che possiedono un elevato potenziale di mercato, garantendo che i brevetti risultanti abbiano una maggiore probabilità di essere concessi e successivamente utilizzati. Inoltre, le aziende dispongono spesso delle risorse e delle competenze necessarie per velocizzare i processi di sviluppo e concessione, beneficiando di una struttura di supporto interno che facilita il percorso brevettuale. Questo contesto conferma come le differenze nei tassi di concessione riflettano non solo la tipologia delle invenzioni, ma anche le capacità organizzative e le finalità di sfruttamento economico tipiche delle istituzioni industriali rispetto a quelle accademiche.

Per valutare la significatività statistica di tale dato è stato effettuato un test sulla differenza tra le proporzioni sul tasso di concessione dei due gruppi. La differenza è pari a 0,0693, con un errore standard di 0,0031, e il test statistico z risulta essere 22,48, che è molto significativo, come evidenziato dal p -value pari a 0,000. Questo risultato ci permette di rigettare l'ipotesi nulla, che assume l'assenza di differenze tra i tassi di concessione dei due gruppi. L'intervallo di confidenza al 95% per la differenza tra le medie è compreso tra 0,0633 e 0,0753, confermando ulteriormente che la differenza osservata è robusta, statisticamente significativa e che la probabilità di ottenere la concessione dei brevetti industriali è maggiore rispetto a quella universitaria.

Two-sample test of proportions

0: Number of obs = 1.8e+06

1: Number of obs = 26601

Group	Mean	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
0	.5303015	.0003705			.5295754 .5310276
1	.4609977	.0030563			.4550075 .4669879
diff	.0693038	.0030787			.0632697 .0753379
	under Ho:	.0030827	22.48	0.000	

diff = prop(0) - prop(1)

z = 22.4814

Ho: diff = 0

Ha: diff < 0

Ha: diff != 0

Ha: diff > 0

Pr(Z < z) = 1.0000

Pr(|Z| > |z|) = 0.0000

Pr(Z > z) = 0.0000

Figura 3 - Test di proporzioni a due campioni sul tasso di concessione tra brevetti universitari e non universitari

Approfondendo ulteriormente la dinamica del tasso di concessione nel corso degli anni, emergono dettagli significativi riguardo alla sua variazione temporale. In primo luogo, durante l'intero periodo preso in esame, i brevetti universitari hanno costantemente mostrato un tasso di concessione inferiore rispetto a quelli industriali. Questa differenza si è ampliata a partire dal 2014, quando si osserva un secondo fenomeno di rilievo: una generale diminuzione dei tassi di concessione per entrambe le categorie.

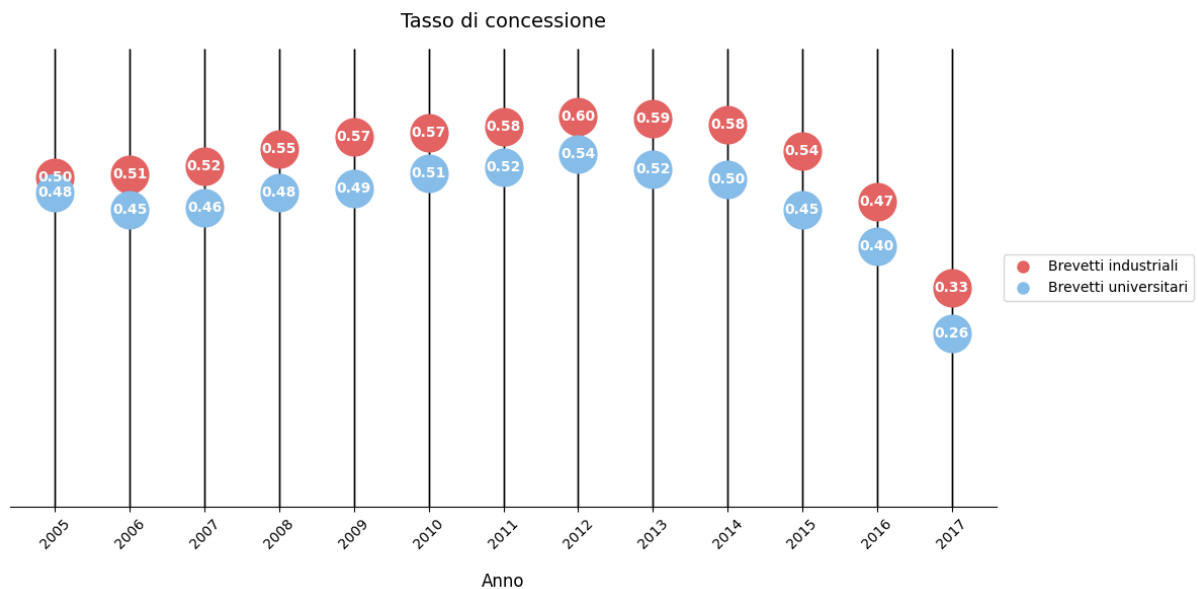


Figura 4 - Confronto annuale del tasso di concessione tra brevetti industriali e universitari

Due principali motivazioni possono spiegare tale andamento: una diminuzione del livello di innovatività dei brevetti nel tempo e un eventuale allungamento delle procedure di concessione. Tuttavia, l'analisi suggerisce che il fattore predominante sia la prima ipotesi. L'articolo intitolato "Papers and patents are becoming less disruptive over time", pubblicato nel 2023 sulla rivista *Nature*, introduce una metrica denominata CD index per misurare la disruption, ovvero la capacità di rompere con lo status quo, dei brevetti. Lo studio rivela che questo indicatore è in costante diminuzione, suggerendo che i brevetti stanno diventando progressivamente meno innovativi con il passare del tempo. Tale tendenza mette a rischio due requisiti fondamentali per la concessione di un brevetto: l'attività inventiva e la novità. Le implicazioni di questo fenomeno potrebbero essere significative per la crescita economica e il progresso tecnologico globale.

A conferma di questa evidenza, l'ex presidente dell'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO), Alison Brimelow, ha affermato: "*Non abbiamo bisogno di più brevetti, ma di brevetti migliori*" ("What we therefore need is not more patents, but more good patents").

Conseguentemente, si è assistito a un rafforzamento dei criteri di concessione da parte degli uffici brevetti. Vari studi riportano come, specialmente nei settori ad alta intensità tecnologica, vi sia stata una maggiore enfasi sulla qualità dei brevetti piuttosto che sulla loro quantità. Questo inasprimento dei criteri di valutazione ha portato a processi di esame più rigorosi, volti a garantire che solo le invenzioni con reale contributo innovativo vengano tutelate.

Questa evoluzione nei criteri di concessione potrebbe aver contribuito alla diminuzione osservata nei tassi di concessione post-2014 per entrambe le categorie di brevetti. La maggiore severità nell'esame delle domande implica che le invenzioni devono soddisfare standard più elevati di originalità e inventiva per essere brevettate. Questo cambiamento ha un impatto particolare sui brevetti universitari, che, come discusso in precedenza, spesso derivano da ricerche fondamentali con applicazioni commerciali meno immediate.

5.1.4 Tempo di concessione

Nonostante l'ipotesi di un possibile allungamento delle procedure di concessione a causa della crescente complessità tecnologica, l'analisi dei dati relativi al tempo medio di concessione mostra una tendenza opposta. Come precedentemente evidenziato, il tempo necessario per ottenere la concessione di un brevetto si è progressivamente ridotto negli ultimi anni, tanto per i brevetti universitari quanto per quelli industriali. Questo dato suggerisce che la diminuzione osservata nel tasso di concessione non possa essere attribuita a ritardi procedurali, bensì a una selezione più stringente durante la fase di valutazione delle domande.

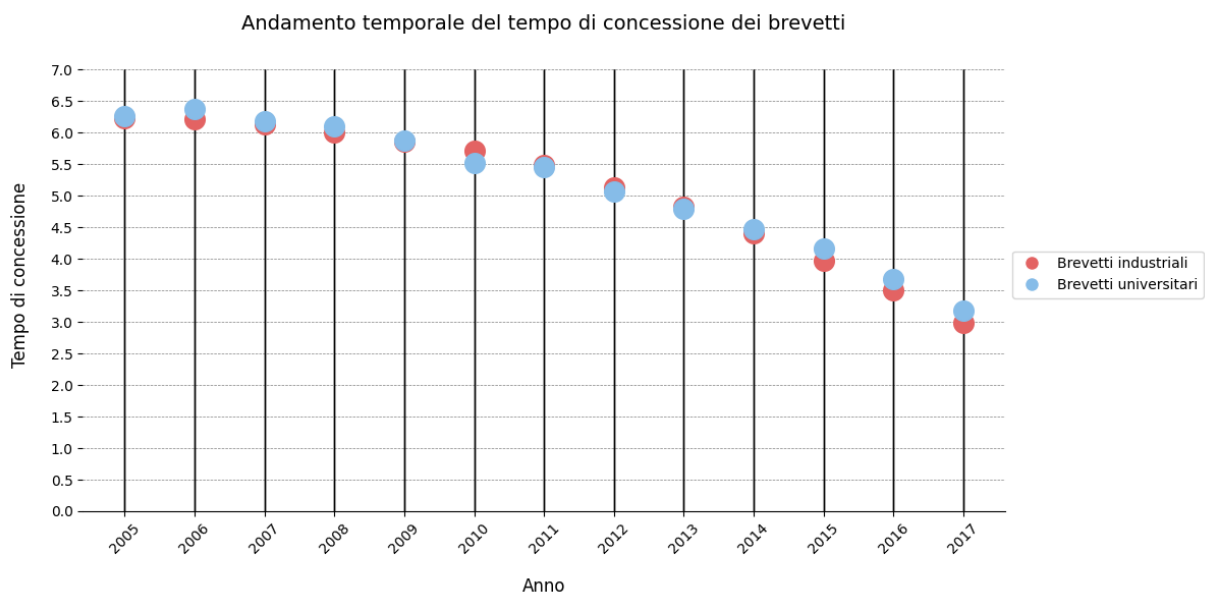


Figura 5 - Andamento temporale del tempo medio di concessione dei brevetti universitari e industriali

A sostegno di questa conclusione, è stata condotta un'analisi dettagliata che ha comparato il tempo medio di concessione tra i due gruppi. I brevetti universitari richiedono in media 5,099 anni per essere concessi, leggermente meno dei brevetti industriali, per i quali il tempo medio di concessione è di 5,148 anni con mediane pressoché identiche: 4,595 anni per i brevetti universitari e 4,614 per quelli industriali.

L'ipotesi che la maggiore sofisticazione delle tecnologie emerse negli anni potesse prolungare le procedure di concessione, e quindi impattare sul tasso di concessione, è stata ulteriormente testata attraverso un'analisi statistica. Il test t di Student, applicato per confrontare le medie dei tempi di concessione dei due gruppi, ha restituito un valore t di 2,2373 e un p-value di 0,0253, indicando che la differenza tra i tempi medi di concessione dei brevetti universitari e industriali è statisticamente significativa. Inoltre, l'intervallo di confidenza al 95% e la maggiore deviazione standard osservata nei brevetti accademici suggeriscono una maggiore dispersione nel tempo di

concessione per questi ultimi. Tale dispersione può riflettere la variabilità nelle procedure di valutazione dovuta alla natura meno immediatamente applicabile delle invenzioni universitarie.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	956,146	5.148223	.0024843	2.429178	5.143353	5.153092
1	12,161	5.098694	.0194918	2.149493	5.060487	5.136901
combined	968,307	5.1476	.0024653	2.425871	5.142769	5.152432
diff		.0495289	.0221374		.0061403	.0929174

diff = mean(0) - mean(1) t = 2.2373
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 968305

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9874 Pr(|T| > |t|) = 0.0253 Pr(T > t) = 0.0126

Figura 6 - Test t di Student per il confronto del tempo medio di concessione tra brevetti universitari e industriali

5.1.5 Sezioni tecnologiche

L'analisi della distribuzione dei brevetti per numero di settori IPC associati rivela una distinzione marcata tra le strategie di innovazione universitarie e industriali. La maggior parte dei brevetti, in entrambi i casi, è associata a un singolo settore IPC, con una concentrazione particolarmente elevata per i brevetti industriali, che si attestano intorno al 70% (oltre 1.302.000 brevetti). I brevetti universitari, pur mantenendo una percentuale significativa di mono-disciplinarietà (circa il 64%, pari a 17.147 brevetti), mostrano una maggiore tendenza all'interdisciplinarietà: circa il 30% dei brevetti accademici copre infatti due settori IPC, rispetto al 24% dei brevetti industriali, con una quota ridotta ma significativa di brevetti universitari che si estende su tre o più settori.

Questa differenza riflette la diversa natura delle innovazioni prodotte nei due ambiti. I brevetti industriali tendono a focalizzarsi su applicazioni specifiche e mirate, in linea con strategie di innovazione orientate alla commercializzazione rapida e alla risoluzione di problemi puntuali, permettendo una risposta efficace alle richieste del mercato (Geuna & Rossi, 2011). Al contrario, i brevetti universitari si distinguono per una maggiore multidisciplinarietà, spesso esplorando applicazioni che spaziano su vari ambiti tecnologici. Tale orientamento è coerente con l'obiettivo accademico di generare conoscenze che possano avere un impatto su più campi, piuttosto che soluzioni commerciali dirette.

La letteratura scientifica sostiene che l'estensione dei settori IPC associati a un brevetto possa fungere da indicatore di interdisciplinarità e complessità tecnologica (Leydesdorff et al., 2016). In ambito accademico, questa interdisciplinarità si manifesta tipicamente attraverso collaborazioni tra dipartimenti e istituti di ricerca eterogenei, che arricchiscono il processo di innovazione portando competenze complementari e sviluppando soluzioni a cavallo tra discipline. Di contro, l'orientamento più focalizzato delle imprese industriali, concentrato su un singolo settore, facilita l'ottimizzazione dei processi di sviluppo e consente alle aziende di rispondere prontamente alle esigenze di mercato con soluzioni tecnologiche ben definite.

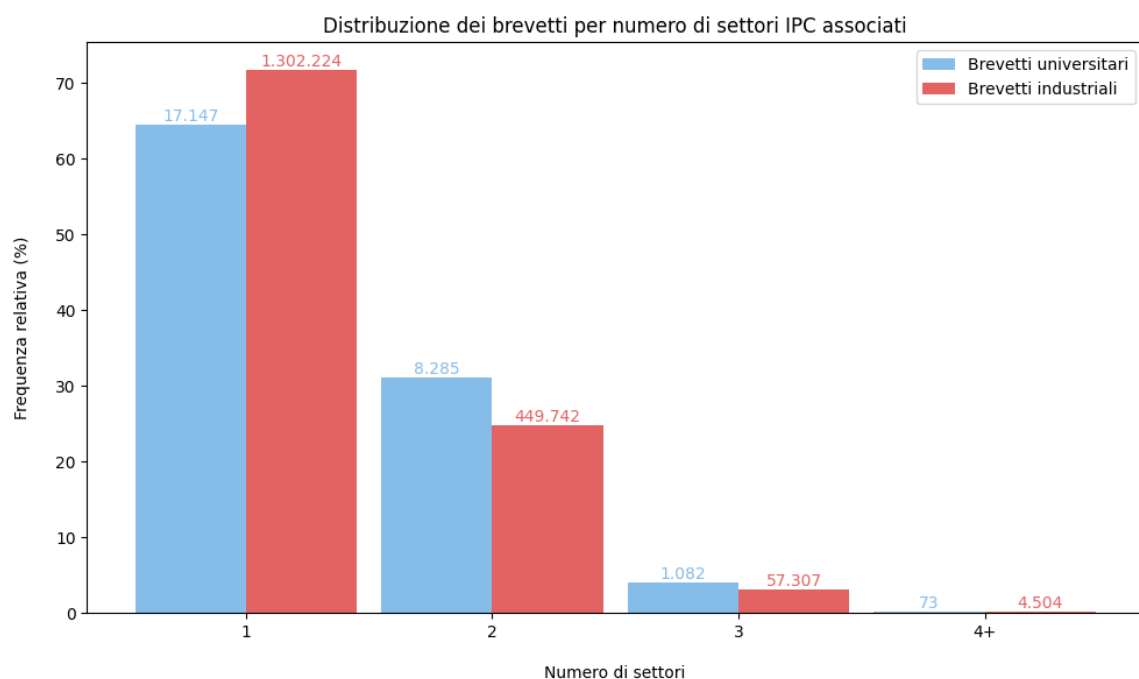


Figura 7 - Distribuzione dei brevetti per numero di settori IPC associati

Il secondo grafico sottostante evidenzia invece la distribuzione dei brevetti universitari in base ai codici IPC (International Patent Classification), rivelando le principali aree tecnologiche in cui si concentra l'innovazione accademica. In particolare, emerge che il codice IPC "C" (Chimica; Metallurgia) rappresenta la categoria predominante con quasi il 30% dei brevetti universitari, seguita dal codice "A" (Necessità Umane) al 25,14% e dal codice "G" (Fisica) al 20,68%. Queste tre categorie costituiscono la maggior parte delle invenzioni universitarie, delineando le priorità della ricerca accademica europea, che tende a orientarsi verso ambiti scientifici e tecnologici fondamentali.

Anche i codici "H" (Elettricità) e "B" (Tecniche Industriali Diverse e Trasporti) registrano una presenza significativa, rispettivamente con l'11,04% e il 9,32% dei brevetti, riflettendo un interesse accademico per l'innovazione nei settori energetico e industriale. Al contrario, i codici IPC con minore frequenza, come "F" (Ingegneria Meccanica, Illuminazione, Riscaldamento, Armi ed

Esplosivi) e “E” (Costruzioni Fisse), suggeriscono una minore concentrazione di ricerca universitaria in queste aree, probabilmente perché sono settori più orientati all’applicazione pratica e meno alla multidisciplinarietà, tipicamente sviluppati nel settore industriale.

Questa distribuzione supporta l'idea che le università siano particolarmente inclini a lavorare su progetti ad alta intensità di conoscenza, come la chimica e la fisica, che richiedono spesso un approccio multidisciplinare e favoriscono collaborazioni estese. Tali ambiti tendono a coinvolgere un numero maggiore di inventori per brevetto, in linea con l'orientamento accademico verso la generazione di conoscenza scientifica e tecnologica di base, che successivamente può trovare applicazioni industriali. In particolare, l'interesse verso tecnologie chimiche, fisiche e orientate alle necessità umane sottolinea una focalizzazione della ricerca universitaria su ambiti fondamentali e trasversali, che fungono da catalizzatori per innovazioni di largo respiro.

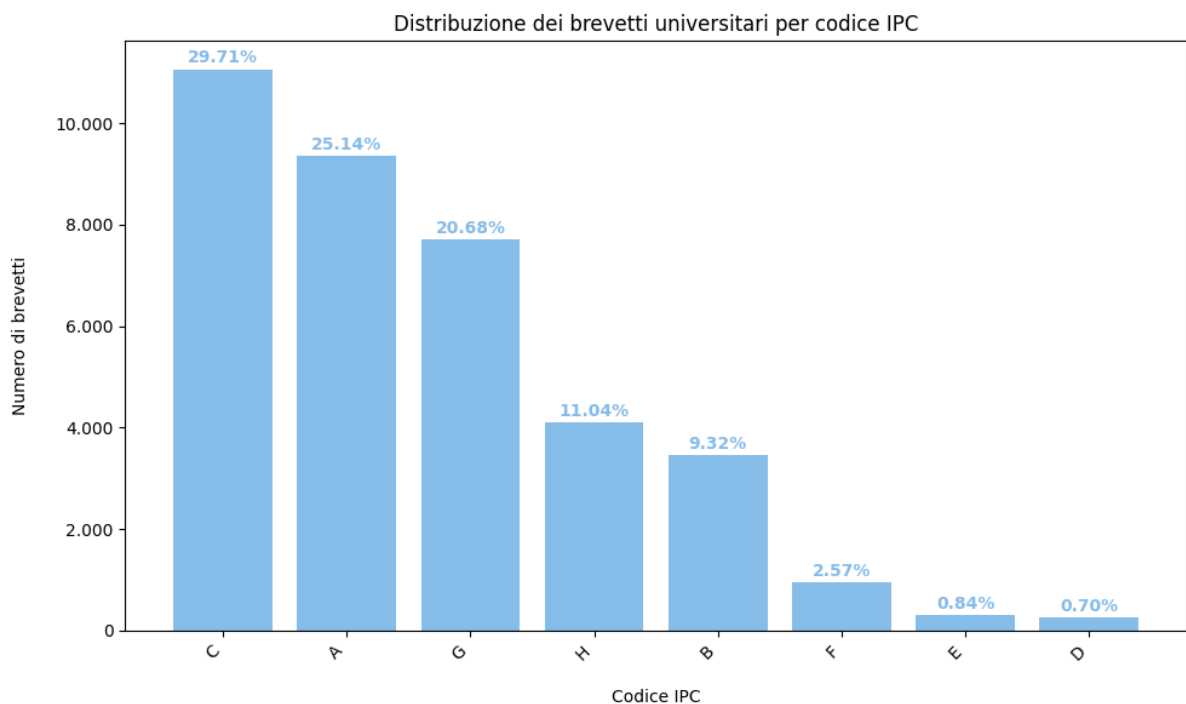


Figura 8 - Distribuzione dei brevetti universitari per codice IPC

5.1.6 Rivendicazioni

La produzione di brevetti industriali invece, avvenendo con scopi commerciali come sottolineato precedentemente, ha la necessità di una maggiore protezione che nell’ambito brevettuale avviene mediante le rivendicazioni.

Ogni rivendicazione rappresenta un elemento specifico o un aspetto dell’invenzione che viene tutelato legalmente, delineando così un perimetro di esclusione che impedisce a potenziali concorrenti di sfruttare aspetti simili senza violare la proprietà intellettuale.

Dalla variabile contenuta in tabella "CLMS_NB", è possibile osservare che i brevetti industriali presentano un numero medio di rivendicazioni pari a 9,352, mentre i brevetti universitari si attestano a un valore medio inferiore, pari a 9,294. Questa vicinanza tra i due valori medi suggerisce che, nonostante le differenze negli obiettivi e nelle strategie di valorizzazione tra contesti universitari e industriali, entrambi i gruppi tendono a mantenere una struttura di rivendicazioni che consente una protezione ampia e articolata dei rispettivi sviluppi tecnologici.

Lanjouw e Schankerman (2004) hanno evidenziato come il numero di rivendicazioni sia uno dei principali indicatori della qualità del brevetto e della sua importanza economica.

Osservando però la distribuzione delle rivendicazioni in relazione al numero, rappresentata nel grafico soprastante, emerge una chiara differenza tra brevetti universitari e industriali. Nei brevetti con poche rivendicazioni (da 0 a 8), si osserva una prevalenza di brevetti universitari, mentre nei casi in cui il numero di rivendicazioni è superiore, le frequenze relative dei brevetti industriali sono maggiori. Diversi studi empirici (ad esempio, Guellec e van Pottelsberghe, 2001) hanno mostrato che un alto numero di rivendicazioni può essere interpretato come un indicatore della complessità e del valore tecnologico di un brevetto, poiché ciascuna rivendicazione rappresenta un aspetto particolare dell'invenzione e, di conseguenza, ne riflette la multidimensionalità.

Infine, la scelta di includere un numero elevato di rivendicazioni può rappresentare una strategia di posizionamento per entrambe le categorie di titolari, in quanto amplia la protezione legale e garantisce un maggior controllo su una gamma più estesa di applicazioni. Tuttavia, come osservato da Lanjouw e Schankerman, l'incremento del numero di rivendicazioni potrebbe anche riflettere una strategia difensiva mirata a rafforzare l'apparente robustezza del brevetto, senza

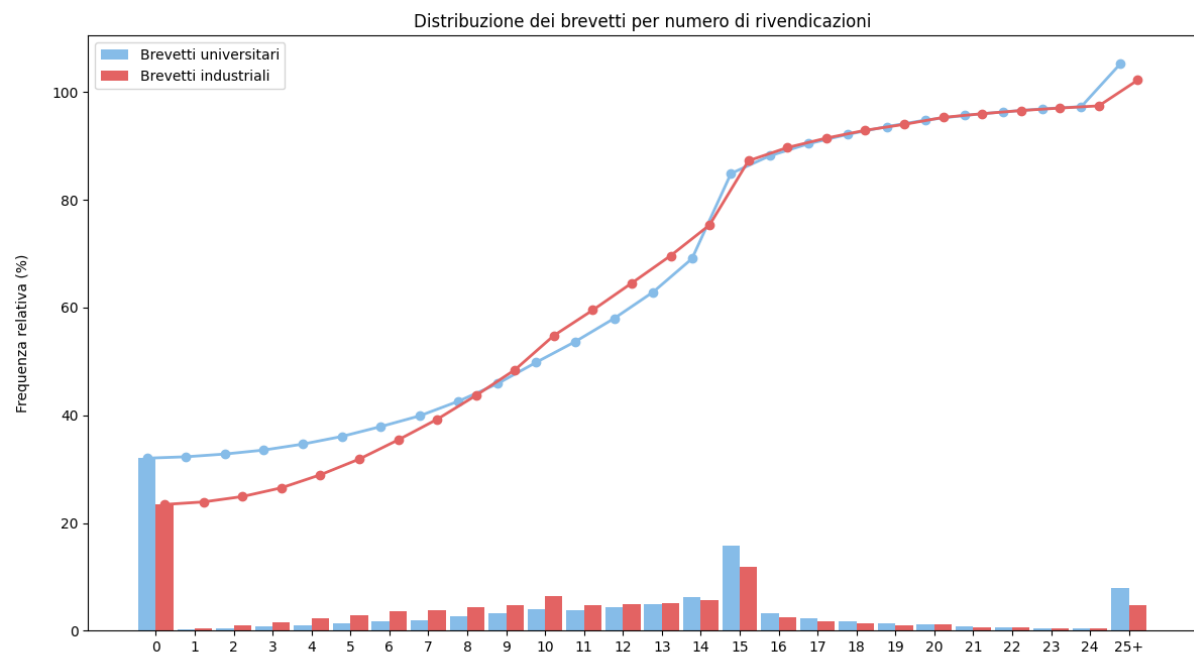


Figura 9 - Distribuzione relativa e cumulata dei brevetti per numero di rivendicazioni

necessariamente corrispondere a un incremento effettivo del valore o della portata tecnologica dell'invenzione.

5.1.7 Famiglie di brevetti

La statistica sui dati relativi alla dimensione della famiglia brevettuale (CTRY_NB) offre informazioni preziose per comprendere la strategia di protezione dal punto di vista geografico, adottata rispettivamente dai brevetti industriali e universitari. Questo dato indica il numero di giurisdizioni in cui ciascun brevetto è stato esteso, rappresentando un'importante misura dell'impatto economico e della rilevanza commerciale percepita dei brevetti stessi.

Come evidenziato dalla letteratura, in particolare dai lavori di Harhoff et al. (2003) e Lanjouw et al. (1998), la dimensione della famiglia brevettuale è spesso considerata un indicatore del valore del brevetto. Gli studi dimostrano che brevetti con famiglie di grandi dimensioni tendono ad avere un valore economico più alto, poiché la protezione estesa in più paesi denota un'aspettativa di ricavi significativi o di un forte impatto competitivo. Inoltre, i costi elevati associati alla registrazione e al mantenimento dei brevetti in più giurisdizioni portano i titolari di brevetti a riservare tali investimenti solo per le invenzioni ritenute particolarmente rilevanti.

Nel confronto tra i dati dei brevetti industriali e universitari, si osserva che i brevetti industriali hanno una dimensione media della famiglia di circa 5,229 paesi, mentre per i brevetti universitari la media è inferiore, attestandosi su 4,432. Questo divario indica che le aziende tendono a espandere la protezione geografica dei propri brevetti in misura maggiore rispetto alle università. In particolare, i brevetti industriali mostrano un'estensione massima di protezione fino a 51 paesi, mentre i brevetti universitari raggiungono un massimo di 40 paesi. Questa differenza evidenzia una strategia industriale più aggressiva nell'estensione della protezione brevettuale, orientata a massimizzare il ritorno sugli investimenti in settori strategici e con potenziale commerciale.

Questa strategia di estensione geografica più limitata nei brevetti universitari può essere interpretata alla luce della natura stessa delle invenzioni accademiche, che spesso sono meno orientate a generare profitti immediati e più focalizzate su innovazioni di frontiera o ricerche di base. Le università, inoltre, potrebbero non avere le stesse risorse finanziarie delle aziende per sostenere i costi elevati di una protezione internazionale estesa. Questo aspetto riflette le diverse finalità dei due tipi di brevetti: quelli industriali sono orientati verso un mercato più ampio e una protezione competitiva nei mercati chiave, mentre i brevetti universitari si concentrano più sull'avanzamento scientifico e tecnologico, limitandosi a proteggere l'invenzione in pochi paesi.

5.1.8 Citazioni

L'analisi delle citazioni si concentra sullo studio delle citazioni forward ricevute da un brevetto nel corso di tutti gli anni, entro cinque anni ed entro tre anni dalla sua pubblicazione. Parallelamente, allo stesso modo viene esaminata la distribuzione delle citazioni backward.

I brevetti industriali presentano mediamente un numero più alto di citazioni forward rispetto a quelli universitari. Tale differenza potrebbe suggerire che i brevetti industriali siano più rilevanti per lo sviluppo di tecnologie successive, in realtà può essere attribuita alla natura delle invenzioni: i brevetti industriali sono spesso più vicini al mercato e hanno una maggiore probabilità di essere utilizzati da altre aziende per sviluppare ulteriori prodotti e soluzioni commerciali. Al contrario, i brevetti universitari, sebbene contribuiscano a una base di conoscenza fondamentale, potrebbero non essere immediatamente applicabili sul mercato, portando a un numero inferiore di citazioni. L'attività di brevettazione industriale presenta, inoltre, una maggiore variabilità, in quanto alcuni brevetti sono sviluppati per soddisfare esigenze ben precise e finiscono per avere un forte impatto, mentre altri sono creati solo per proteggere il know-how aziendale, senza necessariamente essere utilizzati per ulteriori sviluppi. Per quanto riguarda la brevettazione universitaria, la minore variabilità delle citazioni suggerisce una distribuzione più uniforme e un impatto più stabile nel tempo.

Per quanto riguarda i valori estremi, la mediana pari a 0 per entrambi i gruppi suggerisce che molti brevetti non ricevono forward citations, indicando una limitata influenza per una buona parte delle invenzioni brevettate. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che molte delle innovazioni si rivolgono a contesti di utilizzo ristretto, non necessariamente in grado di stimolare ulteriori sviluppi tecnologici di ampio respiro. Nella più sfavorevole delle ipotesi, si potrebbe pensare che questo risultato sia dovuto ad un generale declino della qualità media dei brevetti, con molti brevetti che ricevono zero citazioni a causa della diminuzione dei rendimenti marginali che si verificano quando la ricerca accademica o industriale si rivolge sempre più a obiettivi applicativi, più adatti alla brevettazione che non alla produzione di conoscenza non applicata.

Il risultato del t-test, condotto per verificare se esista una differenza statisticamente significativa tra le medie delle citazioni forward dei due gruppi, rafforza la tendenza già emersa riguardo ai brevetti industriali e universitari. Il valore della statistica t-student è pari a 19,1206, con un p-value associato di 0,0000, questo ci consente di rifiutare l'ipotesi nulla, che assume l'assenza di differenze tra le citazioni forward dei due gruppi, con un elevato livello di confidenza.

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	1814762	.3548372	.0009311	1.25427	.3530123	.356662
1	26,601	.207323	.0050894	.8300651	.1973476	.2172984
combined	1841363	.3527061	.0009206	1.249291	.3509017	.3545106
diff		.1475141	.0077149		.1323931	.1626351

diff = mean(0) - mean(1) t = 19.1206
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 1.8e+06

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

Figura 10 - Test di Student sulla differenza media delle citazioni forward tra brevetti universitari e industriali

Il grafico mostra la distribuzione percentuale del numero di citazioni ricevute dai brevetti universitari e industriali, rappresentata in termini di frequenza relativa. La distribuzione evidenzia che la maggior parte dei brevetti, sia industriali che universitari, non riceve citazioni, dato che potrebbe preoccupare ma anche far riflettere che, vista la sussistenza di un bias temporale, molti di essi sono ancora in una fase iniziale del loro ciclo di vita, o semplicemente che non hanno ancora generato interesse tale da stimolare ulteriori sviluppi suggerendo la necessità di considerare le diverse fasi di maturazione tecnologica dei brevetti.

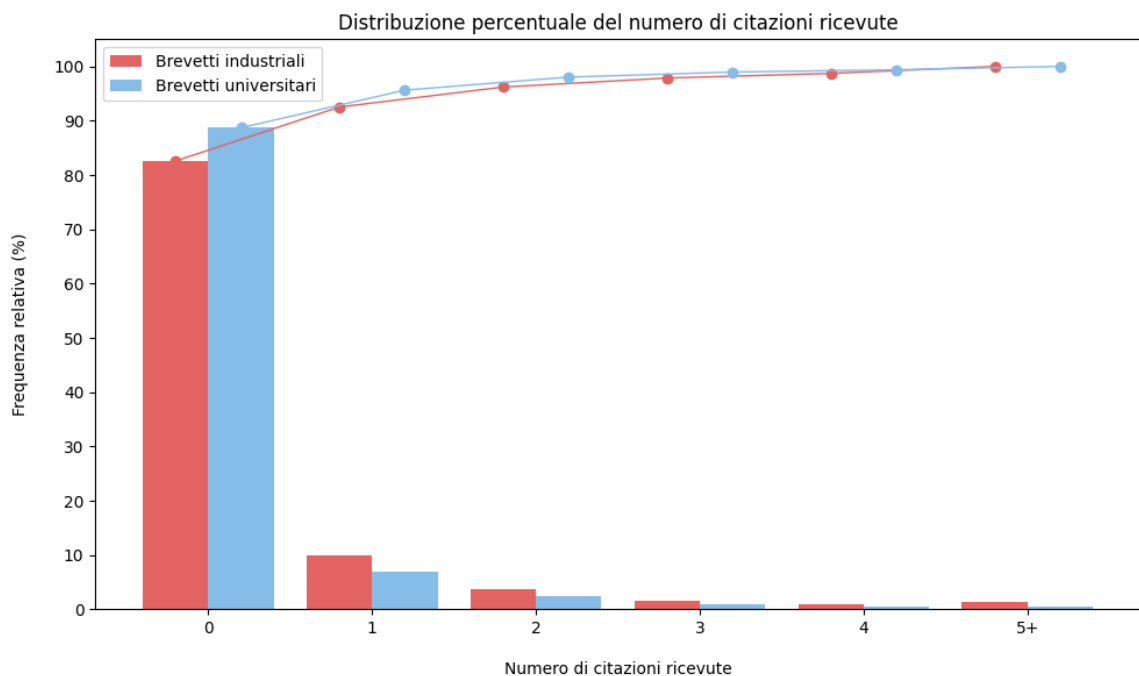


Figura 11 - Distribuzione percentuale del numero di citazioni forward ricevute dai brevetti universitari e industriali

In aggiunta all'analisi delle citazioni totali, è utile approfondire anche le citazioni a 3 anni e a 5 anni. Questa distinzione è significativa perché permette di mitigare il problema del troncamento delle citazioni, che spesso limita l'interpretazione delle dinamiche brevettuali nel breve termine. Le citazioni forward ricevute entro 3 e 5 anni rappresentano il progresso dell'impatto di un brevetto durante i primi anni della sua esistenza. In questo caso, le citazioni a 5 rappresentano l'incremento rispetto alle citazioni dopo i primi 3 anni, fornendo un'indicazione sull'evoluzione dell'interesse suscitato dai brevetti nel medio periodo.

Dai dati riportati in tabella, emerge come i brevetti industriali abbiano una media di citazioni a 3 anni (0,234) e a 5 anni (0,136) superiore rispetto ai brevetti universitari, che presentano valori pari a 0,156 e 0,088 rispettivamente.

Tuttavia, l'incremento osservato nei due anni successivi ai primi risulta inferiore rispetto a quanto ci si potrebbe aspettare, suggerendo che l'evoluzione temporale non ha portato a un'accelerazione della diffusione della conoscenza brevettata così pronunciata come previsto.

Tale analisi risulta cruciale per comprendere come la rilevanza tecnologica di un brevetto evolve nel tempo e come i due tipi di brevetti (industriali e universitari) presentino traiettorie di diffusione e di impatto tecnologico differenti.

Come ultima variabile sono state analizzate le citazioni a ritroso. Stante il numero di osservazioni, la media delle citazioni a ritroso per i brevetti industriali è maggiore rispetto a quella dei brevetti universitari, con valori rispettivamente di 0,776 e 0,513. Questo fa intuire che la ricerca industriale tende a basarsi su una base più ampia di letteratura brevettuale e documentazione preesistente rispetto a quella accademica. Seguendo la logica tradizionale, un numero elevato di citazioni backward nel rapporto d'esame potrebbe indicare una portata limitata del brevetto, data la presenza di molte tecnologie precedenti pertinenti. I brevetti universitari, invece, confermano le aspettative: nell'attività di ricerca accademica, spesso derivante da studi approfonditi e dall'approccio interdisciplinare di diversi ricercatori, è preponderante l'elemento di novità. Un aspetto interessante emerge dal valore di mediana delle citazioni backward, che risulta pari a 0 per entrambi i gruppi di brevetti, suggerendo che la maggior parte dei brevetti in realtà non cita riferimenti precedenti. Per i brevetti universitari, questo potrebbe essere interpretato come indicativo di una ricerca orientata alla frontiera del sapere, che spesso si basa su conoscenze ancora non brevettate, come articoli scientifici e contributi di ricerca pubblici, piuttosto che su tecnologie già formalmente protette.

La deviazione standard delle citazioni backward presenta un quadro simile a quello già discusso per le citazioni forward, con una variabilità maggiore per i brevetti industriali, pari a 1,510 rispetto a 1,016 per i brevetti universitari. La motivazione potrebbe essere legata alle diverse strategie di innovazione adottate dalle imprese: alcune scelgono di basarsi su tecnologie esistenti per

massimizzare l'efficienza dei loro brevetti, mentre altre preferiscono intraprendere percorsi più orientati all'innovazione radicale. Alcune potrebbero scegliere di costruire sulle tecnologie esistenti per massimizzare l'efficienza dei loro brevetti, mentre altre potrebbero adottare un approccio più orientato all'innovazione radicale. Al contrario, la minore variabilità osservata nei brevetti universitari, conferma la tendenza già descritta.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
0	1814762	.7760582	.0011209	1.509961	.7738614	.7782551
1	26,601	.5130258	.0062305	1.01618	.5008138	.5252379
combined	1841363	.7722584	.0011086	1.504309	.7700856	.7744312
diff		.2630324	.0092887		.2448269	.2812379

diff = mean(0) - mean(1) t = 28.3176
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 1.8e+06

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

Figura 12 - Test t di Student sulla differenza media nel numero di citazioni backward tra brevetti industriali e universitari

Il t-test condotto per confrontare la differenza tra le medie delle citazioni backward dei brevetti industriali e universitari rivela risultati significativi. La differenza stimata tra le medie dei due gruppi è pari a 0,2630, con un errore standard di 0,0093, e la statistica t calcolata risulta essere 28,3176. Questo valore estremamente elevato, combinato con un p-value pari a zero, consente di rigettare l'ipotesi nulla che assume l'assenza di differenze tra i due gruppi con un alto livello di confidenza. Ciò che ne risulta è la diversa inclinazione a brevettare tra i due ambiti in analisi: l'innovazione industriale è spesso orientata verso il miglioramento incrementale di tecnologie già consolidate; le università invece presentano un approccio pionieristico, cercando di creare un punto di inizio o di svolta nello stato dell'arte già esistente.

Il grafico illustra la distribuzione percentuale delle citazioni a ritroso per i brevetti industriali e universitari, offrendo evidenza della diversa natura delle basi tecnologiche delle due categorie di brevetti. La maggior concentrazione di brevetti universitari con zero citazioni backward mostra l'intento effettivo delle università di sviluppare soluzioni relativamente indipendenti dalla conoscenza già consolidata.

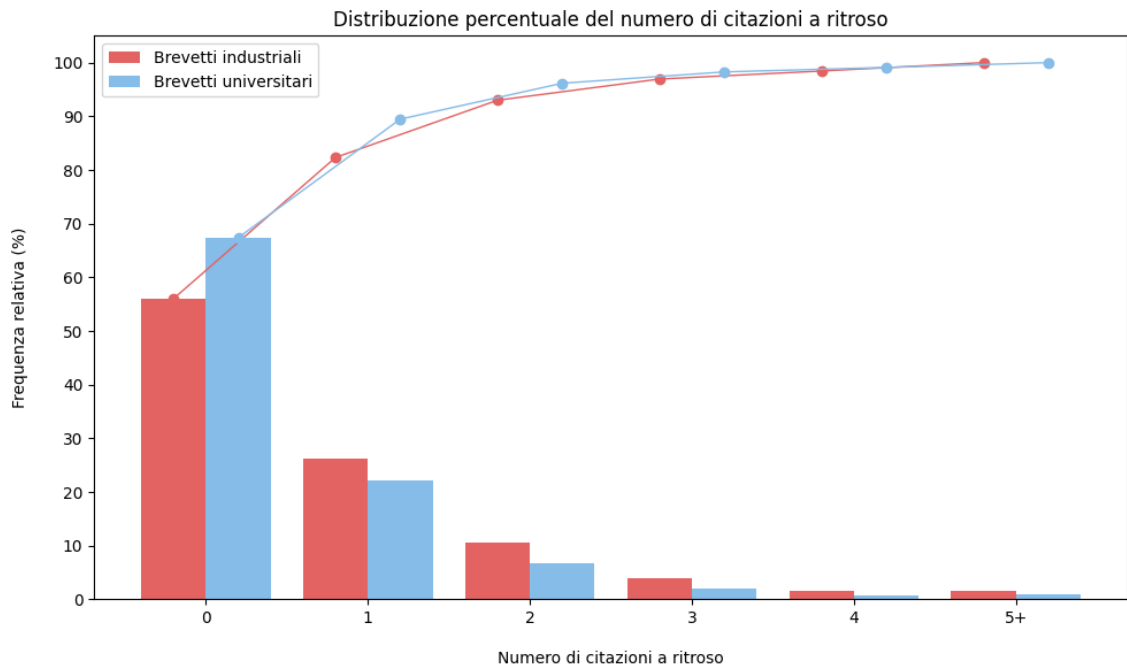


Figura 13 - Distribuzione percentuale del numero di citazioni backward per brevetti industriali e universitari

Questo risultato empirico è supportato anche dallo studio di Trajtenberg et al. (1997), che rileva come i brevetti universitari spesso presentino un numero inferiore di citazioni backward e citino brevetti meno frequentemente citati da altri.

Questo approccio più conservativo potrebbe sembrare limitato, ma come risulta dallo studio di von Wartburg, Teichert e Rost (2005), un numero elevato di citazioni backward è correlato a un maggiore valore aggiunto tecnologico, suggerendo che i brevetti industriali riescono comunque ad ottenere un valore rilevante.

Questo tipo di analisi consente di avere visione della variabilità nei comportamenti di citazione che seguono due modalità, in realtà complementari, di innovare: l'università che introduce nuove possibilità e l'industria che ne garantisce la realizzabilità e la diffusione applicativa.

5.2 Analisi temporale

Dopo aver delineato le principali differenze strutturali tra i brevetti universitari e quelli industriali attraverso l'analisi delle statistiche descrittive, emerge con chiarezza l'importanza delle sinergie e delle collaborazioni tra il mondo accademico e quello industriale. Negli ultimi decenni, le università hanno intensificato la loro produzione brevettuale, non solo grazie al potenziamento delle proprie capacità di ricerca, ma anche per via di un progressivo avvicinamento all'industria, sostenuto da politiche pubbliche mirate. Tale interazione tra i due ambiti non solo permette alle università di vedere valorizzati i propri risultati di ricerca attraverso la proprietà intellettuale, ma favorisce anche un processo di innovazione aperta, in cui i confini tra ricerca accademica e applicazioni industriali diventano sempre più permeabili.

In questo contesto, l'università ha assunto un ruolo "imprenditoriale" complementare alle sue tradizionali funzioni di insegnamento e ricerca, grazie a un nuovo orientamento verso la cosiddetta "terza missione", come discusso nel paragrafo 2.3. Tale missione si concretizza nel trasferimento tecnologico e nella diffusione della conoscenza al di fuori del contesto accademico, generando un impatto positivo non solo sull'industria ma sull'intera società. Questo fenomeno ha contribuito alla nascita di un'ampia letteratura sul rapporto tra università e industria, evidenziando come le aziende, sempre più orientate verso meccanismi di Open Innovation, si rivolgano alle istituzioni accademiche per affrontare la crescente complessità e i costi elevati della ricerca interna.

Introdotta e teorizzata da Henry Chesbrough nel 2003, il modello di Open Innovation riconosce che le imprese non possono più basarsi esclusivamente su risorse e competenze interne per generare innovazione, ma devono invece aprirsi a fonti esterne, tra cui università e centri di ricerca, per mantenere la propria competitività. Questo approccio si basa sull'idea che il flusso di conoscenza debba essere bidirezionale: le imprese accedono ai risultati della ricerca accademica per rispondere più rapidamente alle sfide del mercato, mentre le università vedono amplificato l'impatto pratico della propria ricerca grazie all'applicazione industriale. In altre parole, l'OI rappresenta una strategia win-win che consente alle università di perseguire la loro "terza missione" e alle imprese di ridurre i rischi e i costi associati all'innovazione.

Il concetto di Open Innovation risponde a un'esigenza concreta di molte imprese, che si trovano a fronteggiare la crescente complessità tecnologica e gli elevati costi della R&S interna. Nel modello tradizionale di innovazione chiusa, le imprese tendevano a sviluppare internamente ogni fase del processo di innovazione, dal concepimento fino alla commercializzazione. Tuttavia, con l'accelerazione del progresso tecnologico e l'aumento delle conoscenze specializzate, diventa sempre più difficile per le imprese rimanere aggiornate e competitive senza un apporto esterno. Le università, che rappresentano una delle principali fonti di conoscenza scientifica avanzata,

giocano dunque un ruolo chiave nell'ecosistema dell'innovazione aperta, favorendo non solo la produzione di nuove conoscenze, ma anche il loro trasferimento verso l'industria.

Inoltre, il ruolo dei Technology Transfer Offices (TTO) all'interno delle università ha permesso di istituzionalizzare e facilitare questi rapporti di collaborazione. I TTO agiscono come intermediari tra accademia e industria, fornendo supporto legale e amministrativo per la gestione della proprietà intellettuale e il trasferimento tecnologico. Questi uffici non solo aiutano le università a ottenere una remunerazione economica per i risultati della ricerca, ma garantiscono anche alle imprese un accesso semplificato a nuove tecnologie e know-how avanzato. In tal modo, i TTO rappresentano un ponte essenziale tra due mondi che, pur avendo obiettivi distinti, possono trarre reciproci benefici dalla collaborazione.

L'analisi dell'andamento temporale dei brevetti universitari e industriali rivela un quadro di evoluzione e crescita costante, ma con dinamiche e velocità differenti tra i due settori. Dal 2005, il numero di brevetti universitari (Tabella 4) è cresciuto notevolmente, passando da circa 1.203 domande a oltre 2.500 nel 2017. Questo incremento, come mostrato nelle tabelle di frequenza e nel grafico di distribuzione annuale, rappresenta un aumento del 100% in poco più di un decennio e l'andamento rispecchia l'accresciuta importanza della conoscenza accademica nella generazione di innovazione.

Tabella 4: Distribuzione dei brevetti universitari per anno di domanda

Anno	Frequenza	Frequenza relativa [%]	Frequenza relativa cum. [%]
2005	1.203	4,52	4,52
2006	1.485	5,58	10,10
2007	1.652	6,21	16,32
2008	1.835	6,90	23,21
2009	2.022	7,60	30,81
2010	2.006	7,54	38,36
2011	2.020	7,59	45,95
2012	2.202	8,28	54,23
2013	2.241	8,42	62,65
2014	2.249	8,45	71,11
2015	2.581	9,70	80,81
2016	2.523	9,48	90,29
2017	2.582	9,71	100,00
Totale	26.601	100,00	

Il settore industriale, d'altro canto, pur mantenendo un volume di brevetti molto più alto, mostra un trend di crescita meno marcato (Tabella 5). I dati indicano che nel 2005 vi erano 133.012 domande di brevetto industriali, salite a 151.102 nel 2017. A differenza dei brevetti universitari, il numero di domande industriali ha attraversato un periodo di flessione durante la crisi economica globale del 2008-2010. Il fenomeno è stato approfondito da Archibugi et al. (2013) nel loro studio sulla crisi economica globale del 2008-2010, dove si osserva una marcata riduzione della propensione delle imprese a investire in innovazione a lungo termine.

Tabella 5: Distribuzione dei brevetti industriali per anno di domanda

Anno	Frequenza	Frequenza relativa [%]	Frequenza relativa cum. [%]
2005	133.012	7,33	7,33
2006	137.418	7,57	14,90
2007	136.526	7,52	22,42
2008	134.402	7,41	29,83
2009	127.760	7,04	36,87
2010	132.728	7,31	44,18
2011	137.573	7,58	51,77
2012	140.826	7,76	59,53
2013	143.857	7,93	67,45
2014	147.026	8,10	75,55
2015	145.157	8,00	83,55
2016	147.375	8,12	91,67
2017	151.102	8,33	100,00
Totale	1.814.762	100,00	

Secondo Archibugi e colleghi, durante le fasi di recessione economica, la percentuale di imprese disposte ad aumentare gli investimenti in R&S a lungo termine cala drasticamente, passando dal 38% al 9%. Le imprese, di fronte all'incertezza economica e alle pressioni finanziarie, tendono a orientarsi verso progetti a breve termine e a minore rischio, abbandonando iniziative di innovazione potenzialmente disruptive ma più onerose. In questo contesto, le collaborazioni con il mondo accademico rappresentano un'opportunità strategica: le università continuano a produrre ricerca di frontiera, offrendo alle imprese l'opportunità di accedere a innovazioni senza dover sostenere completamente i costi della ricerca interna.

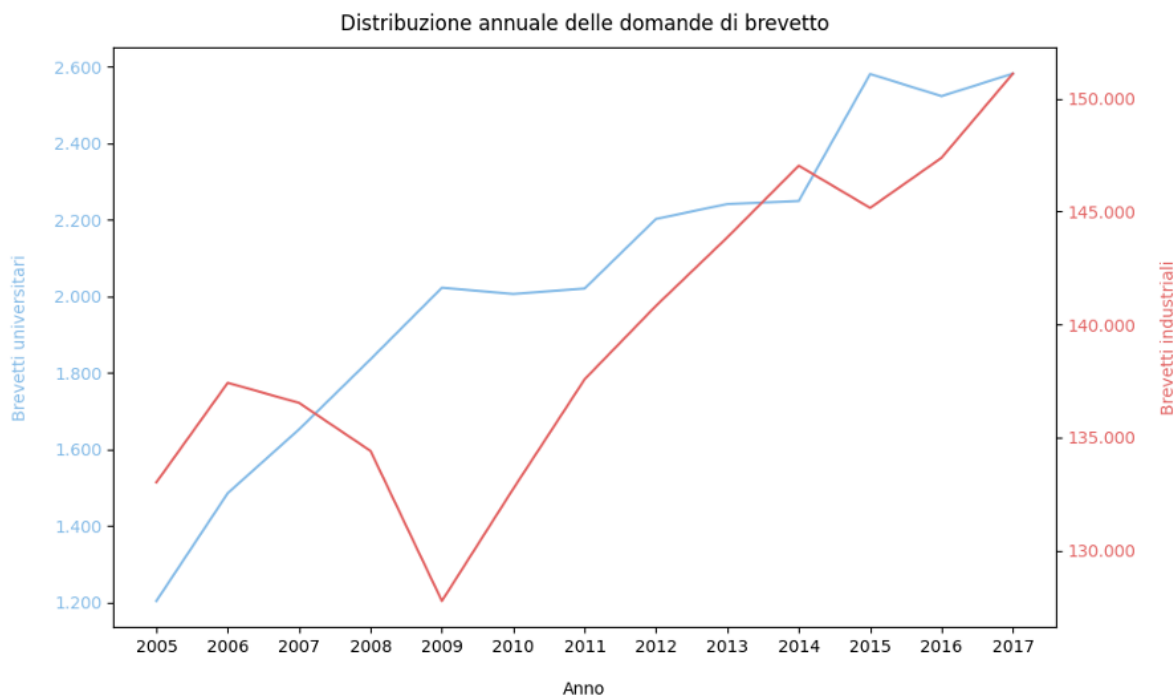


Figura 14 - Distribuzione annuale delle domande di brevetto universitari e industriali

5.3 Analisi geografica

In questo paragrafo si esamina la distribuzione geografica dei brevetti universitari in Europa, focalizzandosi su tre dimensioni cruciali di localizzazione: quella dei richiedenti, delle università e degli inventori. L'analisi per livello NUTS2 permette di evidenziare come le dinamiche di innovazione universitaria siano distribuite sul territorio, fornendo una visione dettagliata delle aree geografiche che fungono da poli di ricerca e sviluppo. Studiare la localizzazione dei richiedenti e delle università consente di comprendere il contesto istituzionale e accademico in cui i brevetti vengono generati, mentre l'analisi della localizzazione degli inventori offre uno spaccato della mobilità e delle collaborazioni tra i ricercatori, elementi essenziali per l'accumulazione e la diffusione della conoscenza. Questa triplice prospettiva permette di valutare il ruolo delle università come centri di innovazione e la loro capacità di attrarre e sviluppare talenti in settori tecnologicamente avanzati, fornendo spunti utili per una riflessione sulle politiche di supporto all'innovazione nelle diverse regioni europee.

5.3.1 Localizzazione dei richiedenti

Le evidenze emerse rivelano una significativa eterogeneità nella produzione di brevetti universitari, con alcune regioni che si distinguono nettamente per intensità di innovazione, visualizzate con tonalità più accese di rosso nella mappa, indicanti una produzione particolarmente elevata di brevetti accademici.

Francia, Svizzera e Germania emergono come aree di eccellenza, ospitando alcune delle università e dei centri di ricerca più prestigiosi d'Europa, storicamente orientati alla collaborazione con l'industria e con una consolidata cultura della ricerca applicata. In particolare, i poli universitari di queste nazioni sono fortemente coinvolti in progetti di ricerca che portano alla brevettazione, sottolineando l'importanza di un ecosistema di innovazione integrato tra accademia e industria.

Al contrario, altre aree geografiche, come i paesi dell'Europa orientale (es. Bulgaria e Lettonia) e alcune regioni del Sud Europa (es. Grecia e determinate regioni di Italia e Spagna), mostrano una minore densità di brevetti universitari. Questo fenomeno è attribuibile a diversi fattori, tra cui una minore densità di università di ricerca orientate alla brevettazione, investimenti limitati in ricerca e sviluppo (R&S) e una partecipazione ridotta a iniziative di Open Innovation. La presenza di questi fattori riduce la capacità di tali aree di generare e proteggere nuove conoscenze, limitando il loro impatto sull'ecosistema europeo dell'innovazione.

Analizzando la concentrazione geografica, emerge che, su un totale di 244 regioni NUTS2, ben 212 (pari a circa l'87%) presentano almeno un brevetto universitario, a dimostrazione della diffusione capillare della ricerca accademica brevettuale in Europa. Tuttavia, solo un numero ristretto di

regioni concentra una parte significativa della produzione: infatti, la Francia, la Svizzera e la Germania rappresentano complessivamente il 50% di tutti i brevetti universitari applicati in Europa.

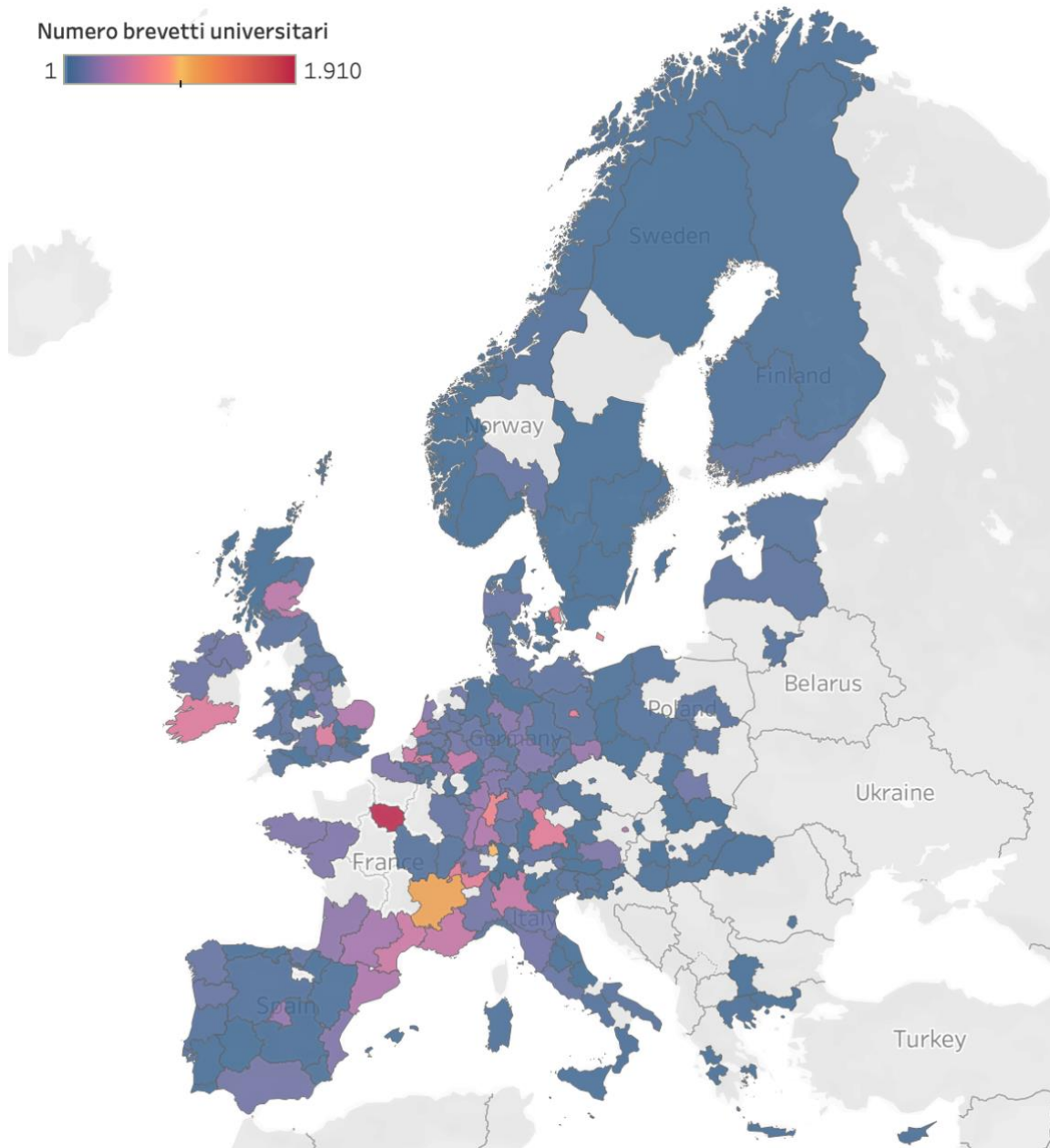


Figura 15 - Distribuzione geografica dei richiedenti universitari a livello Nuts2 in Europa

La tabella delle regioni NUTS2 evidenzia le aree europee con il maggior numero di brevetti universitari, rivelando una chiara concentrazione in alcune regioni ad alta intensità di ricerca e sviluppo. Île-de-France (Francia) emerge come leader con 1.910 brevetti, seguita da Rhône-Alpes (Francia) e Zurigo (Svizzera), rispettivamente con 1.069 e 949 brevetti. Questi dati riflettono l'importanza delle università e dei centri di ricerca presenti in queste regioni, che hanno una lunga tradizione di collaborazione con l'industria e accesso a finanziamenti significativi.

In Germania, le regioni di Karlsruhe, Oberbayern e Berlino si distinguono per la produzione brevettuale, con una media di oltre 600 brevetti ciascuna. Queste regioni sono notoriamente poli di innovazione grazie alla presenza di istituti di ricerca avanzati e di industrie tecnologiche. Anche la Hovedstaden in Danimarca e la regione Lake Geneva in Svizzera dimostrano un'elevata capacità brevettuale, segno della loro rilevanza nel panorama scientifico europeo.

Infine, l'area di Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire nel Regno Unito, nota per ospitare l'Università di Oxford, e la regione Southern in Irlanda completano la lista, confermando la loro posizione strategica come centri di eccellenza in innovazione.

Tabella 6: Top 10 regioni NUTS2 per numero di brevetti

NUTS2	Denominazione	Paese	Numero di brevetti
FR10	Île-de-France	Francia	1.910
FRK2	Rhône-Alpes	Francia	1.069
CH04	Zürich	Svizzera	949
DE12	Karlsruhe	Germania	695
DK01	Hovedstaden	Danimarca	665
CH01	Lake Geneva region	Svizzera	625
DE21	Oberbayern	Germania	614
DE30	Berlin	Germania	610
IE05	Southern	Irlanda	583
UKJ1	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Regno Unito	568

Procedendo verso un livello di maggior dettaglio, si è analizzata la produzione di conoscenza tenendo in considerazione i brevetti depositati dai singoli istituti di formazione.

La differenza, rispetto all'infografica esaminata in precedenza, risiede nella possibilità di analizzare nello specifico istituti virtuosi in merito alla produzione di conoscenza ma localizzati in aree geografiche con una bassa attività brevettuale. L'esempio evidente è il Belgio, sebbene abbia due università presenti tra le migliori dieci in merito al numero di domande di brevettazione depositate (Tabella 7), non rientra tra le regioni più prolifiche a livello NUTS2. Questa limitazione evidenzia come il livello di aggregazione geografica scelto possa influenzare e distorcere le analisi rendendo necessario l'uso di dati più granulari per analizzare accuratamente i sistemi di innovazione regionali e le attività inventive (Boschma, 2005).

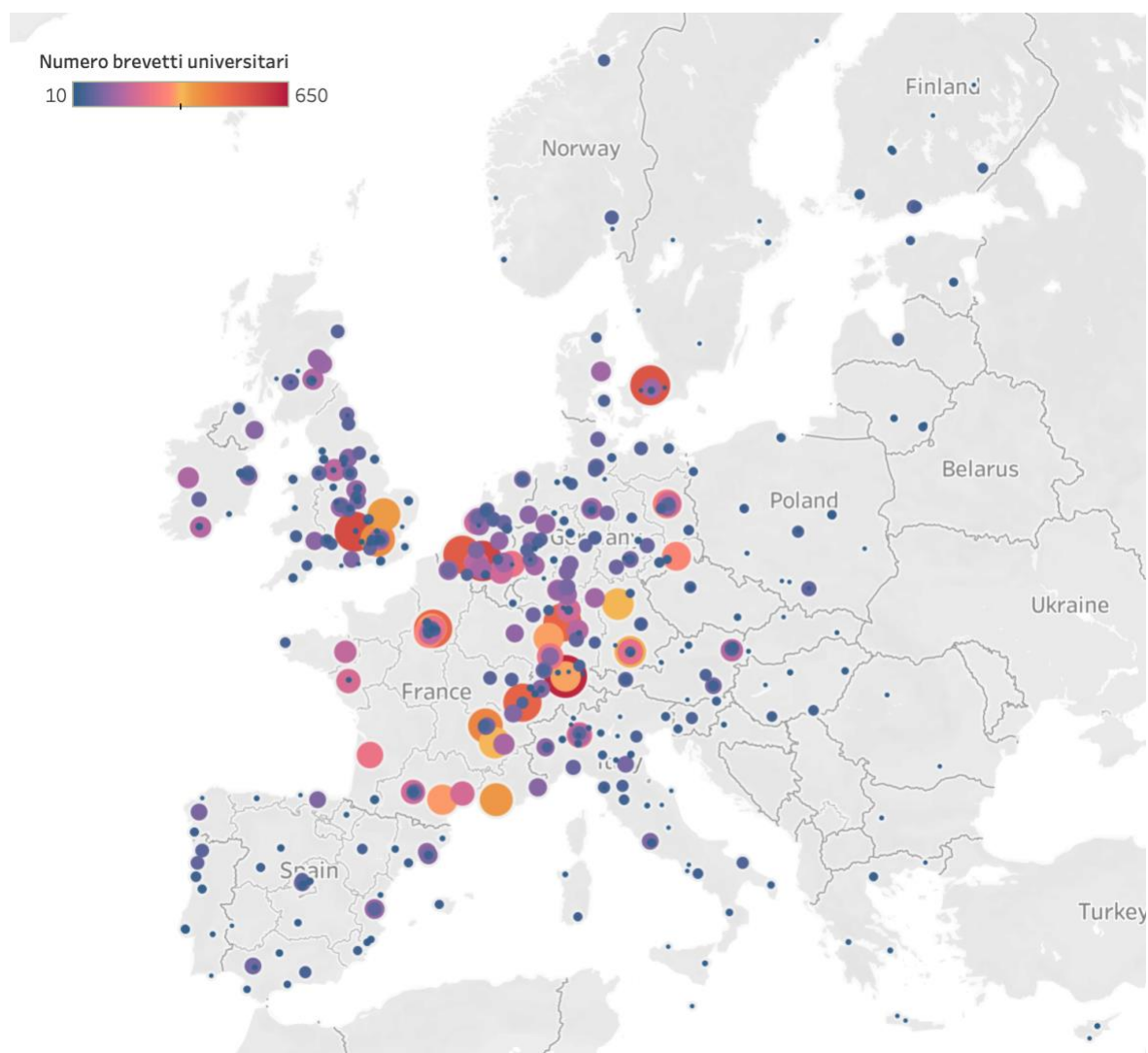


Figura 16 - Localizzazione delle università in Europa in base al numero di brevetti universitari

L'analisi delle università con il maggior numero di brevetti in Europa, come riportato nella Tabella 7, evidenzia un nucleo ristretto di istituzioni che non solo guidano l'innovazione accademica, ma si distinguono anche per un'intensa attività di brevettazione. In particolare, università come il *Federal Institute of Technology Zurich* (ETH) e il *Federal Institute of Technology Lausanne* (EPFL) in Svizzera, la *KU Leuven* in Belgio, e la *University of Oxford* nel Regno Unito, emergono come centri di eccellenza scientifica e tecnologica. La prevalenza di queste istituzioni nelle prime posizioni della classifica può essere spiegata da diversi fattori strutturali e strategici.

Numerosi studi sottolineano come le università che adottano una politica attiva di trasferimento tecnologico tendano a raggiungere posizioni di leadership nella brevettazione. Ad esempio, lo studio di Geuna e Muscio (2009) evidenzia che il *KU Leuven* è stato la prima università in Europa a istituire un'organizzazione dedicata al trasferimento tecnologico. Grazie a una solida rete di collaborazioni industriali, ha sviluppato una strategia di valorizzazione della proprietà intellettuale che è servita da modello per molte altre università europee.

Il lavoro di Bekkers e Bodas Freitas (2008) sottolinea come le istituzioni che riescono a integrare collaborazioni industriali con la propria ricerca tendano ad avere maggior successo nella brevettazione, poiché queste partnership forniscono risorse e orientamenti concreti per l'applicazione delle innovazioni.

La presenza di istituti come la *Technical University of Denmark* e il *Karlsruhe Institute of Technology* riflette la forte enfasi su discipline STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica), settori in cui la ricerca accademica è spesso orientata verso lo sviluppo di tecnologie brevettabili.

Infine, istituzioni come l'*Imperial College London* e l'*Université Pierre et Marie Curie* a Parigi riflettono l'importanza di operare in ambienti urbani e altamente dinamici, dove le reti di innovazione sono più dense e il supporto a iniziative di spin-off accademici è più consolidato. Come riportato da Goldfarb e Henrekson (2003), le università situate in grandi centri metropolitani hanno una maggiore capacità di attrarre talenti e risorse, beneficiando di una prossimità strategica a centri di decisione aziendale e a potenziali investitori.

Tabella 7: Top 10 università per numero di brevetti

Nome	Paese	Numero di brevetti
Federal Institute of Technology Zurich	Svizzera	628
KU Leuven	Belgio	560
The University of Oxford	Regno Unito	543
Technical University of Denmark	Danimarca	519
Ghent University	Belgio	499
Federal Institute of Technology Lausanne	Svizzera	481
Karlsruhe Institute of Technology	Germania	476
Pierre and Marie Curie University	Francia	475
Université Claude Bernard Lyon 1	Francia	409
Imperial College London	Regno Unito	398

5.3.2 Localizzazione degli inventori

L'analisi della distribuzione geografica degli inventori universitari in Europa, illustrata nella figura sottostante, evidenzia significative differenze regionali che riflettono la mobilità dei ricercatori e la capacità delle varie aree di attrarre talenti scientifici. La concentrazione di inventori è particolarmente elevata nelle regioni che ospitano i principali poli accademici e tecnologici, come la Germania, la Francia, la Svizzera e il Belgio, dove vi è una corrispondenza tra la presenza di università prestigiose e la quantità di brevetti prodotti. Queste aree fungono da hub di innovazione, sostenuti dalla forte interazione tra istituzioni di ricerca e industria.

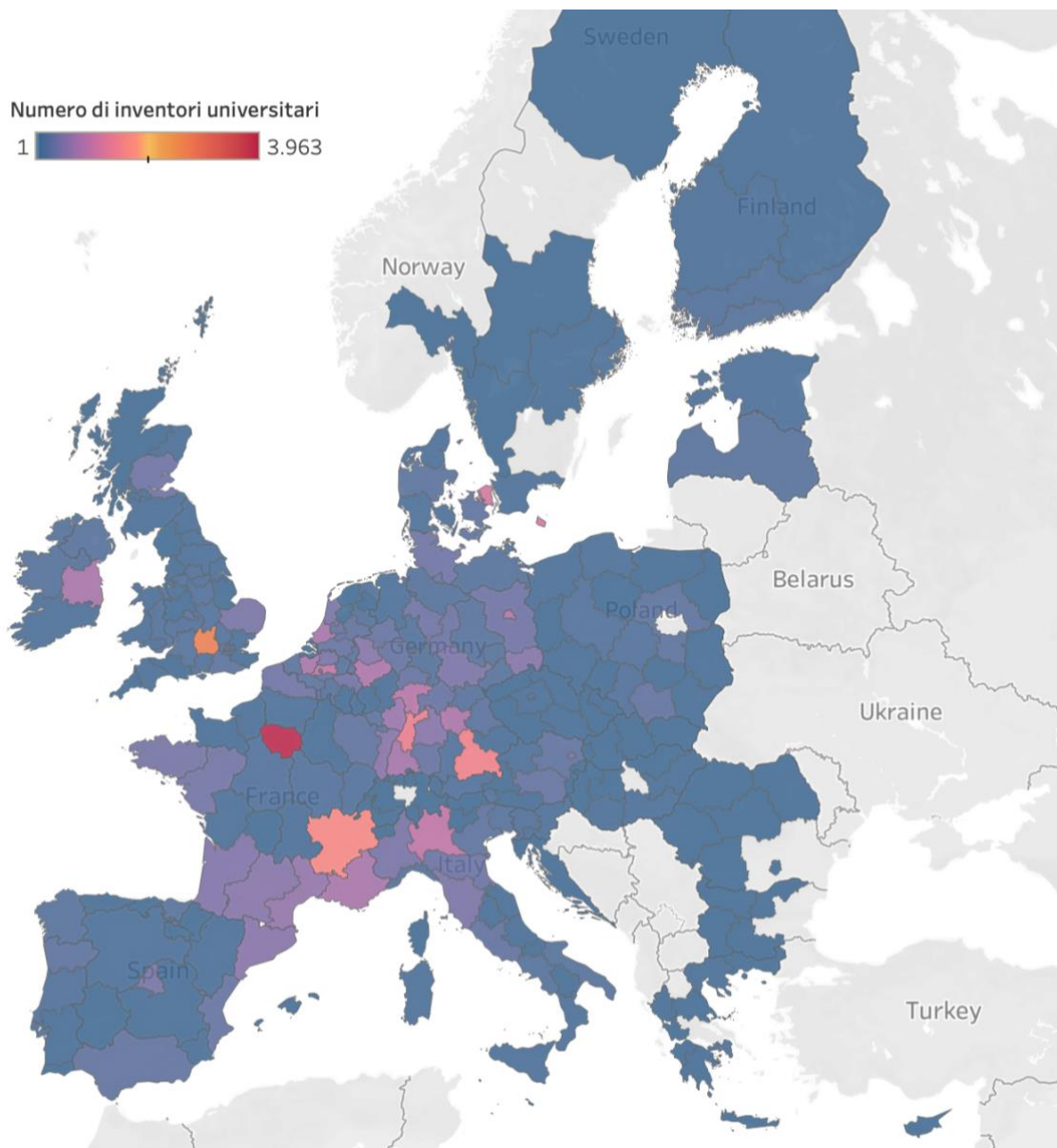


Figura 17 - Localizzazione geografica degli inventori universitari in Europa

Tuttavia, il grafico rivela anche alcune zone in cui, pur non essendo presenti università di rilievo o un'alta densità di istituzioni accademiche richiedenti, si riscontra comunque un elevato numero di inventori. Ad esempio, alcune regioni industriali della Francia, della Repubblica Ceca e del sud Italia mostrano un contributo significativo in termini di inventori riflettendo una tendenza alla mobilità dei ricercatori, che si spostano verso aree dove le opportunità di applicare le proprie competenze sono maggiori.

La mobilità degli inventori accademici, come evidenziato dai lavori di Breschi e Lissoni (2009), permette una maggiore circolazione di competenze e know-how tra le università, i centri di ricerca e l'industria. Questo spostamento non avviene solo a livello nazionale, ma anche in ambito internazionale, facilitando la creazione di cluster tecnologici e scientifici e sostenendo la competitività delle regioni più avanzate. Gli autori sottolineano come il trasferimento di conoscenza non si limiti alla semplice interazione fisica, ma si concretizzi attraverso le reti di co-inventorship, le quali creano legami tra ricercatori appartenenti a organizzazioni diverse e consentono una trasmissione del sapere che supera le barriere geografiche.

Il fenomeno della mobilità è particolarmente rilevante nelle discipline scientifiche e tecnologiche di punta, come le biotecnologie e la chimica, dove le competenze specialistiche e l'esperienza dei ricercatori sono altamente richieste e che risultano essere, dall'analisi delle variabili svolta precedentemente, i maggiori settori di domanda per i brevetti accademici.

5.4 Analisi basate sulle citazioni: generalità e originalità

Partendo dal presupposto che almeno alcune delle invenzioni future faranno riferimento o citeranno l'invenzione originale nei loro brevetti, si assume che il numero e il carattere delle citazioni ricevute siano un valido indicatore dell'importanza tecnologica di un'invenzione (Trajtenberg, 1990 e Carpenter e Narin, 1993).

Per valutare quantitativamente la portata delle innovazioni brevettuali e le implicazioni che hanno nei diversi settori industriali, sono state sviluppate ed integrate nel dataset due metriche fondamentali basate sulle citazioni brevettuali, l'indice di Generalità e l'indice di Originalità, seguendo quanto proposto da Trajtenberg et al. (1997) e Hall et al. (2001). Rispettivamente, la prima misura indica l'estensione dell'impatto tecnologico dell'invenzione attraverso la diversità delle classi IPC che la citano, mentre la seconda quantifica la varietà di classi tecnologiche da cui trae origine l'invenzione stessa.

5.4.1 Indice di Generalità

L'indice di Generalità si propone di quantificare il grado di universalità o di diversità tecnologica del brevetto originario, valutando la distribuzione delle citazioni che esso riceve nel tempo. In altri termini, tale indice consente di valutare quanto un'invenzione possa essere definita "generale" in relazione alla sua capacità di generare nuove tecnologie in una vasta gamma di campi industriali. Il calcolo della generalità deriva dall'indice di Herfindahl-Hirschman, una misura tradizionalmente utilizzata per quantificare la concentrazione del mercato, qui applicata per stimare la concentrazione delle citazioni tra le varie classi brevettuali. Formalmente, l'indice di generalità è definito come:

$$Generality_i = 1 - \sum_j^{n_i} s_{ij}^2$$

dove s_{ij} indica la percentuale di citazioni ricevute dal brevetto i che appartengono alla classe brevettuale j , su n_i classi brevettuali. L'indice varia tra 0 e 1: un valore vicino a 0 indica che le citazioni sono concentrate in poche classi brevettuali, riflettendo una minore generalità e una portata tecnologica limitata a pochi settori specifici. Al contrario, un valore vicino a 1 indica che le citazioni sono distribuite su molte classi tecnologiche, suggerendo un'influenza tecnologica ampia.

Tabella 8: Indice di generalità

	Osservazioni	Media	Std. Dev	Min	Max
<i>Brevetti universitari</i>	2.997	0,4048	0,3050	0	0,9135
<i>Brevetti industriali</i>	316.075	0,3619	0,3077	0	0,9533

I dati presentati in tabella permettono di fare alcune considerazioni significative in merito al significato dell'indice di generalità per i brevetti universitari rispetto a quelli industriali.

Sebbene il numero di osservazioni relative ai brevetti universitari sia relativamente limitato, la media dell'indice di generalità per questi brevetti risulta essere più elevata rispetto a quelli industriali. Questo risultato è in linea con lo scopo della ricerca accademica, i cui risultati sono suscettibili di applicazione in diversi campi disciplinari.

Al contrario, il campione di brevetti industriali, significativamente più ampio, riflette in maniera accurata le dinamiche tipiche della brevettazione nel contesto aziendale. La media dell'indice di generalità di questi brevetti, pari a 0,3619, è inferiore rispetto a quella dei brevetti universitari, dando evidenza della specificità della ricerca industriale, che si focalizza sullo sviluppo di innovazioni con limitata possibilità di applicazione in campi tecnologici al di fuori di quello per cui sono state ideate.

La deviazione standard dell'indice di generalità è simile nei due gruppi, pari a 0,3050 per l'attività brevettuale universitaria e 0,3077 per quella industriale, mostrando una variabilità comparabile nella diversificazione delle citazioni ricevute. Tuttavia, la minima differenza potrebbe dar prova di una maggiore eterogeneità nelle strategie di innovazione adottate dalle aziende. Alcune imprese potrebbero effettivamente scegliere di puntare su invenzioni con un potenziale di applicazione diversificato, mentre altre potrebbero preferire concentrarsi su miglioramenti incrementali di tecnologie già consolidate, mantenendo un impatto più ristretto all'interno di specifici settori tecnologici. Nel settore universitario, invece, la variabilità leggermente inferiore è coerente con l'obiettivo di sviluppare tecnologie trasversali.

D'altro canto, il valore massimo per i brevetti industriali leggermente superiore rispetto a quello dei brevetti universitari, potrebbe dimostrare la capacità di alcune aziende che, tramite investimenti in ricerca e sviluppo o collaborazioni con centri di ricerca, riescono a sviluppare invenzioni con un impatto rilevante su diversi ambiti applicativi.

Nel complesso, i risultati confermano che i brevetti universitari tendono ad avere una generalità più elevata, rappresentando invenzioni più basiche con un vasto potenziale di utilizzo in vari settori tecnologici, confermando l'ipotesi di Trajtenberg et al. (1997)³ sulla relazione tra generalità e basicità. Questi brevetti forniscono conoscenza di base su cui si possono sviluppare diverse teorie, mentre i brevetti industriali, pur mostrando occasionalmente valori di generalità elevati, tendono ad avere un impatto maggiormente circoscritto e orientato verso la soddisfazione di bisogni specifici del mercato. Questo suggerisce che le università e le aziende, pur operando entrambe nel

³ Seguendo l'ipotesi avanzata da Trajtenberg et al. (1997), l'indice di generalità può essere interpretato anche come un indicatore della basicità di un'invenzione, che si riferisce al suo potenziale di gettare le basi per un'ampia gamma di tecnologie successive.

campo dell'innovazione, tendono ad avere ruoli complementari: le università generano conoscenza di base ampia e trasversale, mentre le aziende sfruttano tale conoscenza per sviluppare soluzioni mirate e incrementali.

Questa complementarità mette in evidenza che un uso congiunto delle competenze accademiche e delle risorse industriali può, infatti, portare a un ecosistema innovativo più equilibrato, capace di sviluppare invenzioni con un impatto tecnologico ampio e al contempo mirato alle necessità di mercato.

5.4.2 Indice di Originalità

A differenza dell'indice di generalità, che considera le citazioni ricevute da un brevetto, l'indice di originalità si concentra sulle citazioni effettuate da un brevetto, valutando la diversità delle classi tecnologiche da cui esso trae ispirazione. Più precisamente, l'indice di originalità misura la varietà delle tecnologie preesistenti citate, riflettendo l'ampiezza della base tecnologica su cui si fonda l'invenzione stessa. La formula utilizzata è la stessa impiegata per il calcolo dell'indice di generalità, con s_{ij} che, in questo caso, indica la percentuale di citazioni fatte dal brevetto i che appartengono alla classe brevettuale j , su n_i classi brevettuali.

Un alto valore di originalità indica che il brevetto cita riferimenti da una vasta gamma di classi tecnologiche, suggerendo che l'invenzione si basa su una combinazione eterogenea e diversificata di conoscenze pregresse. Tale caratteristica evidenzia una forte interdisciplinarietà, poiché l'invenzione integra concetti provenienti da molti settori, suggerendo un processo creativo più innovativo e non convenzionale. Al contrario, un basso punteggio di originalità segnala che le citazioni sono concentrate in poche classi tecnologiche, riflettendo una maggiore specializzazione e una stretta aderenza allo stato dell'arte esistente in un campo specifico. In questo senso, la originalità di un brevetto può essere interpretata come una misura della sua capacità di integrare conoscenze diverse, evidenziando la novità e l'unicità dell'approccio utilizzato.

Tabella 9: Indice di originalità

	Osservazioni	Media	Std. Dev	Min	Max
<i>Brevetti universitari</i>	8.673	0,4812	0,3086	0	0,9524
<i>Brevetti industriali</i>	798.272	0,4135	0,3144	0	0,9667

La media dell'indice per i brevetti universitari è pari a 0,4812, mentre per i brevetti industriali si attesta a 0,4135. Questa differenza suggerisce che le invenzioni brevettate dalle università tendono a fondarsi su una base tecnologica più diversificata rispetto a quelle brevettate dalle aziende. In altre parole, i brevetti universitari integrano conoscenze provenienti da un maggior

numero di classi tecnologiche, riflettendo l'approccio tipico della ricerca accademica che è caratterizzato da un'elevata interdisciplinarietà. Le università spesso cercano di sviluppare soluzioni innovative attingendo da molteplici campi del sapere, con l'obiettivo di creare nuove combinazioni di conoscenze che possano contribuire all'avanzamento scientifico e tecnologico in maniera più radicale. Al contrario, la media più bassa per i brevetti industriali indica una minore originalità in termini di ampiezza delle fonti di ispirazione tecnologica. Questo rispecchia la tendenza delle imprese a focalizzarsi su miglioramenti incrementali e sull'ottimizzazione delle tecnologie esistenti, piuttosto che esplorare in modo estensivo nuove aree tecnologiche. L'approccio industriale è generalmente più orientato a risultati tangibili e a breve termine, volti a soddisfare esigenze specifiche di mercato, e per questo motivo si fonda spesso su un numero più ristretto di domini tecnologici.

Il confronto tra le deviazioni standard dei due gruppi conferma queste tendenze, offrendo una prospettiva ulteriore sulla variabilità del grado di eterogeneità nelle strategie di innovazione adottate sia dalle università sia dalle aziende. La variabilità leggermente maggiore nel settore industriale potrebbe indicare che alcune imprese, pur mantenendo una tendenza generale verso tecnologie già consolidate, decidano di intraprendere progetti che integrano innovazioni da diversi settori, in risposta a cambiamenti di mercato o per acquisire un vantaggio competitivo più ampio. I valori estremi dell'indice di originalità sono simili per entrambi i gruppi, con un valore minimo di 0 per entrambi, indicando che alcuni brevetti non attingono affatto a conoscenze interdisciplinari o si basano esclusivamente su tecnologie appartenenti alla stessa classe tecnologica. Tuttavia, il valore massimo di originalità raggiunto è leggermente superiore nei brevetti industriali rispetto a quelli universitari. Questo risultato indica che, anche se in media i brevetti universitari tendono ad avere una maggiore diversità nelle loro basi conoscitive, alcune aziende possono riuscire a sviluppare brevetti estremamente originali, probabilmente in contesti di innovazione dirompente o quando coinvolte in collaborazioni interdisciplinari con, ad esempio, istituzioni accademiche. Come suggerito da Meyer (2002), la collaborazione tra università e industria può incrementare la diversità e l'originalità delle invenzioni industriali, in modo che queste siano tanto radicali quanto applicabili a una vasta gamma di settori industriali.

6. Analisi econometrica

L'analisi di regressione è una tecnica statistica fondamentale utilizzata per esplorare e stimare l'effetto causale di ciascuna variabile indipendente sulla variabile dipendente, controllando simultaneamente gli effetti delle altre variabili presenti nel modello.

Nella ricerca econometrica e nelle scienze sociali, l'analisi di regressione è frequentemente impiegata per verificare ipotesi, testare teorie e identificare pattern significativi nei dati, contribuendo a comprendere fenomeni complessi e guidare decisioni basate su evidenze empiriche.

6.1 Analisi di regressione sul numero di citazioni brevettuali

Nell'analisi econometrica condotta, l'obiettivo principale è stato quello di esaminare e misurare l'impatto della natura universitaria dei brevetti sulla loro capacità di generare esternalità di conoscenza tramite le citazioni, un indicatore spesso utilizzato per apprezzare il valore e la portata della conoscenza generata da un brevetto. Per la variabile dipendente y , è stato scelto il numero di citazioni forward ricevute entro tre anni dalla pubblicazione del brevetto, una misura comunemente adottata nella letteratura per valutare l'impatto a breve termine. Questo approccio è stato poi replicato utilizzando le citazioni entro cinque anni e, infine, considerando il totale delle citazioni ricevute durante l'intero periodo di validità del brevetto. La scelta di analizzare diversi periodi di citazione permette di ottenere una panoramica più completa e affidabile sull'effetto temporale della natura universitaria dei brevetti, osservando come l'influenza di questi evolva nel tempo.

6.1.1 Il modello: Negative Binomial Regression

Nel contesto di questa analisi, è stato adottato un modello di regressione binomiale negativa (NB), scelto in ragione della natura della variabile relativa al numero di citazioni ricevute da ciascun brevetto. Il modello NB è particolarmente indicato quando la variabile dipendente è di tipo conteggio (ovvero assume valori discreti come 0, 1, 2, etc.) e i dati mostrano una dispersione elevata, con una varianza della variabile dipendente supera la sua media.

La regressione binomiale negativa rappresenta una generalizzazione della regressione di Poisson che rilassa l'assunzione restrittiva secondo cui la varianza deve essere uguale alla media, che rende il modello di Poisson non adatto in presenza di sovradisersione (Cameron e Trivedi, 1986).

La scelta del modello binomiale negativo è stata ulteriormente rafforzata dalla verifica tramite il test "estat gof" in Stata, che ha restituito un p-value pari a 0. Questo risultato evidenzia che il modello di Poisson non offre un buon adattamento ai dati, poiché il test segnala una notevole

differenza tra la media e la varianza. L'utilizzo di un modello di Poisson, in tali circostanze, avrebbe condotto ad una stima distorta dei parametri, sottostimando l'effetto delle variabili esplicative a causa della violazione dell'assunzione di equi-dispersione, secondo cui la varianza e la media devono coincidere.

Per affrontare ulteriori potenziali problematiche, è stata applicata la funzione robust, che consente di correggere eventuali problemi di eteroschedasticità, ovvero la presenza di varianze non costanti nel termine di errore. Questa correzione garantisce stime degli errori standard più precise, riducendo il rischio di sottovalutare l'incertezza associata ai parametri stimati e fornendo risultati più affidabili e coerenti con l'eterogeneità dei dati analizzati.

Una conveniente parametrizzazione della distribuzione binomiale negativa è fornita da Hilbe (2011):

$$\Pr(Y = y_i | \mu_i, \alpha) = \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y_i + 1)} \left(\frac{1}{1 + \alpha\mu_i} \right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\alpha\mu_i}{1 + \alpha\mu_i} \right)^{y_i}$$

dove μ_i è la media di Y ed $\alpha > 0$ è il parametro di dispersione aggiuntivo, grazie al quale viene garantita l'eterogeneità dei dati.

L'espressione del modello di regressione binomiale negativa tradizionale è data da:

$$\mu_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki})$$

dove $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ rappresentano i coefficienti di regressione da stimare, mentre $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$ sono le variabili predittive.

Nel contesto della nostra analisi, stimiamo il seguente modello:

$$Y_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \text{University} + \beta_2 X_{i,j} + \eta_{year} + \varepsilon)$$

dove Y_i è la variabile dipendente, ovvero il numero di citazioni ricevute in tutti gli anni o entro 5-3 anni dall'anno di deposito del brevetto, *University* è la variabile indipendente ed è una dummy che identifica l'attività inventiva universitaria, $X_{i,j}$ è l'insieme delle variabili di controllo strettamente legate alle caratteristiche intrinseche del brevetto, η_{year} rappresenta gli effetti fissi dell'anno di deposito ed ε è il termine di errore.

Il segno e la significatività del parametro β_1 offrono una stima della relazione tra il tipo di origine brevettuale, università o impresa, e i modelli di esternalità di conoscenza.

In merito alle variabili di controllo ne vengono incluse diverse per tenere conto di qualsiasi eterogeneità indesiderata rimanente legata al brevetto del campione. Tra queste, una variabile dummy che identifica i brevetti co-assegnati, distinguendo tra quelli richiesti da un singolo richiedente e quelli frutto di una collaborazione, il che permette di considerare l'influenza di approcci collaborativi sulla protezione intellettuale. Il numero di inventori è un altro fattore rilevante, poiché può indicare la complessità, l'estensione o l'ambito del progetto innovativo. Anche la distinzione tra brevetti concessi e non concessi, rappresentata da una specifica dummy, è fondamentale per cogliere differenze nell'impatto delle citazioni.

Mentre, per valutare il grado di ampiezza e l'influenza settoriale del brevetto, si utilizza come variabile il numero di settori tecnologici in cui è classificato. Parallelamente, il numero di rivendicazioni fornisce un'indicazione del livello di protezione richiesto, spesso associato alla portata e al valore percepito dell'invenzione. Il numero di Paesi in cui il brevetto è stato registrato funge da proxy per un potenziale impatto internazionale e una strategia di protezione globale adottata dai richiedenti. In aggiunta, consideriamo l'indice di originalità, che riflette il livello di innovatività e differenziazione rispetto agli altri brevetti. L'insieme di questi controlli consente di mitigare eventuali distorsioni e di tenere conto di fattori eterogenei che potrebbero influenzare il comportamento delle citazioni, migliorando così la robustezza e la precisione del modello analitico.

6.1.2 Matrice delle correlazioni

La matrice delle correlazioni rappresenta uno strumento preliminare essenziale nell'analisi statistica dei dati, soprattutto prima di procedere a modelli di regressione. Il suo scopo principale è individuare eventuali relazioni lineari tra le variabili indipendenti, con l'obiettivo di rilevare la presenza di multicollinearità, un problema che può compromettere significativamente la qualità e l'interpretazione dei risultati di una regressione.

La multicollinearità si verifica quando due o più variabili indipendenti presentano una correlazione elevata tra loro, generando ridondanza informativa e aumentando l'instabilità dei coefficienti di regressione. Questo fenomeno può portare a stime non affidabili, con un alto rischio che i coefficienti risultino statisticamente non significativi anche quando le variabili hanno effettivamente un impatto rilevante. Di conseguenza, la matrice delle correlazioni aiuta a identificare queste relazioni forti tra le variabili, consentendo di decidere se modificare il set di variabili o adottare soluzioni alternative per attenuare la multicollinearità.

In questo studio, la matrice serve ad esplorare le connessioni tra le diverse caratteristiche del brevetto: la variabile binaria che identifica l'attività inventiva universitaria, la dummy brevetto co-

assegnato⁴, il numero di inventori, l'anno di deposito, la dummy di concessione, il numero di settori tecnologici, il numero di rivendicazioni, il numero di Paesi in cui il brevetto è stato registrato, il numero di brevetti citati e l'indice di originalità.

Questi parametri, che riflettono l'estensione e la complessità del brevetto, possono avere relazioni importanti tra loro e un'interdipendenza non trascurabile. Analizzare preventivamente eventuali correlazioni permette di comprendere quali variabili potrebbero influenzarsi reciprocamente e orienta la costruzione del modello di regressione.

Tabella 10: Matrice delle correlazioni

Nome variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1. Università	1.0000									
2. Co-assegnato	0.1723	1.0000								
3. Numero di inventori	0.0505	0.1269	1.0000							
4. Anno di deposito	0.0147	0.0045	0.0369	1.0000						
5. Concesso	-0.0216	-0.0174	-0.0038	-0.0458	1.0000					
6. Numero di sezioni tecnologiche	0.0172	0.0344	0.0715	0.0298	-0.0022	1.0000				
7. Numero di rivendicazioni	-0.0024	-0.0076	0.0134	-0.0671	0.2647	0.0039	1.0000			
8. Numero di famiglie brevettuali	-0.0174	0.0193	0.1724	-0.1071	0.1142	0.0676	0.0718	1.0000		
9. Citazioni a ritroso	-0.0106	-0.0033	0.0678	0.0002	0.0200	0.0209	0.0414	0.0753	1.0000	
10. Indice di originalità	0.0225	0.0348	0.0828	-0.0612	-0.0250	0.1973	0.0132	0.1012	0.2314	1.0000

Dall'analisi della matrice delle correlazioni emergono alcune relazioni degne di nota, pur senza evidenziare valori di correlazione particolarmente elevati, che potrebbero suggerire una multicollinearità critica.

La correlazione positiva (0.1012) tra il numero di paesi nei quali il brevetto è stato esteso e l'indice di originalità suggerisce che i brevetti diffusi a livello internazionale tendono ad avere un alto grado di originalità. Questo potrebbe indicare che brevetti con applicazioni più ampie e uniche sono percepiti come più preziosi, giustificando così la spesa per una protezione in più paesi. L'indice di originalità risulta avere una correlazione significativa anche con i brevetti citati suggerendo che brevetti con un elevato numero di citazioni retroattive, indicative di una forte connessione con la letteratura esistente, tendono ad avere un indice di originalità più alto.

Un'interessante correlazione emerge tra la concessione del brevetto e il numero di rivendicazioni (0.2647); ciò potrebbe riflettere il fatto che brevetti con un numero maggiore di rivendicazioni sono più dettagliati e coprono una gamma più ampia di caratteristiche tecniche, aumentando così la probabilità di essere concessi.

⁴ Poiché la distribuzione del numero di richiedenti mostra un'alta asimmetria, pochi brevetti con più di un richiedente e ancora meno con più di due, si è deciso di trasformare la variabile in una dummy per distinguere tra brevetti collaborativi e non collaborativi.

L'unica correlazione negativa da notare si presenta tra il numero di paesi in cui un brevetto viene depositato e l'anno di deposito (-0.1071), segnalando che i brevetti più recenti tendono a essere depositati in un numero minore di paesi.

Questo può suggerire una possibile riduzione delle risorse dedicate all'internazionalizzazione dei brevetti o un mutamento nelle strategie di brevettazione internazionale.

6.1.3 Risultati

Tabella 11: Regressione Binomiale Negativa per le citazioni ricevute entro 3 anni

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Università	-0.217*** (0.0273)	-0.312*** (0.0270)	-0.346*** (0.0274)	-0.292*** (0.0275)	-0.402*** (0.0428)
Co-assegnato	-0.0912*** (0.0121)	-0.0753*** (0.0121)	-0.0783*** (0.0123)	-0.0598*** (0.0122)	-0.0632*** (0.0171)
Numero di inventori	-0.00466*** (0.00163)	-0.0130*** (0.00160)	-0.000345 (0.00169)	-0.00264 (0.00166)	0.00167 (0.00227)
Concesso	0.478*** (0.00612)	0.421*** (0.00602)	0.465*** (0.00619)	0.436*** (0.00614)	0.435*** (0.00822)
Numero di sezioni tecnologiche	0.0508*** (0.00550)	0.0470*** (0.00541)	0.0627*** (0.00560)	0.0606*** (0.00554)	0.0502*** (0.00751)
Numero di rivendicazioni		0.0611*** (0.000401)	0.0624*** (0.000422)	0.0604*** (0.000418)	0.0561*** (0.000588)
Numero di famiglie brevettuali			-0.0409*** (0.00146)	-0.0430*** (0.00147)	-0.0327*** (0.00180)
Citazioni a ritroso				0.160*** (0.00242)	0.0917*** (0.00322)
Indice di originalità					0.0103 (0.0135)
Costante	-1.068*** (0.0126)	-1.747*** (0.0126)	-1.604*** (0.0145)	-1.691*** (0.0145)	-1.522*** (0.0205)
Effetti fissi annuali	Si	Si	Si	Si	Si
Osservazioni	1.840.365	1.840.365	1.840.365	1.840.365	806.711
α	5.309	4.909	4.840	4.681	4.224
Log-likelihood	-927911.7	-913128.7	-911084.3	-906727.8	-480724.1
Pseudo R ²	0.0567	0.0717	0.0738	0.0783	0.0682

Errori standard robusti tra parentesi

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La tabella 11 riporta l'analisi di regressione negativa binomiale, in cui la variabile dipendente è rappresentata dal numero di citazioni ricevute dai brevetti universitari e industriali nei primi tre anni dalla registrazione.

Questo primo modello funge da specificazione di base, con l'obiettivo di isolare l'effetto della variabile dummy universitaria, mantenendo come controlli la dummy riferita alla collaboratività dei richiedenti, gli inventori, la dummy di concessione e il numero di sezioni tecnologiche. I risultati mostrano che la dummy universitaria ha un effetto negativo e altamente significativo (-0.217), indicando che i brevetti di origine accademica tendono a ricevere in media un numero inferiore di

citazioni rispetto a quelli di origine industriale. Tale risultato contrasta con l'ipotesi che i brevetti universitari, spesso frutto di ricerche avanzate, attraggano maggior attenzione in termini di citazioni. Una spiegazione plausibile di quest'effetto negativo risiede nel minor livello di maturità tecnologica che caratterizza gran parte delle invenzioni universitarie. Essendo generalmente più lontane dalle applicazioni di mercato, queste invenzioni possono necessitare di un periodo più lungo per generare spillover e accumulare citazioni. Ciò dà prova di una differente dinamica di rilevanza e applicazione rispetto ai brevetti industriali, che tendono ad essere più direttamente orientati alle esigenze del mercato. Di conseguenza, la minore propensione dei brevetti universitari a soddisfare applicazioni immediate può ridurre l'impatto citazionale iniziale, anche se potrebbero contribuire in modo significativo allo sviluppo scientifico e tecnologico nel lungo periodo.

Nonostante la letteratura scientifica converga sull'idea che la collaborazione sia spesso un'opportunità strategica per incrementare il valore dell'innovazione, in questo caso specifico sembra avere un impatto negativo sul numero di citazioni ricevute. La dummy brevetto co-assegnato presenta un effetto negativo e significativo, indicando che, a parità di altre condizioni, le invenzioni collaborative ricevono in media un numero inferiore di citazioni rispetto alle invenzioni non collaborative. Questo potrebbe suggerire che un maggior numero di entità coinvolte nella titolarità di un brevetto riduca la concentrazione d'interesse sul brevetto stesso, portando a una diminuzione della sua citabilità.

Anche il numero di inventori evidenzia un effetto negativo, seppur di minore significatività rispetto ad altre variabili incluse nel modello. Questo risultato convince dell'idea che la partecipazione di team di ricerca più ampi non conduca necessariamente a un maggiore impatto in termini di citazioni ricevute dai brevetti. Tuttavia, questa variabile si configura anche come un indicatore della complessità intrinseca del processo di ricerca e sviluppo. Un valore più elevato suggerisce che l'invenzione sia il frutto di uno sforzo collaborativo più esteso, spesso associato a progetti di maggiore complessità e, di conseguenza, a costi più elevati in termini di risorse e coordinamento. Inoltre, l'effetto negativo osservato in tale modello potrebbe essere spiegato dalla natura spesso più accademica o teorica dei progetti, i quali, sebbene caratterizzati da contributi intellettuali rilevanti, possono non tradursi immediatamente in brevetti di elevata rilevanza pratica o industriale.

D'altra parte, un numero maggiore di inventori potrebbe anche riflettere una frammentazione degli sforzi o una dispersione dell'attenzione sul brevetto, riducendo la sua capacità di attrarre immediatamente interesse citazionale. Questo aspetto negativo, unito alla necessità di coordinare team di lavoro più grandi, potrebbe spiegare il minor impatto sulle invenzioni in termini di citabilità.

Parallelamente, il numero di sezioni tecnologiche evidenzia un effetto positivo e statisticamente significativo sulle citazioni ricevute, evidenziando una chiara correlazione tra la diversificazione tecnologica di un brevetto e la sua capacità di attrarre maggiore attenzione da parte della comunità scientifica e industriale. I brevetti classificati in più sezioni tecnologiche presentano un elevato grado di riutilizzabilità, essendo potenzialmente applicabili a una varietà di settori. La loro trasversalità, come spesso dibattuto nella letteratura accademica, potrebbe riflettere una qualità intrinseca superiore, per la capacità di adattarsi alle applicazioni pratiche e teoriche di diverse aree tecnologiche.

Nel secondo modello, viene aggiunta la variabile numero di rivendicazioni, che influisce positivamente e significativamente sul numero di citazioni a tre anni (+0.0611), suggerendo che brevetti con una maggiore estensione di rivendicazioni, e quindi di portata legale, tendono a essere più citati. Questo effetto è in linea con la teoria che associa un numero più elevato di rivendicazioni ad una protezione legale più ampia e, di conseguenza, a una maggiore rilevanza del brevetto. Con l'inclusione di questa variabile, il coefficiente della dummy universitaria diventa ancora più negativo (-0.312), lasciando intendere che, anche tenendo conto dell'ampiezza della protezione legale, i brevetti universitari restano meno citati, riflettendo obiettivi differenti rispetto a quelli industriali.

Nel terzo modello, l'inclusione del numero di paesi della famiglia brevettuale (proxy della protezione internazionale) non attenua l'effetto negativo della dummy universitaria, che diventa ulteriormente negativa (-0.346). Il numero di family countries ha un effetto negativo (-0.0409), il che potrebbe spiegare come un'estesa protezione geografica non risulti necessariamente correlata a un incremento delle citazioni, probabilmente perché brevetti troppo generalizzati perdono in specializzazione e rilevanza applicativa per innovazioni specifiche. Si nota infine la perdita di significatività per la variabile relativa al numero inventori dimostrando come questo indicatore non sia un determinante per il numero di citazioni ricevute a tre anni.

Nel quarto modello, si include la variabile delle citazioni backward, che mostra un effetto positivo e significativo (+0.160), evidenziando come i brevetti con una base conoscitiva più solida, costruita su riferimenti a conoscenze pregresse, siano percepiti come maggiormente rilevanti. Contestualmente, il coefficiente della dummy universitaria diventa leggermente meno negativo (-0.292), lasciando emergere che parte della differenza tra brevetti universitari e industriali in termini di citazioni potrebbe essere imputabile a una base conoscitiva meno articolata nei brevetti accademici.

Nel quinto modello, viene controllato il risultato con l'immissione dell'indice di originalità per considerare il grado di novità dell'invenzione rispetto alla conoscenza preesistente. Sebbene mostri un effetto positivo, esso risulta non significativo; per cui la semplice originalità non sembra

influire direttamente sulle citazioni ricevute dal brevetto, specialmente in assenza di applicazioni pratiche immediate. In questo modello, la dummy universitaria mantiene un coefficiente negativo significativo (-0.402), rafforzando l'idea che i brevetti universitari, pur essendo originali, non riescono a ottenere lo stesso livello di attenzione citazionale dei brevetti industriali.

L'effetto negativo associato alla collaboratività permane in tutti i modelli, a dimostrazione che, nonostante le collaborazioni possano incrementare l'accesso a competenze e risorse, queste non sempre si traducono in maggiore visibilità o rilevanza accademica o tecnologica, almeno nei primi tre anni. In quest'analisi, come nelle prossime, vengono applicati effetti fissi di periodo basati sull'anno di deposito del brevetto per controllare le distorsioni temporali che potrebbero influenzare i modelli di citazioni nel lungo termine.

Facendo riferimento alle misure di adattamento dei modelli, si osserva una progressiva diminuzione dell'indicatore α da 5.309 nel primo modello a 4.224 nell'ultimo, andamento che riflette una riduzione della dispersione non spiegata, con l'aggiunta di variabili esplicative.

Il valore del log-likelihood aumenta costantemente, segnalando una maggiore capacità del modello di adattarsi ai dati. Infine, lo pseudo R-squared migliora da 0.0567 nel primo modello a 0.0783 nel quarto, con una leggera riduzione nel quinto modello, suggerendo che l'inclusione dell'indice di originalità non apporta un contributo significativo alla spiegazione della varianza delle citazioni forward.

Tabella 12: Regressione Binomiale Negativa per le citazioni ricevute entro 5 anni

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Università	-0.195*** (0.0342)	-0.283*** (0.0343)	-0.312*** (0.0345)	-0.258*** (0.0347)	-0.379*** (0.0526)
Co-assegnato	-0.0845*** (0.0151)	-0.0725*** (0.0152)	-0.0766*** (0.0154)	-0.0603*** (0.0151)	-0.0623*** (0.0209)
Numero di inventori	-0.00897*** (0.00210)	-0.0174*** (0.00207)	-0.00598*** (0.00216)	-0.00836*** (0.00213)	-0.00571* (0.00299)
Concesso	0.562*** (0.00801)	0.491*** (0.00789)	0.534*** (0.00792)	0.505*** (0.00783)	0.507*** (0.0106)
Numero di sezioni tecnologiche	0.0634*** (0.00730)	0.0543*** (0.00711)	0.0688*** (0.00729)	0.0661*** (0.00723)	0.0529*** (0.00960)
Numero di rivendicazioni		0.0556*** (0.000492)	0.0568*** (0.000512)	0.0550*** (0.000510)	0.0511*** (0.000705)
Numero di famiglie brevettuali			-0.0341*** (0.00171)	-0.0361*** (0.00172)	-0.0254*** (0.00215)
Citazioni a ritroso				0.154*** (0.00310)	0.0907*** (0.00430)
Indice di originalità					0.00737 (0.0171)
Costante	-1.456*** (0.0152)	-2.057*** (0.0152)	-1.945*** (0.0176)	-2.029*** (0.0176)	-1.870*** (0.0251)
Effetti fissi annuali	Si	Si	Si	Si	Si
Osservazioni	1.840.365	1.840.365	1.840.365	1.840.365	806.711
α	5.867	5.472	5.421	5.246	4.776
Log-likelihood	-608590.5	-599754.0	-598765.0	-595985.1	-319389.5
Pseudo R ²	0.0996	0.1127	0.1141	0.1182	0.1091

Errori standard robusti tra parentesi

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Per proseguire, l'analisi si è concentrata sui risultati delle regressioni negative binomiali per il numero di citazioni ricevute dai brevetti universitari e industriali nei primi cinque anni dalla loro domanda (Tabella 12). Questa estensione temporale consente di cogliere meglio le dinamiche di citabilità a lungo termine, considerando che alcune innovazioni potrebbero richiedere più tempo per ottenere un riconoscimento citazionale nel panorama scientifico e tecnologico.

Nei modelli, la variabile dummy universitaria continua a presentare un effetto negativo e altamente significativo, analogamente a quanto osservato in precedenza su 3 anni. Questo risultato conferma la tendenza per i brevetti universitari a ricevere meno citazioni rispetto a quelli industriali, indicando che il divario in termini di attrattiva citazionale si mantiene stabile anche nel medio termine. Anche le variabili di controllo mostrano gli stessi effetti già presenti nella regressione precedente sul numero di citazioni ricevute. Le misure di adattamento dei modelli di regressione negativa binomiale a cinque anni mostrano, invece, differenze interessanti rispetto a quelli a tre anni, evidenziando un miglioramento progressivo sia in termini di log-likelihood che di pseudo R-squared. In particolare, l'incremento dello pseudo R-squared (che passa dallo 0.0783 massimo nei modelli a tre anni a un valore di 0.1182 nei modelli a cinque anni) giustifica come, su

un periodo più lungo, i brevetti tendano a rivelare più chiaramente il proprio valore e la propria rilevanza tecnologica. Questo è in linea con l'idea che l'impatto tecnologico di un'invenzione non sia immediatamente evidente, poiché le tecnologie innovative spesso richiedono tempo per essere adottate, diffuse e riconosciute dalla comunità tecnologica e industriale. Di conseguenza, il modello a cinque anni riesce a spiegare una quota più ampia della varianza nelle citazioni forward rispetto a quello a tre anni, poiché considera un periodo temporale sufficiente a permettere l'emergere di queste dinamiche.

L'analisi delle citazioni a cinque anni ribadisce i risultati emersi nei modelli a tre anni, consolidando l'idea che i brevetti universitari, pur contraddistinti da caratteristiche distintive come multidisciplinarietà e originalità, siano meno citati rispetto a quelli di provenienza industriale.

L'ultima analisi di regressione, focalizzata sulle citazioni senza limiti temporali, evidenzia un coefficiente negativo e significativo per la variabile dummy universitaria, pari a -0.377 nel primo modello, con un effetto che si amplifica progressivamente fino a -0.528 nell'ultimo modello (5). Questo risultato evidenzia chiaramente come, anche considerando un orizzonte temporale esteso, i brevetti accademici continuino a mostrare una minore capacità di attrarre citazioni rispetto a quelli industriali.

Tabella 13: Regressione Binomiale Negativa per le citazioni ricevute senza limiti temporali

Variabile	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Università	-0.377*** (0.0243)	-0.477*** (0.0239)	-0.511*** (0.0245)	-0.457*** (0.0245)	-0.528*** (0.0389)
Co-assegnato	-0.138*** (0.0108)	-0.121*** (0.0106)	-0.122*** (0.0110)	-0.103*** (0.0108)	-0.105*** (0.0157)
Numero di inventori	0.00526*** (0.00132)	-0.00301** (0.00130)	0.0102*** (0.00137)	0.00839*** (0.00136)	0.0123*** (0.00187)
Concesso	0.459*** (0.00505)	0.412*** (0.00495)	0.455*** (0.00513)	0.424*** (0.00509)	0.419*** (0.00685)
Numero di sezioni tecnologiche	0.0273*** (0.00450)	0.0287*** (0.00444)	0.0445*** (0.00461)	0.0414*** (0.00456)	0.0416*** (0.00622)
Numero di rivendicazioni		0.0667*** (0.000346)	0.0678*** (0.000364)	0.0656*** (0.000360)	0.0604*** (0.000507)
Numero di famiglie brevettuali			-0.0456*** (0.00123)	-0.0478*** (0.00123)	-0.0377*** (0.00154)
Citazioni a ritroso				0.168*** (0.00206)	0.0937*** (0.00273)
Indice di originalità					0.00330 (0.0114)
Costante	-0.745*** (0.0107)	-1.502*** (0.0109)	-1.334*** (0.0124)	-1.427*** (0.0123)	-1.238*** (0.0174)
Effetti fissi annuali	Si	Si	Si	Si	Si
Osservazioni	1.840.365	1.840.365	1.840.365	1.840.365	806.711
α	4.833	4.434	4.357	4.209	3.747
Log-likelihood	-1247656.5	-1225440.0	-1222215.0	-1216182.8	-640022.9
Pseudo R ²	0.0311	0.0484	0.0509	0.0556	0.0459

Errori standard robusti tra parentesi

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

L'effetto più significativo rispetto alle analisi precedenti si riscontra sul numero di inventori, che mostrano un effetto positivo e significativo nella maggior parte dei modelli, un cambiamento interessante rispetto ai risultati a tre e cinque anni. In particolare, il coefficiente risulta positivo e significativo nella maggior parte delle specificazioni, con il coefficiente che nell'ultimo modello raggiunge un valore di 0.0123. Questa dimostra che i brevetti sviluppati da team di inventori più numerosi tendono ad accumulare un maggior numero di citazioni nel lungo periodo, probabilmente grazie alla complessità e alla natura interdisciplinare dei processi di ricerca da cui derivano, caratteristiche che diventano evidenti solo nel tempo.

Un interessante spunto di riflessione emerge dall'interpretazione dell'effetto positivo associato al numero di inventori. Le invenzioni caratterizzate da una maggiore complessità richiedono spesso tempi più lunghi per generare spillover tecnologici significativi e per ottenere il pieno riconoscimento e l'adozione da parte degli attori dell'ecosistema dell'innovazione. Questo fenomeno appare particolarmente evidente nel confronto tra i modelli che considerano tutte le citazioni e quelli limitati a citazioni troncate: nel breve periodo, le invenzioni sviluppate da team

numerosi tendono a ricevere meno citazioni, mentre il loro impatto più rilevante si manifesta soltanto in un orizzonte temporale più lungo.

Le misure di adattamento, in conclusione, rivelano le difficoltà intrinseche nel modellare l'andamento delle citazioni su un lasso di tempo esteso. Rispetto ai modelli a breve termine, che beneficiano di una correlazione più forte tra le caratteristiche iniziali del brevetto e le citazioni ricevute, i modelli senza restrizioni temporali riflettono una maggiore complessità dovuta all'evoluzione dinamica del contesto tecnologico e di mercato. Questo si traduce in log-likelihood più bassi e pseudo R^2 inferiori rispetto a quelli dei modelli a tre e cinque anni, segnalando che l'accumulo di citazioni nel lungo periodo è influenzato da variabili che vanno oltre quelle incluse nel modello, come cambiamenti tecnologici, dinamiche di mercato, e mutamenti nelle priorità di ricerca e innovazione.

6.2 Spillover Geografici

L'analisi delle citazioni dei brevetti universitari ha fornito una visione significativa sulla capacità dei brevetti accademici di generare esternalità di conoscenza, valutando come le citazioni forward riflettano l'impatto e la rilevanza di un'invenzione. La scelta di esplorare diverse finestre temporali (tre anni, cinque anni e l'intero arco temporale) ha permesso di evidenziare la dinamica di tale impatto, mostrando come l'influenza dei brevetti possa evolvere. La connessione tra le analisi delle citazioni e le esternalità risiede nella capacità di queste ultime di qualificare e quantificare non solo il "quanto" ma anche il "dove".

Gli spillover geografici rappresentano una componente fondamentale per studiare l'impatto della conoscenza generata dai brevetti universitari, in quanto permettono di misurare il grado e l'estensione della diffusione del sapere oltre i confini fisici di origine. Lo studio degli spillover di conoscenza a livello territoriale si inserisce in un filone della letteratura economica che evidenzia l'importanza delle dinamiche locali nel processo di innovazione e crescita economica (Audretsch e Feldman, 1996). Nel caso dei brevetti universitari, analizzare gli spillover geografici consente di valutare quanto la ricerca accademica riesca a generare impatti diffusi a livello territoriale. Le università, infatti, non solo contribuiscono alla formazione di capitale umano altamente qualificato, ma fungono anche da motori di innovazione che può essere trasferita e adattata in altre aree geografiche attraverso collaborazioni tra istituti, progetti di ricerca internazionali e la mobilità dei ricercatori (Breschi e Lissoni, 2009).

In un contesto sempre più orientato all'imprenditorialità accademica, la capacità di generare e trasferire conoscenza di valore elevato è un indicatore chiave dell'impatto delle università sull'intero sistema economico. Ciò consente di valutare la loro rilevanza come poli di attrazione di talenti e risorse, oltre che di diffusione di innovazione.

Per calcolare gli spillover geografici, è stata creata una variabile che, dato il sottoinsieme di brevetti citati, misura la quota di citazioni ricevute in cui brevetti citanti non condividono alcuna area geografica con quello originario. La variabile è stata calcolata dividendo il numero di citazioni prive di comunanza geografica con il brevetto citato per il totale delle citazioni ricevute, determinando così una percentuale che rappresenta la dispersione geografica della conoscenza brevettuale. Questo indicatore è stato utilizzato come variabile dipendente in un modello di regressione logistica frazionaria, al fine di valutare l'efficacia dei brevetti universitari nel diffondere conoscenza al di là dei confini locali e nazionali.

6.2.1 Il modello: Fractional Logit Regression

Per analizzare gli spillover geografici generati dai brevetti universitari, si è scelto di applicare il modello di regressione logistica frazionaria, un approccio particolarmente adatto per trattare variabili dipendenti che rappresentano proporzioni comprese tra 0 e 1.

L'utilizzo di questo modello permette di garantire che le previsioni restino all'interno dell'intervallo $[0,1]$, superando i limiti di modelli come i minimi quadrati ordinari (OLS), che potrebbero produrre stime incoerenti, talvolta fuori dal range consentito.

Il modello di regressione logistica frazionaria, sviluppato da Papke e Wooldridge (1996), applica uno stimatore di quasi-likelihood tipico dei modelli lineari generalizzati (GLM), consentendo di trattare proporzioni e percentuali in modo robusto. Questo approccio è particolarmente utile nel caso in cui i dati presentino un'elevata concentrazione di valori estremi, come ad esempio gli zeri. Tale caratteristica è cruciale, poiché alcuni brevetti potrebbero non ricevere alcuna citazione al di fuori del loro contesto geografico originario. La variabile dipendente rappresenta la frazione di citazioni provenienti da aree geografiche diverse rispetto a quelle del brevetto citato, offrendo una misura diretta della capacità della conoscenza accademica di superare le barriere territoriali. Per interpretare i risultati ottenuti con questo modello, vengono calcolati gli effetti marginali medi (Average Marginal Effects, AME), che forniscono una quantificazione dell'impatto medio delle variabili indipendenti sulla variabile dipendente. Gli AME per variabili continue rappresentano la variazione media nella frazione di citazioni per un incremento unitario della variabile esplicativa, mentre per le variabili binarie indicano l'effetto medio del passaggio tra i due stati. Questo approccio interpretativo permette di cogliere l'influenza delle determinanti che facilitano la diffusione della conoscenza accademica a livello territoriale, mettendo in evidenza il grado di interconnessione geografica generato dai brevetti universitari e il ruolo della mobilità degli inventori e delle politiche locali nel supportare l'innovazione.

6.2.2 Risultati

Tabella 14: Regressione Fractional Logit per gli spillover geografici

Variabile	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	Coef.	AME	Coef.	AME	Coef.	AME	Coef.	AME	Coef.	AME
Università	0.049 (0.041)	0.010	0.054 (0.041)	0.011	0.046 (0.041)	0.009	0.023 (0.041)	0.005	0.017 (0.065)	0.003
Co-assegnato	0.063*** (0.025)	0.013	0.065*** (0.025)	0.014	0.068*** (0.025)	0.014	0.062** (0.025)	0.013	0.084*** (0.033)	0.017
Numero di inventori	-0.103*** (0.004)	-0.021	-0.101*** (0.004)	-0.021	-0.096*** (0.004)	-0.020	-0.093*** (0.004)	-0.019	-0.090*** (0.005)	-0.018
Concesso	-0.156*** (0.011)	-0.032	-0.163*** (0.011)	-0.034	-0.132*** (0.011)	-0.027	-0.127*** (0.011)	-0.026	-0.125*** (0.015)	-0.026
Numero di sezioni tecnologiche	0.001 (0.011)	0.0002	0.003 (0.011)	0.0005	0.007 (0.011)	0.001	0.009 (0.011)	0.002	0.014 (0.014)	0.003
Numero di rivendicazioni			-0.004*** (0.001)	-0.0009	-0.004*** (0.001)	-0.0007	-0.003*** (0.001)	-0.0007	-0.002* (0.001)	-0.0004
Numero di famiglie brevettuali					-0.019*** (0.002)	-0.004	-0.018*** (0.002)	-0.004	-0.015*** (0.002)	-0.003
Citazioni a ritroso							-0.037*** (0.003)	-0.008	-0.041*** (0.004)	-0.008
Indice di originalità									-0.122*** (0.023)	-0.025
Costante	-0.443*** (0.023)		-0.382*** (0.025)		-0.338*** (0.026)		-0.317*** (0.026)		-0.283*** (0.034)	
Effetti fissi annuali	Si		Si		Si		Si		Si	
Osservazioni	139.940		139.940		139.940		139.940		84.832	
Log pseudolikelihood	-83997.5		-83985.76		-83929.3		-83875.059		-50494.615	
Wald chi2	1334.98		1366.65		1495.38		1627.16		1046.26	
Pseudo R ²	0.0075		0.0077		0.0083		0.0090		0.0091	

Errori standard robusti tra parentesi

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

L'analisi dei risultati della regressione logistica frazionaria presentati in Tabella 14 fornisce un quadro chiaro dell'impatto dei brevetti universitari sugli spillover tecnologici.

La dummy universitaria si distingue per il suo coefficiente positivo e altamente significativo, indicando che i brevetti universitari tendono a ricevere citazioni da settori tecnologici diversi rispetto a quelli di origine. L'effetto marginale medio (AME) associato a questa variabile, pari a circa 0.030, evidenzia che un brevetto con affiliazione universitaria incrementa in media di 3 punti percentuali la possibilità che le citazioni provengano da settori tecnologici distinti. Questo dato sottolinea il ruolo fondamentale delle università nel favorire l'innovazione trasversale, contribuendo a una diffusione della conoscenza che travalica i confini dei settori di appartenenza. Le università, infatti, si caratterizzano per un approccio multidisciplinare alla ricerca e per la capacità di esplorare nuove frontiere scientifiche, generando conoscenze che spesso trovano applicazioni in ambiti diversi. La co-assegnazione brevettuale mostra anch'essa un effetto positivo e significativo, con un AME di 0.003. Questo dato può essere interpretato alla luce della collaborazione interistituzionale o del coinvolgimento di attori diversi nella fase di applicazione del brevetto, il che tende ad aumentare le potenzialità di diffusione della conoscenza in settori

differenti. Tale risultato riflette l'importanza di reti di cooperazione nel contesto della produzione scientifica e tecnologica, in grado di amplificare l'impatto innovativo delle invenzioni. In contrasto, la variabile che indica la quantità di sezioni tecnologiche coperte dal brevetto, presenta un coefficiente negativo e altamente significativo, con un AME di -0.032. Ciò implica che una maggiore generalizzazione in termini di sezioni IPC già "in partenza" riduce la probabilità di generare spillover tecnologici in ambiti differenti. Il numero di rivendicazioni mostra invece un coefficiente positivo e significativo, con un AME che indica un lieve incremento nella diversificazione delle citazioni. Questo suggerisce che brevetti con una portata più ampia e una struttura complessa hanno una maggiore probabilità di essere applicati in contesti diversi, grazie alla loro versatilità e adattabilità. Dal punto di vista temporale, la variabile relativa agli anni di deposito indica un pattern interessante: i coefficienti per gli anni antecedenti al 2010 tendono a essere positivi, evidenziando una maggiore probabilità di spillover nei primi anni di analisi, mentre negli anni più recenti i valori diventano negativi o mostrano una significatività ridotta. Questo risultato può essere attribuito alla necessità di tempo affinché l'impatto dei brevetti si manifesti pienamente in altri settori, suggerendo che i brevetti più recenti potrebbero non aver ancora raggiunto il loro potenziale massimo in termini di diffusione tecnologica. Nel contesto degli spillover tecnologici, l'analisi dell'originalità del brevetto, come evidenziato nella tabella di regressione logistica frazionaria, assume un ruolo di rilievo per comprendere la capacità dei brevetti di propagare la conoscenza al di fuori del settore di riferimento. In questo caso, il coefficiente relativo all'originalità (0.916 con un AME di 0.035) è positivo e significativo, indicando che una maggiore originalità del brevetto è correlata a una più alta probabilità che il brevetto riceva citazioni da settori tecnologici diversi da quello focale. Ciò mette in luce che i brevetti che combinano conoscenze di aree tecnologiche eterogenee tendono a influenzare una gamma più ampia di ambiti tecnologici, favorendo percorsi di innovazione e connessioni interdisciplinari a più ampio raggio.

7. Conclusioni

La letteratura scientifica contemporanea sulle ricadute di conoscenza offre una visione articolata del ruolo che tali esternalità ricoprono nella teoria economica. Tuttavia, essa risulta talvolta contraddittoria. Pur esistendo un accordo generale sul fatto che gli spillover di conoscenza si diffondano, persiste un dibattito significativo riguardo alla loro natura ed origine, con particolare attenzione alle differenze tra quelli promossi dall'industria e quelli derivanti dalle università. Sebbene sia comunemente accettato che gli spillover complessivi dei brevetti universitari siano maggiori e più significativi rispetto a quelli prodotti da un campione comparabile di brevetti industriali, questa visione non è sempre confermata, poiché i flussi di conoscenza tra le università, talvolta esclusi dal concetto di spillover, non sempre garantiscono un impatto superiore.

Questo lavoro di tesi si inserisce in questa discussione, evidenziando il contributo significativo dei brevetti universitari nel panorama dell'innovazione e le sfide che accompagnano il loro impatto nella diffusione della conoscenza. L'analisi descrittiva inizialmente condotta si è focalizzata sullo studio delle università come fonti di innovazione, valutando la loro capacità di influenzare l'ambiente circostante attraverso spillover di conoscenza. Tali spillover, osservati nelle dimensioni citazionali, tecnologiche e geografiche, costituiscono un elemento essenziale per comprendere il grado di permeabilità e diffusione della conoscenza generata nell'ambito accademico, dimostrando al contempo come il sapere prodotto si propaghi oltre i confini istituzionali e geografici di origine.

Dall'analisi statistica è emerso che i brevetti universitari, pur mostrando un'elevata capacità di creare innovazioni di frontiera, presentano alcune peculiarità che ne influenzano l'impatto. In particolare, studiando le citazioni ricevute dai brevetti nel tempo si è potuta notare una differenza significativa rispetto ai brevetti industriali, con i brevetti universitari che tendono a ricevere un numero inferiore di citazioni. Questo risultato, apparentemente controintuitivo, è stato spiegato attraverso il loro orientamento spesso più teorico, meno direttamente applicabile rispetto ai brevetti industriali, e un focus diverso sulla ricerca piuttosto che sullo sfruttamento commerciale. Tuttavia, l'indagine di tesi ha messo in luce come la concessione di un brevetto possa aumentare significativamente il suo valore percepito, favorendo un maggior numero di citazioni, sebbene l'effetto sia meno pronunciato per i brevetti di origine accademica rispetto a quelli industriali.

Un aspetto di rilievo emerso è stato il ruolo delle variabili legate al numero di richiedenti e di inventori. I brevetti con un numero maggiore di richiedenti e inventori sembrano ricevere meno citazioni, suggerendo una possibile complessità o dispersione degli interessi che potrebbe ridurre il loro impatto diretto. Questi risultati indicano che la complessità organizzativa e la collaborazione

accademica, seppur indispensabili per la produzione scientifica, potrebbero influenzare la percezione dell'innovazione e la sua trasferibilità.

L'analisi degli spillover tecnologici ha ulteriormente chiarito come i brevetti universitari possano contribuire alla diffusione della conoscenza oltre i loro ambiti iniziali di applicazione. La variabile dipendente, rappresentante la quota di citazioni provenienti da settori o diversi rispetto al brevetto originario, ha fornito una misura chiara della capacità di penetrazione e trasferimento della conoscenza accademica. La rilevanza della multidisciplinarietà e le politiche di incentivazione al trasferimento tecnologico emergono come fattori chiave per rafforzare tale capacità.

Nonostante la dimostrata propensione alla diffusione della conoscenza, le università incontrano ostacoli nella massimizzazione dell'impatto dei loro brevetti. Tali ostacoli possono essere superati attraverso un rafforzamento delle collaborazioni con l'industria e un maggiore investimento nei meccanismi di trasferimento tecnologico, come i Technology Transfer Offices (TTOs), che fungono da ponte tra la ricerca accademica e l'applicazione pratica. L'incremento delle politiche di Open Innovation e il coinvolgimento attivo di accademici e ricercatori nelle reti industriali possono ulteriormente favorire la crescita e il consolidamento degli spillover, sia sul piano tecnologico che territoriale.

Gli sviluppi futuri della ricerca sugli spillover di conoscenza generati dai brevetti universitari possono essere orientati verso diversi percorsi di approfondimento. Un'area particolarmente rilevante riguarda la valutazione delle politiche di incentivazione all'innovazione e al trasferimento tecnologico. Analizzare i differenti regimi di protezione intellettuale e i programmi di sostegno adottati a livello nazionale e internazionale permetterebbe di comprendere quali interventi risultano più efficaci nel massimizzare l'impatto dei brevetti universitari.

L'analisi delle politiche pubbliche, mirata a individuare le buone pratiche e le aree di miglioramento, consentirebbe di promuovere interventi che rafforzino il trasferimento tecnologico e l'adozione dell'innovazione in diversi contesti economici.

Un altro aspetto significativo è il confronto internazionale, che permetterebbe di mettere a fuoco le differenze culturali, istituzionali e di governance che influenzano la diffusione della conoscenza. In un contesto sempre più globalizzato, confrontare i modelli di collaborazione tra università e industria in varie regioni del mondo potrebbe offrire preziose indicazioni su come massimizzare l'impatto della ricerca accademica e favorire la creazione di reti internazionali di innovazione.

Infine, sarebbe interessante analizzare gli effetti della digitalizzazione e delle tecnologie emergenti nei meccanismi di esternalità di conoscenza. La crescente diffusione di tecnologie come l'intelligenza artificiale, la blockchain e l'IoT sta rivoluzionando il modo in cui la conoscenza viene trasferita e applicata. Approfondire il ruolo della digitalizzazione nel favorire la creazione e la diffusione degli spillover potrebbe rivelare nuove opportunità e sfide legate alla protezione della

proprietà intellettuale, alla collaborazione tra università e industria e all'etica dell'innovazione. Esplorare tali dinamiche consentirebbe di sviluppare strategie e politiche in grado di massimizzare il contributo della conoscenza accademica al progresso tecnologico e alla crescita economica globale.

Bibliografia

Acs, Z. J., Anselin, L., & Varga, A. (2002). "Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge." *Research Policy*, 31(7), 1070-1085.

Acs, Z. J., Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (2002). "Real effects of academic research: Comment." *The American Economic Review*, 82(1), 363-367.

Almeida, B. P., Gonçalves, E., Silva, A. S., & Reis, R. C. (2021). "Internalization of knowledge spillovers by regions: A measure based on self-citation patents." *The Annals of Regional Science*, 66(2), 309-330.

Amara, N., & Landry, R. (2005). "Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: Evidence from the 1999 Statistics Canada innovation survey." *Technovation*, 25(3), 245-259.

Antonelli, C. (1996). "Localized knowledge percolation processes and information networks." *Journal of Evolutionary Economics*, 6, 281-295.

Archibugi, D. (1988). "In Search of a Useful Measure of Technological Innovation." *Technological Forecasting and Social Change*, 34(3), 253-277.

Archibugi, D. (1992). "Patenting as an Indicator of Technological Innovation: A Review." *Science and Public Policy*, 19, 357-368.

Archibugi, D., Filippetti, A., & Frenz, M. (2013). "Economic crisis and innovation: Is destruction prevailing over accumulation?" *Research Policy*, 42(2), 303-314.

Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production." *The American Economic Review*, 86(3), 630-640.

Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., & Wright, M. (2013). "Technology transfer in a global economy." *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 301-312.

Bekkers, R., & Bodas Freitas, I. M. (2008). "Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?" *Research Policy*, 37(10), 1837-1853.

Bellucci, A., & Pennacchio, L. (2015). "University knowledge and firm innovation: Evidence from European countries." *The Journal of Technology Transfer*, 41(4), 730-752.

Boschma, R. (2005). "Proximity and innovation: A critical assessment." *Regional Studies*, 39(1), 61-74.

Boschma, R., Minondo, A., & Navarro, M. (2013). "The emergence of new industries at the regional level in Spain: A proximity approach based on product relatedness." *Economic Geography*, 89(1), 29-51.

Bottazzi, L., & Peri, G. (2003). "Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data." *European Economic Review*, 47, 687-710.

- Breschi, S., & Lissoni, F. (2009). "Mobility of skilled workers and co-invention networks: An anatomy of localized knowledge flows." *Journal of Economic Geography*, 9(4), 439-468.
- Breschi, S., & Malerba, F. (2001). "The Geography of Innovation and Economic Clustering: Some Introductory Notes." *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 817-833.
- Bryce, D. J., & Winter, S. G. (2009). "A General Interindustry Relatedness Index." *Management Science*, 55(9), 1570–1585.
- Bush, V. (1945). *Science: The Endless Frontier*. U.S. Government Printing Office.
- Calderini, M., & Scellato, G. (2005). "Academic research, technological specialization and the innovation performance in European regions: An empirical analysis in the wireless sector." *Industrial and Corporate Change*, 14(2), 279-305.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1986). *Econometric Models Based on Count Data: Comparisons and Applications of Some Estimators and Tests*. *Journal of Applied Econometrics*.
- Cantwell, J. (1989). *Technological Innovation and Multinational Corporations*. Basil Blackwell.
- Carpenter, M. P., & Narin, F. (1993). "Measuring the linkage between U.S. technology and public science." *Research Policy*, 22(2), 181-199.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D." *The Economic Journal*, 99(397), 569-596.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). "Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D." *Management Science*, 48(1), 1-23.
- Colombelli, A., Krafft, J., & Quatraro, F. (2014). "The emergence of new technology-based sectors in European regions: A proximity-based analysis of nanotechnology." *Research Policy*, 43(10), 1681–1696.
- Commissione Europea (2010). "Europa 2020: Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile e inclusiva."
- Crescenzi, R., Rodríguez-Pose, A., & Storper, M. (2007). "The territorial dynamics of innovation: A Europe–United States comparative analysis." *Journal of Economic Geography*, 7(6), 673–709.
- Crespi, G., Geuna, A., & Verspagen, B. (2011). "University IPRs and knowledge transfer: Is the IPR ownership model more efficient?" *Economics of Innovation and New Technology*, 20(7), 629-648.
- Caviggioli, F., De Marco, A., & Scellato, G. (2023). "The impact of public funding on university patenting: Evidence from the Italian research assessment exercise." *The Journal of Technology Transfer*, 48(1), 1-25.
- David, P. A., & Foray, D. (1994). "The economics of EDI standards diffusion." In *Global telecommunications strategies and technological changes*. North Holland.

- De Marco, A., & Caviggioli, F. (2024). "University patenting and technology transfer: A systematic literature review." *Research Policy*, 53(1), 104635.
- Dorfman, N. (1983). "Route 128: The development of a regional high technology economy." *Research Policy*, 12, 299-316.
- D'Este, P., & Patel, P. (2007). "University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?" *Research Policy*, 36(9), 1295-1313.
- Englander, A. S., Evenson, R., & Hanazaki, M. (1988). "R&D, innovation and the total factor productivity slowdown." *Growth*, 3, 1.
- Evenson, R., & Putnam, J. (1988). "The Yale-Canada patent flow concordance." Yale University Economic Growth Center Working Paper.
- Etzkowitz, H. (1983). "Entrepreneurial scientists and entrepreneurial universities in American academic science." *Minerva*, 21(2-3), 198-233.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. R. C. (2000). "The future of the university and the university of the future: Evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm." *Research Policy*, 29(2), 313-330.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). "The dynamics of innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations." *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Feller, I. (1990). "Universities as engines of R&D-based economic growth: They think they can." *Research Policy*, 19(4), 335-348.
- Feldman, M. P., & Audretsch, D. B. (1999). "Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition." *European Economic Review*, 43(2), 409-429.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter Publishers.
- Gambardella, A., Harhoff, D., & Verspagen, B. (2005). "The value of European patents." *European Management Review*, 2(2), 69-84.
- Geuna, A., & Muscio, A. (2009). "The governance of university knowledge transfer: A critical review of the literature." *Minerva*, 47(1), 93-114.
- Geuna, A., & Rossi, F. (2011). "Changes to university IPR regulations in Europe and the impact on academic patenting." *Research Policy*, 40(8), 1068-1076.
- Goldfarb, B., & Henrekson, M. (2003). "Bottom-up versus top-down policies towards the commercialization of university intellectual property." *Research Policy*, 32(4), 639-658.
- Griliches, Z. (1979). "Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth." *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.
- Griliches, Z. (1990). "Patent statistics as economic indicators: A survey." *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661-1707.

- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press.
- Guellec, D., & van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2001). "The internationalisation of technology analysed with patent data." *Research Policy*, 30(8), 1253-1266.
- Hägerstrand, T. (1967). *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. University of Chicago Press.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2001). "Market Value and Patent Citations: A First Look." University of California, Berkeley, Dept. of Economics Working Paper.
- Harhoff, D., Narin, F., Scherer, F. M., & Vopel, K. (1999). "Citation frequency and the value of patented inventions." *The Review of Economics and Statistics*, 81(3), 511-515.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., & Vopel, K. (2003). "Citations, family size, opposition and the value of patent rights." *Research Policy*, 32(8), 1343-1363.
- Henderson, R., Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (1998). "Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting, 1965–1988." *The Review of Economics and Statistics*, 80(1), 119-127.
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). "The Product Space Conditions the Development of Nations." *Science*, 317(5837), 482–487.
- Jaffe, A. B. (1986). "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value." *American Economic Review*, 76(5), 984-1001.
- Jaffe, A. B. (1993). "Real effects of academic research." *The American Economic Review*, 79(5), 957-970.
- Jaffe, A. B., Fogarty, M. S., & Trajtenberg, M. (2000). "Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors." *American Economic Review*, 90(2), 215-218.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations." *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577-598.
- Kodama, F. (1986). "Technological Diversification of Japanese Industry." *Science*, 233, 253-392.
- Kuznets, S. (1962). "Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement." In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 19-52). Princeton University Press.
- Laursen, K. (2011). "User–producer interaction as a driver of innovation: Costs and advantages in an open innovation model." *Science and Public Policy*, 38(9), 713-723.
- Lanjouw, J. O., Pakes, A., & Putnam, J. (1998). "How to count patents and value intellectual property: Uses of patent renewal and application data." *The Journal of Industrial Economics*, 46(4), 405-432.
- Lanjouw, J. O., & Schankerman, M. (2004). "Patent quality and research productivity: Measuring innovation with multiple indicators." *The Economic Journal*, 114(495), 441-465.

- Leydesdorff, L., Wagner, C. S., Park, H. W., & Adams, J. (2016). "International collaboration in science: The global map and the network." *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(2), 237-253.
- Levin, R. C., Klevorick, A. K., Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1987). "Appropriating the returns from industrial research and development." *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987(3), 783-831.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers.
- Maclaurin, W. R. (1953). "The Sequence from Invention to Innovation and Its Relation to Economic Growth." *The Quarterly Journal of Economics*, 67(1), 97-111.
- Mansfield, E. (1983). "Long Waves and Technological Innovation." *The American Economic Review*, 73(2), 141-145.
- Mansfield, E. (1991). "Academic research and industrial innovation." *Research Policy*, 20(1), 1-12.
- Mansfield, E. (1995). "Academic research underlying industrial innovations: Sources, characteristics, and financing." *The Review of Economics and Statistics*, 77(1), 55-65.
- Mansfield, E., & Lee, J. Y. (1996). "The modern university: Contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support." *Research Policy*, 25(7), 1047-1058.
- Maurseth, P. B., & Verspagen, B. (1998). "Knowledge spillovers in Europe and its consequences for systems of innovation." *ECIS Working Paper Series (Vol. 9801)*. Technische Universiteit Eindhoven
- Meyer, M. (2002). "Tracing knowledge flows in innovation systems: A bibliometric study of publicly funded R&D projects." *Research Policy*, 30(4), 641-657.
- Morgan, K. (1997). "The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal." *Regional Studies*, 31, 491-504.
- Mohamed, M. M. A., Liu, P., & Nie, G. (2022). "Causality between Technological Innovation and Economic Growth: Evidence from the Economies of Developing Countries." *Sustainability*, 14(6), 1-39.
- Nagaoka, S., Motohashi, K., & Goto, A. (2010). "Chapter 25: Patent Statistics as an Innovation Indicator." In *Handbook of the Economics of Innovation (Vol. 2, pp. 1083-1127)*. Elsevier.
- Moreno, R., Paci, R., & Usai, S. (2005). "Spatial spillovers and innovation activity in European regions." *Environment and Planning A*, 37(10), 1793-1812.
- Neffke, F., Henning, M., & Boschma, R. (2011). "How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions." *Economic Geography*, 87(3), 237-265.
- Narin, F., Hamilton, K. S., & Olivastro, D. (1997). "The increasing linkage between U.S. technology and public science." *Research Policy*, 26(3), 317-330.
- OECD (2009). *OECD Patent Statistics Manual*. OECD Publishing.

- Pakes, A., & Griliches, Z. (1980). "Patents and R&D at the firm level: A first look." In Z. Griliches (Ed.), *R&D, Patents, and Productivity* (pp. 55-72). University of Chicago Press.
- Pakes, A., & Schankerman, M. (1986). "Estimates of the value of patent rights in European countries during the post-1950 period." *The Economic Journal*, 96(384), 1052-1076.
- Park, M., & Singh, H. (2023). "Papers and patents are becoming less disruptive over time." *Nature*, 597(7884), 293-297.
- Richardson, H. W. (1973). *Regional Growth Theory*. Macmillan.
- Romer, P. M. (1990). "Are nonconvexities important for understanding growth?" *American Economic Review*, 80(2), 97-103.
- Scherer, F. M. (1983). "The propensity to patent." *International Journal of Industrial Organization*, 1(1), 107-128.
- Schmutzler, A. (1999). "The New Economic Geography." *Journal of Economic Surveys*, 13, 355–379.
- Şener, S., & Sarıdoğan, E. (2011). "The Effects of Science-Technology-Innovation on Competitiveness and Economic Growth." *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 24, 815-828.
- Stefano Breschi, F., & Lissoni, F. (2001). "Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey." *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 975-1005.
- Teece, D., Rumelt, R., Dosi, G., & Winter, S. (1994). "Understanding corporate coherence: Theory and evidence." *Journal of Economic Behavior and Organization*, 23, 1-30.
- Thursby, J. G., & Thursby, M. C. (2002). "Who is selling the ivory tower? Sources of growth in university licensing." *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Trajtenberg, M. (1990a). "A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations." *RAND Journal of Economics*, 21(1), 172-187.
- Trajtenberg, M., Henderson, R., & Jaffe, A. B. (1997). "University versus corporate patents: A window on the basicness of invention." *Economics of Innovation and New Technology*, 5(1), 19-50.
- Uyarra, E. (2010). "Conceptualizing the regional roles of universities: Implications and contradictions." *European Planning Studies*, 18(8), 1227–1246.
- von Wartburg, I., Teichert, T., & Rost, K. (2005). "Inventive progress measured by multi-stage patent citation analysis." *Research Policy*, 34(10), 1591-1607.