

POLITECNICO DI TORINO



Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale:
Eternalità, flussi di conoscenza e Green Innovation:
analisi empirica delle reti dell'innovazione in Italia

Candidato: Federico Scredo

Relatori: prof. Luigi Buzzacchi
prof. Antonio De Marco

Sommario

Abstract.....	1
Capitolo 1. Letteratura	2
Capitolo 2. Dati e metodologia	10
2.1. Dataset.....	12
2.2. Metodologia	16
2.2.1. Applicativi.....	16
2.2.2. Elaborazione preliminare dei dati.....	17
Capitolo 3. Analisi preliminare dei dati	19
3.1. Distribuzione Geografica.....	19
3.2. Distribuzione Tecnologica.....	26
Capitolo 4. Reti dell'innovazione	34
4.1. Costruzione dei grafi.....	36
4.1.1. Grafo delle citazioni (analisi dei flussi di conoscenza)	36
4.1.2. Grafo degli inventori e assegnatari (analisi delle collaborazioni)	38
4.2. Analisi delle reti.....	39
4.2.1. Densità	39
4.2.2. Grado.....	41
4.2.3. Comunità	42
Capitolo 5. Esternalità e flussi di conoscenza	46
5.1. Introduzione.....	46
5.2. Metodologia	47
5.2.1. Il campione principale	48
5.2.2. Gruppo di controllo	50
5.2.3. Test statistici	53
5.3. Risultati	56
5.3.1. Analisi aggiuntive	59
Capitolo 6. Green Innovation.....	69
6.1. Introduzione.....	69
6.1.1. Effetti della regolamentazione sul mercato: l'esempio del fotovoltaico.....	75

6.2.	Metodologia	80
6.3.	Il contesto italiano	84
6.3.1.	Distribuzione geografica	84
6.3.2.	Distribuzione tecnologica.....	90
6.4.	Analisi dei flussi collaborativi	96
6.5.	Analisi delle citazioni.....	100
6.5.1.	Risultati	102
6.5.2.	Il caso dei brevetti per il Pollution control e i Bio-fuels	108
6.6.	Implicazioni di policy	114
Capitolo 7.	Conclusioni.....	117
7.1.	Limitazioni	122
7.2.	Analisi future	124
Allegati.....		125
Bibliografia		141
Sitografia.....		144

Indice delle figure

Figura 1.1 - Il meccanismo degli spillovers di conoscenza.....	3
Figura 1.2 - Simulazione della diffusione dell'informazione all'interno di una rete sociale..	4
Figura 1.3 - Esempio di rete dell'innovazione basata sulle citazioni tra brevetti	5
Figura 1.4 - Sostenibilità nel ciclo di vita di un prodotto.....	8
Figura 3.1 - Mappa del numero di brevetti per regione.....	22
Figura 3.2 - Mappa del numero di brevetti per provincia	24
Figura 4.1 - Esempio di grafo orientato e non pesato.....	35
Figura 4.2 - Esempio di grafo non orientato e pesato.....	35
Figura 4.3 - Grafo delle citazioni tra brevetti italiani	37
Figura 4.4 - Grafo delle co-assegnazioni	38
Figura 5.1 - Esempio di citazione del campione.....	48
Figura 5.2 - Esempio di mappa geografica delle citazioni ricevute da un brevetto su scala regionale	49
Figura 5.3 - Esempio di estrazione di un brevetto per il gruppo di controllo	50
Figura 6.1 - Schema del processo di Eco-Innovation.....	70
Figura 6.2 - Opportunità per l'innovazione sostenibile	71
Figura 6.3 - Principali componenti di un impianto fotovoltaico	75
Figura 6.4 - Grafo delle citazioni da/a brevetti green.....	83
Figura 6.5 - Grafo delle collaborazioni nello sviluppo di brevetti green.....	83
Figura 6.6 - Mappa regionale del numero di brevetti green	86
Figura 6.7 - Esempio di flussi di citazioni dal/al brevetto	101

Indice delle tabelle

Tabella 3.1 - Numero di brevetti per area geografica.....	20
Tabella 3.2 - Numero di brevetti per regione	21
Tabella 3.3 - Top 5 Sistemi Locali del Lavoro per numero di brevetti	25
Tabella 3.4 - Classificazione IPC - Source: wipo.int.....	27
Tabella 3.5 - Numero di brevetti per sezione IPC.....	29
Tabella 3.6 - Percentuale brevetti in ogni sezione IPC a livello regionale	31
Tabella 3.7 - Apporto regionale ad ogni sezione IPC	31
Tabella 3.8 - Prime 10 sottoclassi (IPC4) per numero di brevetti.....	32
Tabella 5.1 - Tabella di adiacenza delle citazioni per ripartizione geografica (A)	48
Tabella 5.2 - Tabella di adiacenza delle citazioni per ripartizione geografica (B)	49
Tabella 5.3 - Matrice di adiacenza del gruppo di controllo a livello di ripartizione geografica (C).....	51
Tabella 5.4 - Matrice di adiacenza del gruppo di controllo a livello di ripartizione geografica (D).....	52
Tabella 5.5 - Risultati delle analisi di correlazione geografica delle citazioni tra brevetti ...	56
Tabella 5.6 - Intervalli di confidenza per la differenza delle proporzioni.....	57
Tabella 5.7 - Corrispondenze IPC nel campione di citazioni	59
Tabella 5.8 - Flussi di citazioni tra sezioni IPC.....	60
Tabella 6.1 - Classificazione IPC Green Inventory (IPCGI).....	81
Tabella 6.2 - Numero di classi IPC4, per ogni sezione IPC nei settori individuati dalla classificazione IPCGI.....	82
Tabella 6.3 - Numero di brevetti green per area geografica.....	85
Tabella 6.4 - Prime 10 province per numero di brevetti green.....	86
Tabella 6.5 - Primi 10 ambiti green nella provincia di Roma	88
Tabella 6.6 - Primi 5 ambiti green nella provincia di Genova.....	89
Tabella 6.7 - Numero di brevetti per settore del IPCGI	90
Tabella 6.8 - Prime dieci categorie IPCGI per numero di brevetti.....	91
Tabella 6.9 - Percentuale brevetti in ogni settore IPCGI a livello regionale.....	94
Tabella 6.10 - Apporto regionale ad ogni settore IPCGI.....	95
Tabella 6.11 - Tabella di adiacenza delle collaborazioni a livello di ripartizione geografica	96
Tabella 6.12 - Percentuale di corrispondenze nelle collaborazioni.....	97
Tabella 6.13 - Prime province per numero di corrispondenze nelle collaborazioni	97
Tabella 6.14 - Primi 10 classi IPCGI per numero di assegnazioni di brevetti soggetti a collaborazione	99
Tabella 6.15 - Corrispondenze nelle citazioni per ogni aggregazione geografica	100

Tabella 6.16 - Flussi tecnologici nelle citazioni con brevetto citante green e citato non green	103
Tabella 6.17 - Flussi tecnologici nelle citazioni con brevetto citante non green e citato green	103
Tabella 6.18 - Flussi tecnologici nelle citazioni tra brevetti green	106
Tabella 6.19 - Numero di assegnazioni di brevetti "Pollution-control" ad ogni regione...	108
Tabella 6.20 - Prime 5 province per numero di assegnazioni di brevetti "Pollution-control"	108
Tabella 6.21 - Prime 10 classi IPC4 per citazioni effettuate e ricevute da brevetti "Pollution control"	109
Tabella 6.22 - Numero di assegnazioni di brevetti "Bio-fuels" ad ogni regione	110
Tabella 6.23 - Prime 5 province per numero di assegnazioni di brevetti "Bio-fuels"	111
Tabella 6.24 - Prime 10 classi IPC4 per citazioni effettuate e ricevute da brevetti "Bio-fuels"	112

Indice dei grafici

Grafico 3.1 - Numero di brevetti per 100mila abitanti in ogni ripartizione geografica.....	20
Grafico 3.2 - Rappresentazione regionale numero brevetti in relazione al PIL pro-capite..	23
Grafico 3.3 - Numero di brevetti per regione, ordinate per PIL pro-capite	23
Grafico 3.4 - Percentuale di brevetti per sezione IPC	29
Grafico 3.5 - Andamento applications annuali in ogni sezione IPC	29
Grafico 4.1 - Distribuzione dei gradi del grafo delle citazioni da/a brevetti del campione .	41
Grafico 4.2 - Distribuzione dei gradi del grafo delle citazioni tra brevetti del campione....	41
Grafico 4.3 - Distribuzione dei gradi del grafo delle collaborazioni dei brevetti del campione.....	42
Grafico 4.4 - Sottografo della rete di collaborazioni	43
Grafico 4.5 - Clustering di un sottografo della rete delle collaborazioni basato su algoritmi di Edge Betweenness	44
Grafico 4.6 - Sottografo delle co-assegnazioni di brevetti, colori in base all'area geografica	45
Grafico 5.1 - Numero di citazioni ottenute lungo il ciclo di vita dei brevetti	63
Grafico 5.2 - Evoluzione temporale della percentuale di corrispondenze geografiche.....	64
Grafico 6.1 - Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici	76
Grafico 6.2 - Riepilogo storico della produzione di energia in Italia	77
Grafico 6.3 - Andamento delle applications di brevetti relativi all'energia fotovoltaica	77
Grafico 6.4 - Distribuzione degli incentivi di mercato nel settore fotovoltaico a livello globale, 2015.....	79
Grafico 6.5 - Domande di brevetto per il fotovoltaico a livello globale, 2000-2015.....	79
Grafico 6.6 - Percentuale di brevetti green per area geografica	84
Grafico 6.7 - Percentuale di brevetti green per regione.....	85
Grafico 6.8 - Distribuzione dell'innovazione green nella provincia di Roma.....	87
Grafico 6.9 - Distribuzione dell'innovazione green nella provincia di Genova	88
Grafico 6.10 - Percentuale di brevetti per settore IPCGI.....	90
Grafico 6.11 - Evoluzione temporale del numero di brevetti per settore IPCGI	92
Grafico 6.12 - Distribuzione dei brevetti soggetti a collaborazione nella classificazione IPCGI.....	98

Indice degli allegati

Allegato 1 - Esempio di domanda per application di un brevetto presso l'European Patent Office	125
Allegato 2 - Diagramma Entità-Relazione della base di dati dei brevetti	126
Allegato 3 - Numero di brevetti per provincia/regione	127
Allegato 4 - Numero di brevetti in ogni sezione IPC diviso per regione	129
Allegato 5 - Numero brevetti per anno in ogni sezione IPC	132
Allegato 6 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle citazioni da/a brevetti italiani.....	133
Allegato 7 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle citazioni tra brevetti italiani	135
Allegato 8 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle co-assegnazioni	136
Allegato 9 - Andamento delle citazioni tra brevetti per ogni periodo di vita del brevetto	137
Allegato 10 - Numero di brevetti green per ogni regione	138
Allegato 11 - Ambiti green per numero di brevetti	139
Allegato 12 - Numero brevetti per anno in ogni sezione IPCGI.....	140

Abstract

As literature suggests, the patenting process is a powerful tool for identifying and evaluating how knowledge flows within a society.

In this research, by building the innovation network based on patents and their citations, we try to explore the Italian innovative environment in order to better understand the processes that drive its development, with particular regards to the role of knowledge spillovers.

First, we will focus on the role of the geographical and technological proximity, by analysing patent citations and collaborations data. Then, we will enforce this methodology to the Green Innovation context, providing institutions and firms a useful tool for implementing regulatory policies as well as Competitive and Business Intelligence strategies.

Capitolo 1. Letteratura

La teoria della crescita endogena (*Endogenous growth theory*) è una teoria economica che sostiene che lo sviluppo economico di un sistema sia generato come risultato dell'implementazione di suoi processi interni.

Secondo i sostenitori di questa teoria (Romer, 1986; Krugman, 1991; Grossman & Helpman, 1991), miglioramenti della produttività possono essere direttamente collegati ad un aumento degli investimenti nel capitale umano e una più rapida innovazione tecnologica. Suggestiscono quindi alle istituzioni pubbliche e ai privati la creazione di iniziative volte ad una maggiore diffusione della conoscenza e ad uno sviluppo dell'innovazione tramite un maggiore coinvolgimento di imprese ed individui nei processi di ricerca e sviluppo (*R&D*).

L'idea di fondo è che, in economie sempre più incentrate sulla conoscenza, investimenti in capitale umano e in innovazione generino ricavi nel lungo periodo sia grazie agli aumenti di produttività che ne derivano sia tramite la creazione di esternalità positive tra gli attori del sistema.

Mentre gli incrementi di produttività sono facilmente misurabili, è spesso molto complicato individuare e studiare i meccanismi attraverso cui le esternalità si generano e si diffondono all'interno della società.

Già nei primi anni del '900, con gli studi di Marshall (1920), ci si è interrogati sulle motivazioni dietro alla vicinanza geografica tra gli agenti dei vari settori, identificandone tre fattori principali:

- la concentrazione di domanda di lavoro altamente specializzato (*know-how*);
- lo sviluppo di mercati di materie prime, semilavorati e prodotti finiti (economie di densità);
- la creazione di esternalità di conoscenza (*Knowledge Spillovers*) tra le imprese e gli individui di uno stesso settore (esternalità di specializzazione; Marshall,

1920; Arrow, 1962 e Romer, 1986) e di settori diversi (esternalità di diversificazione, Jacobs, 1969).

Mentre i primi due sono processi ben noti nell'economia industriale, il terzo è sempre passato in secondo piano a causa dell'estrema difficoltà nel misurare flussi di informazioni che, per definizione, sono invisibili.

I flussi di conoscenza all'interno del sistema infatti, nascono e si diffondono sia grazie alla diretta volontà di condivisione da parte degli attori (collaborazioni, pubblicazioni, etc.) sia "passivamente" tramite lo scambio informale di informazioni derivante dai rapporti sociali tra soggetti.

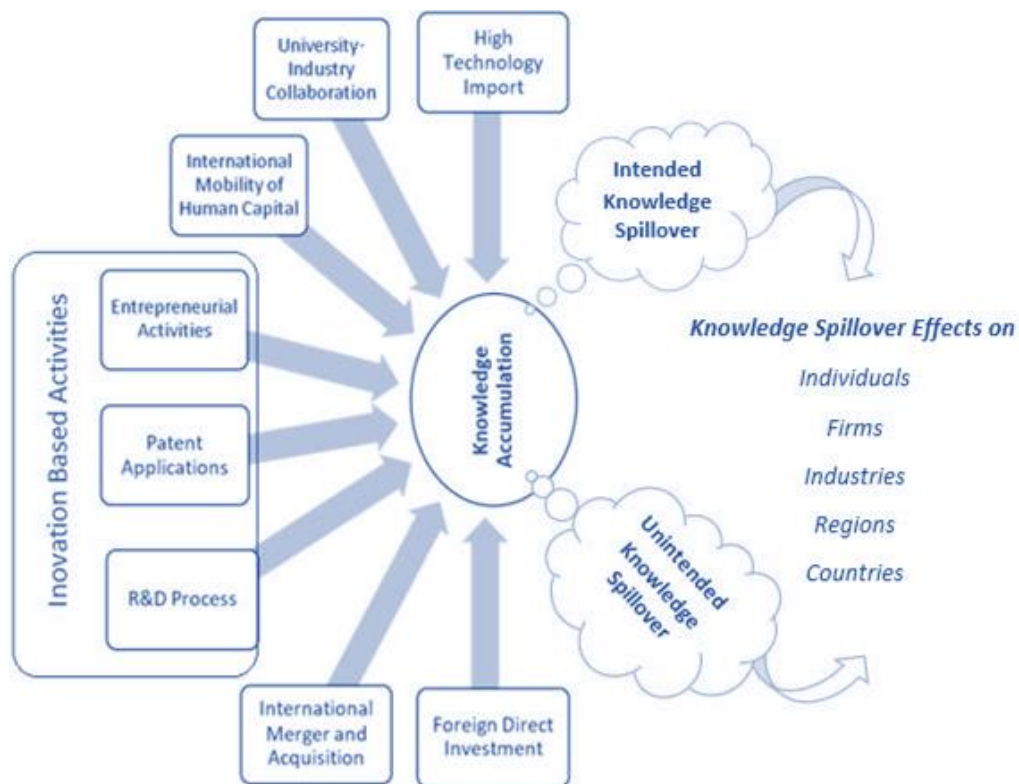


Figura 1.1 - Il meccanismo degli spillovers di conoscenza - Fonte: Özsoy, Seren, Hakan Tunahan and Sinan (2019)

È quindi evidente come questo tipo di fenomeni sia fortemente legato alla presenza di una o più reti sociali (*Social Networks*) in grado di descrivere il comportamento dei soggetti e le cui analisi possano essere ricondotte all'applicazione di due teorie:

- la teoria del capitale sociale (*Social capital theory*), secondo cui gli individui all'interno di una società acquisiscono risorse e generano capitali attraverso la complessa rete delle loro interconnessioni;
- la teoria del buco strutturale (*Structural hole theory*, Burt, 1992), che si sofferma sull'influenza della struttura della rete e della posizione dei soggetti al suo interno. Il punto principale di questa teoria verte sul fatto che in una rete molto chiusa e concentrata le informazioni tendono ad essere distribuite più omogeneamente tra i soggetti che la compongono e, al contrario, in reti molto aperte i soggetti in posizioni strategiche controllano i flussi di informazioni e di risorse della rete, acquisendo così un vantaggio competitivo.

Questo tipo di analisi è peraltro ben nota nella letteratura riguardante l'applicazione delle analisi di reti sociali (*Social Network Analysis*) a contesti più o meno collegati con i comportamenti economici dei soggetti (Jackson, 2014). Consentendo l'applicazione di modelli di tipo epidemiologico ad un contesto di tipo innovativo, trasformando quello che normalmente sarebbe un fattore di contagio in un fattore di diffusione di tecnologie e conoscenze, per valutare in quali punti della rete è possibile intervenire per massimizzare i benefici sia per la collettività quanto per i privati.

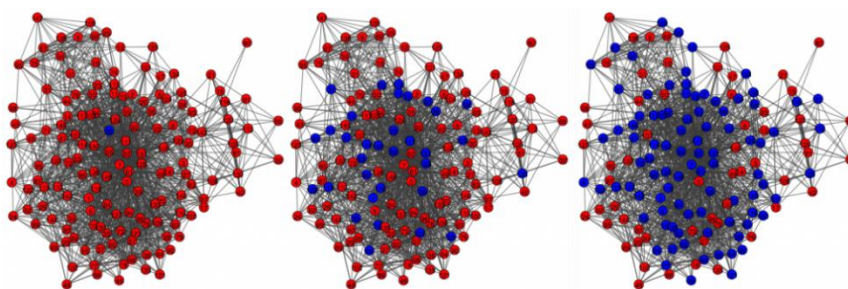


Figura 1.2 - Simulazione della diffusione dell'informazione all'interno di una rete sociale - Fonte: microsoft.com

Non è quindi da stupirsi se numerosi studiosi si siano posti l'interrogativo di quale tipo di rete fosse più adatta a descrivere questo tipo di fenomeni. Il problema principale è che, come detto prima, i flussi di conoscenza e, più in generale, di informazioni sono elementi intangibili e non direttamente rilevabili che necessitano pertanto di essere stimati dalla presenza e dalle caratteristiche di altri fenomeni. Per questo motivo i punti per il rilevamento di informazioni utili per la realizzazione di analisi sull'innovazione sono limitati ai fattori di input (e.g. livello di istruzione, investimenti e *know-how* pregresso) e di output in tali processi (e.g. brevetti, prodotti e servizi).

Evidenze empiriche hanno identificato nel sistema brevettuale uno strumento in grado di fornire una valida indicazione non solo della quantità ma anche della qualità dell'attività innovativa e dei meccanismi di trasmissione della conoscenza. Come dimostrato da Jaffe, Trajtenberg e Fogarty (2000) e da Jaffe e de Rassenfosse (2019) successivamente, infatti, la creazione di una rete di brevetti collegati dalle citazioni che intercorrono tra di essi è in grado di fornire indicazioni utili sull'impatto tecnologico futuro, sulla correlazione con le conoscenze preesistenti e sul valore economico che l'innovazione è in grado di generare.

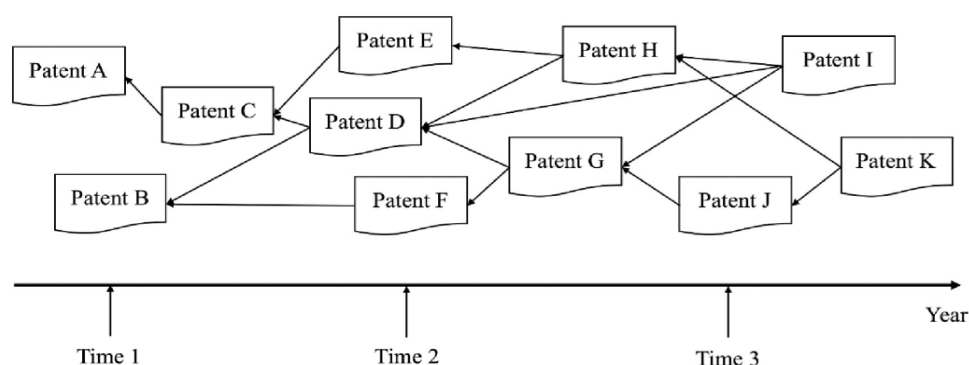


Figura 1.3 - Esempio di rete dell'innovazione basata sulle citazioni tra brevetti - Fonte: Chai et al. (2020)

I principali vantaggi dell'utilizzo del sistema brevettuale come *proxy* per la stima dell'attività innovativa e dei meccanismi di trasmissione della conoscenza (Archibugi & Pianta, 1996) sono:

- i brevetti descrivono trovati altamente innovativi, ben documentati, direttamente collegati con il processo di ricerca e sviluppo e in grado di generare vantaggi commerciali per i detentori;
- la completezza della documentazione brevettuale permette di identificare i campi tecnologici di applicazione con estrema precisione;
- i depositi brevettuali sono documenti pubblici e facilmente accessibili a chiunque ne abbia interesse;
- la presenza di citazioni che mettano in relazione i trovati innovativi con gli elementi (altri depositi brevettuali, articoli scientifici, ect.) che ne hanno contribuito allo sviluppo.
- l'alto costo in termini economici e temporali esercita un effetto deterrente nel depositare richieste per invenzioni qualitativamente inadatte o non in grado di rientrare dell'investimento richiesto.

Quest'ultimo rappresenta oltretutto uno dei principali svantaggi di questa metodologia, infatti, l'alto costo di deposito potrebbe costringere i detentori di invenzioni particolarmente innovative a dover ricorrere a fonti di finanziamento che non sempre risultano essere facilmente accessibili e comportare talvolta una mancata registrazione di un brevetto che, attraverso la sua pubblicazione, avrebbe contribuito al progresso tecnologico. Ulteriori svantaggi sono:

- non tutte l'attività innovativa è brevettabile e, per questo, le informazioni riguardo a determinati campi tecnologici non sono rilevabili (e.g. software);
- la presenza di altre modalità alternative per la protezione della proprietà inventiva (principalmente il segreto industriale) riduce il numero di innovazioni brevettate;

- il contesto brevettuale varia notevolmente nei diversi contesti geografici, per via della natura organizzativa degli uffici brevettuali, dei costi e, generalmente, di fattori culturali della società.

Va inoltre tenuto a mente che non tutte le citazioni rappresentano flussi di conoscenza. Da numerosi studi (Jaffe, Trajtenberg e Fogarty, 2000) è stato infatti rilevato come oltre il 50% di esse siano frutto di aggiunte da parte dell'ufficio brevettuale o derivino da fattori esterni.

Molte analisi si sono quindi occupate di identificare quali fossero le cause della formazione della rete dell'innovazione nella sua particolare struttura, con particolare attenzione alla vicinanza geografica tra i soggetti. In altri termini, si è ricercata l'esistenza di una correlazione geografica nella distribuzione territoriale dell'innovazione nella società riconducendo quest'eventualità alla presenza di esternalità e, in particolare, di *spillovers* di conoscenza (Jaffe et al., 1993; Buzard et al., 2017; Carlino et al., 2020). Questo tipo di studi, benché basato su reti spesso molto diverse tra loro e in contesti molto eterogenei, ha generalmente dimostrato come la trasmissione delle informazioni nel campo dell'innovazione sia fortemente correlata con la distanza geografica tra i soggetti che la compongono. Tra soggetti vicini si verificano quindi un numero di interazioni molto elevato che, con l'aumentare della distanza, tende a diminuire.

Dal punto di vista settoriale poi, l'analisi delle reti dell'innovazione è in grado di fornire informazioni molto utili a istituzioni e privati per la realizzazione di politiche ad-hoc per favorire lo sviluppo tecnologico e per la creazione di strategie di *Competitive e Business intelligence* aziendale.

In questo senso, un interessante caso di applicazione è quello della così detta *Green Innovation*, definita come *“the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is novel to the*

organization [...] and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impact of resources use” (Kemp & Pearson, 2007).

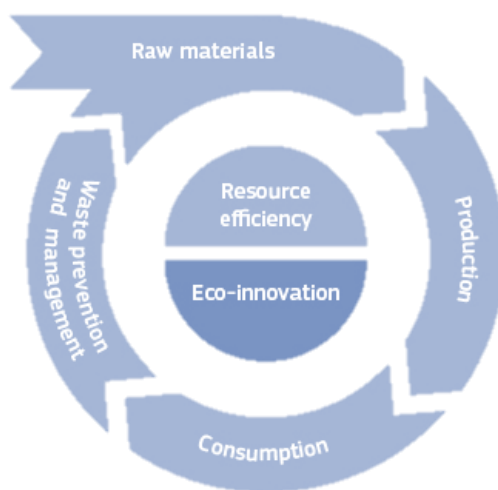


Figura 1.4 - Sostenibilità nel ciclo di vita di un prodotto - Fonte: ec.europa.eu

Con il progressivo aumento della consapevolezza globale verso le problematiche legate a temi di ecosostenibilità è infatti emersa la necessità di incanalare le risorse sia pubbliche che private su innovazioni in grado generare il maggior numero di benefici ambientali sia nel breve quanto nel lungo periodo.

In un contesto di innovazione, il beneficio sociale ottenuto tramite l'implementazione di una nuova tecnologia è spesso controbilanciato da un elevato costo di ricerca e sviluppo che potrebbe ridurre (o azzerare) i ritorni economici derivanti dall'investimento, scoraggiandone così la realizzazione e frenando l'evoluzione tecnologica.

Per questo motivo un così repentino cambio di rotta non è semplice e necessita una forte influenza sia a livello globale tramite accordi e trattati internazionali (come ad esempio: l'accordo di Parigi e l'*Eco-Innovation Action Plan* della commissione

europea) sia dalla realizzazione di politiche locali che forniscano incentivi adeguati ad imprese e privati.

È evidente quindi quanto importante possa essere lo sviluppo di strumenti per l'identificazione e la valutazione del valore (economico e sociale) di un'innovazione sulla base della struttura della rete e della sua posizione all'interno della stessa (Chai et al., 2020), andando così ad esplorare quali possano esserne i fattori influenzanti in modo da poter guidare le scelte di investimento pubbliche e private verso soggetti e tecnologie che meglio possano sostenere questo cambiamento.

Anche in questo caso il processo di creazione e diffusione delle esternalità di conoscenza gioca un ruolo fondamentale. Infatti, molti studi sono nati per valutare quanto e come la presenza di conoscenze pregresse sul territorio possa influenzare (sia positivamente che negativamente) la nascita e lo sviluppo di questo tipo di nuove tecnologie (Montresor e Quatraro, 2020; van den Berge et al., 2020) nonché per individuare le modalità attraverso cui gli attori del sistema ne ottengano l'accesso (Aldieri et al., 2019). I risultati ottenuti confermano l'assunzione che la presenza di conoscenze pregresse favorisca sia la diversificazione che lo sviluppo di nuove innovazioni ecosostenibili (*cleantech*), tuttavia l'entità di questo impatto è molto variabile in base alla natura del settore considerato.

Capitolo 2. Dati e metodologia

Volendo utilizzare il sistema brevettuale come strumento per l'analisi dello sviluppo e della diffusione dell'innovazione, è innanzitutto necessario fornire una piccola introduzione di quello che è il vocabolario utilizzato nel processo di deposito di un brevetto per poterne identificare le componenti essenziali.

Citando il Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) “un brevetto è un titolo in forza del quale si conferisce al titolare un monopolio temporaneo di sfruttamento di un trovato, per un periodo di tempo limitato, consistente nel diritto esclusivo di realizzarlo, disporne e farne un uso commerciale, vietando tali attività ad altri soggetti non autorizzati. Un brevetto non attribuisce al titolare un'autorizzazione al libero uso dell'invenzione coperta dal brevetto, ma solo il diritto di escludere altri soggetti dall'utilizzo della stessa.

Il diritto di esclusiva conferito dal brevetto ha efficacia solo nell'ambito dello stato che lo ha rilasciato (principio di territorialità). Possono essere oggetto di brevetto soltanto le innovazioni tecnologiche con applicazione industriale, che si presentano come soluzioni nuove, originali e concrete di un problema tecnico.”

Le componenti fondamentali di una domanda di brevetto (di cui è fornito un esempio in allegato 1) saranno quindi:

- Oggetto, innovazione/trovato di cui si vuole procedere alla brevettazione, dovrà rispettare le condizioni (novità, originalità e applicabilità industriale) sopra descritte;
- Ufficio di deposito, in accordo con il principio di territorialità ogni ufficio brevettuale fornisce il diritto di esclusività in una determinata area geografica. È comunque possibile depositare uno stesso brevetto in più uffici diversi (anche internazionali) per estendere tale diritto;

- Numero e data di deposito, il codice e la data associati alla domanda di deposito;
- Numero e data di pubblicazione, il codice e la data associati alla pubblicazione del brevetto;
- Codici tecnologici, rappresentano le aree tecnologiche di competenza dell'invenzione secondo la classificazione IPC (*International Patent Classification*) fornita dalla *World Intellectual Property Organization* (WIPO);
- Inventori, la lista degli inventori del brevetto, coloro cioè che hanno ideato e sviluppato l'innovazione;
- Richiedenti/titolari, coloro che depositano la domanda di brevettazione. Spesso coincidono con gli inventori ma, a seconda dei casi, potrebbero essere indicati uno o più richiedenti esterni. Il diritto di esclusività sull'invenzione è quindi disgiunto dal diritto di essere riconosciuti inventori della stessa.
- Citazioni, la lista dei trovati (brevetti o articoli scientifici) che, in qualche modo, sono collegati con l'oggetto del brevetto. La possibilità di citare brevetti ancora nel loro periodo di esclusività rappresenta il vero e proprio motore dello sviluppo dell'innovazione perché permette il continuo sviluppo tecnico che, altrimenti, sarebbe concentrato nelle mani del detentore del brevetto citato.

Il sistema brevettuale non è quindi da intendersi solo come un sistema di protezione della proprietà intellettuale, ma anche come sistema che favorisce e regola la pubblicazione e la diffusione dell'innovazione. Per questi motivi (come già accennato nella sezione Letteratura) questo sistema è particolarmente adatto per la creazione di studi sullo sviluppo innovativo sia a livello istituzionale (per la creazione di *policy*) sia come base per strategie di *Competitive e Business Intelligence* aziendale.

2.1. Dataset

La base di partenza di questo elaborato è il database contenente la lista dei brevetti italiani depositati presso l'*European Patent Office* (EPO), le classi associate a tali brevetti, le informazioni geografiche di inventori e richiedenti del brevetto e, infine, la lista delle citazioni effettuate e ricevute da ogni brevetto del campione.

Va specificato che, in questo elaborato, per "brevetti italiani" si intendono tutti quei brevetti che, nel processo di deposito presso l'EPO hanno indicato come inventore, richiedenti/assegnatari dei residenti sul territorio italiano. Questa regionalizzazione è utile per approssimare la presenza localizzata di specifiche conoscenze tecnologiche. L'assunzione implicita nel metodo è che le informazioni geografiche presenti negli indirizzi di inventori e titolari (o richiedenti) dei brevetti forniscano indicazioni più o meno precise sui luoghi in cui è avvenuto lo sviluppo dell'invenzione.

Il database (di cui è fornito un diagramma entità-relazione in allegato 2) è quindi composto dalle seguenti tabelle di dati:

- una lista contenente l'elenco dei circa 129mila brevetti italiani depositati presso l'EPO (*italian_ep_patents*). È composta dai campi:
 - il codice di deposito del brevetto (*application_code*);
 - il codice di pubblicazione del brevetto (*publication_code*);
 - una variabile binaria che assume valore 1 quando il brevetto ha almeno un inventore in Italia, 0 altrimenti (*inventor_dummy*);
 - una variabile binaria che assume valore 1 quando il brevetto ha almeno un richiedente in Italia e 0 altrimenti (*applicant_dummy*).
- l'elenco (circa 410mila osservazioni) dei codici tecnologici associati a ciascun brevetto del campione (*classes*) definiti nel formato *International Patent Classification* (IPC).

- la lista delle unità geografiche associate a ciascun brevetto del campione tramite gli inventori/richiedenti (*assgn_lctns*). Si tratta di circa 139mila campi localizzati in tutto il globo e, in particolare, su circa 4mila comuni italiani. I campi principali sono i seguenti:
 - il codice di deposito del brevetto (*appln_nb*);
 - il codice identificativo del soggetto (*prsn_id*);
 - una stringa contenente l'indirizzo completo (*adrs_tx*);
 - il codice (Istat) assegnato al comune di residenza (*mplty_code*);
 - il codice (Istat) del sistema locale del lavoro di appartenenza del comune (*llma_cd*);
 - il codice (NUTS) associato alla regione (*rgn_cd*);
 - il codice (ISO) della nazione (*ctry_cd*);

Infine, sono presenti anche due variabili che indicano rispettivamente il grado di ambiguità del processo di localizzazione del brevetto (0 indica che la regionalizzazione non ha dato esito deterministico, 1 altrimenti) e il reciproco del numero di inventori/richiedenti.

- la lista dei brevetti che sono citati da ciascun brevetto del campione (*bw_cits_to_ep*), si tratta quindi di tutte le citazioni dal brevetto di partenza a brevetti precedenti (citazioni effettuate o *backward*).

I principali campi di questa tabella sono:

- il codice di deposito del brevetto (*appln_nr*);
- il codice identificativo di deposito del brevetto (*appln_id*);
- l'identificativo di deposito del brevetto equivalente¹ nella famiglia brevettuale (*eq_appln_id*);

¹ con brevetto equivalente si intende un altro brevetto che protegge la medesima invenzione in un altro paese. Spesso infatti uno stesso brevetto viene depositato in luoghi diversi con tempistiche diverse, nonostante protegga lo stesso contenuto innovativo.

- una variabile binaria che vale 1 quando la citazione viene ricevuta direttamente da un brevetto del campione e 0 quando, invece, è ricevuta da un brevetto equivalente (*drct_fw_rfrc*).
- il codice di pubblicazione del brevetto equivalente nella famiglia brevettuale (*eq_publn_nr*);
- il codice di pubblicazione del brevetto citato (*bw_publn_nr*);
- la lista dei paesi di residenza dei richiedenti associati ai brevetti citanti (*bw_cits_to_ep_etry_assgn*);
- la lista dei paesi di residenza degli inventori associati ai brevetti citanti (*bw_cits_to_ep_etry_invtr*);
- la lista dei brevetti che citano ciascun brevetto di partenza (*fw_cits_from_ep*). Si tratta quindi di tutte le citazioni successive (citazioni ricevute o *forward*) associate al brevetto stesso. Questa tabella ha la medesima composizione della tabella contenente le citazioni effettuate (*bw_cits_to_ep*);
- la lista dei paesi di residenza dei richiedenti associati ai brevetti citati (*fw_cits_from_ep_etry_assgn*);
- la lista dei paesi di residenza degli inventori associati ai brevetti citati (*fw_cits_from_ep_etry_invtr*).

In aggiunta a questi, è stato necessario integrare altre due fonti di dati: il database contenente le informazioni descrittive della classificazione IPC e la lista dei comuni italiani stilata dall'Istat (aggiornata a gennaio 2020).

Il primo contiene le informazioni sulle 8 sezioni, 131 classi e 645 sottoclassi previste dalla classificazione, che saranno poi utilizzate per fornire le informazioni sull'area tecnologica di appartenenza di ogni brevetto nelle successive analisi.

La seconda fonte aggiuntiva contiene invece, per ognuno dei circa 8mila comuni italiani, le informazioni riguardo a:

- la denominazione del comune;

- il codice Istat associato al comune;
- la provincia e la regione di appartenenza;
- il sistema locale del lavoro (SLL) a cui viene assegnato il comune sulla base dei flussi di pendolarismo lavorativo dei residenti (la versione utilizzata è quella che fa riferimento all'ultimo Censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011);
- i codici che descrivono la nomenclatura delle unità territoriali statistiche (NUTS:IT), ossia dei codici alfanumerici che identificano le aree geografiche del paese con vari livelli di dettaglio: NUTS1 identifica le unità territoriali a livello di ripartizione geografica (Nord-Ovest, Nord-Est, Centro, Sud e Isole), NUTS2 aggiunge le informazioni riguardo la regione e, infine, NUTS3 identifica anche a livello provinciale.

Questi dati, benché già presenti all'interno della tabella di partenza (*assgn_lctns*), sono stati necessari per fornire un ulteriore grado di uniformità ai dati, visto che la suddivisione geografica italiana è in continua evoluzione tramite aggregazioni e scissioni di comuni (circa 320 nel periodo tra il 2010 e il 2020). A conferma di ciò, da un preventivo confronto tra le assegnazioni a comuni e la lista di comuni aggiornata al 2020, si sono trovate discrepanze di localizzazione su circa 150 comuni (risultanti in ambiguità di assegnazione su circa 2mila brevetti) che sono state corrette manualmente (si veda la sezione 2.2.2 Elaborazione preliminare dei dati).

Si è ritenuto necessario un così alto livello di scrupolosità perché, volendo dimostrare la correlazione geografica degli *spillover* di conoscenza, si temeva che queste ambiguità potessero portare a perturbazioni piuttosto ampie nei risultati ottenuti.

2.2. Metodologia

Dopo aver introdotto i dati di partenza per le analisi, si procede adesso ad una descrizione di quello che è stato il processo di creazione delle reti dell'innovazione.

2.2.1. Applicativi

In questa sezione si fornisce una breve panoramica di quelli che sono stati gli applicativi (*software*) utilizzati per condurre le analisi di questo elaborato.

Per quanto riguarda la gestione della base di dati precedentemente descritta, è stato importante avere una continua visualizzazione del database in maniera intuitiva ma allo stesso tempo esaustiva e personalizzabile. L'utilizzo di un *software client* (*HeidiSql*) per la visualizzazione del database caricato su un *server SQL* (*Mamp*) ha permesso di effettuare tutte le operazioni sui dati (tramite cosiddette *query*) in maniera veloce ed affidabile.

Punto fondamentale delle analisi è stata, poi, la creazione dei grafi che rappresentano le reti dell'innovazione in questione. A tal proposito le scelte *software* possibili erano numerose: da linguaggi di programmazione come *Python*, *Java* e *C* fino a *software* di analisi matematico-statistica come *R* e *Stata*. Dopo numerosi tentativi la scelta è ricaduta su *R* e la sua interfaccia grafica *RStudio* perché, trattandosi di *software open source*, *object-oriented*, molto diffuso e ben documentato, fornisce tutti gli strumenti per effettuare le analisi del caso sia attraverso l'utilizzo di librerie interne che esterne. Proprio per quanto riguarda la scelta di quest'ultime, si è reso necessario l'utilizzo delle seguenti:

- “*sqldf*”: è la libreria che permette di eseguire le *query* (Operazioni) del linguaggio SQL all'interno dell'interfaccia di *R*, benché il suo utilizzo non fosse strettamente necessario, ha consentito di ridurre al minimo le operazioni da effettuare per l'estrazione e l'aggiornamento dei dati;

- “igraph”: è la libreria che mette a disposizione tutti gli strumenti per la creazione, l’analisi e la rappresentazione grafica dei grafi;
- “ggplot2”: fornisce strumenti avanzati per la creazione di grafici e mappe.

Infine, si è fatto largo uso di fogli di calcolo tramite *Microsoft Excel* perché, vista la mole di dati, si è resa necessaria la creazione di tabelle Pivot che, all’occorrenza, raggruppassero e suddividessero i dati in maniera opportuna e ne creassero grafici direttamente connessi.

2.2.2. Elaborazione preliminare dei dati

Come primo passo per lo sviluppo delle analisi in questione, è stato necessario un accurato controllo sui brevetti di partenza per assicurarne la correttezza e la coerenza.

Si è partiti da un controllo dei dati sulle localizzazioni dei richiedenti dei brevetti. Sono stati innanzitutto eliminati tutti i dati relativi a richiedenti associati a paesi esteri, questa operazione ha ridotto il numero di assegnazioni da circa 140mila a circa 115mila. Si sono poi eliminate tutte le assegnazioni non deterministiche, cioè tutte quelle assegnazioni con campi mancanti o incompleti. Per altri circa 5mila dati, infatti, non sono state adeguatamente estrapolate le informazioni di geolocalizzazione a livello di comune e di sistema locale del lavoro.

Come già anticipato, le unità territoriali italiane sono in continua evoluzione ed è quindi stata necessaria un’operazione di aggiornamento dei comuni non più esistenti nella classificazione all’inizio del 2020. Circa 1500 assegnazioni in 153 comuni sono state manualmente aggiornate in modo da riassegnarle al comune corretto. A questo punto, dai circa 129mila brevetti della popolazione si è giunti ad un campione di 104mila brevetti geolocalizzati a livello di comune italiano (l’81% dei dati di partenza).

I dati ricavati sono stati poi integrati con le informazioni sulle classi IPC, ottenendo così la lista dei brevetti italiani geolocalizzati e correttamente associati alle informazioni sulle aree tecnologiche di competenza.

Per quanto riguarda la lista delle citazioni invece, i dati ricavati dalle tabelle contenenti le informazioni sulle citazioni ricevute ed effettuate dai brevetti del campione sono stati estrapolati ed uniti in un'unica tabella. Da una analisi di quest'ultima, si è notato come fosse presente un numero significativo di citazioni duplicate tra stessi brevetti ma con codici e date diverse. Ciò è dovuto al fatto che la registrazione di un brevetto presso più uffici (cioè la presenza di brevetti equivalenti) genera identificativi diversi per una stessa innovazione. Si è quindi proceduto ad una scrematura della lista delle citazioni, eliminando i duplicati e rimuovendo anche i rari casi di errore nell'estrapolazione dei dati (un brevetto citante con data di deposito antecedente rispetto a quella del brevetto citato, citazioni tra brevetti identici, etc.). Si è partiti da un totale di 625mila citazioni per arrivare, una volta depurati i dati, ad un campione di 410mila citazioni (circa il 66% della numerosità di partenza).

Le liste di brevetti e citazioni sono state poi gli input per la fase di analisi preliminare e per la costruzione dei grafi rappresentanti le reti dell'innovazione.

Capitolo 3. Analisi preliminare dei dati

Si effettuano ora una prima serie di analisi volte a fornire una breve panoramica di quello che è il contesto italiano in termini di innovazione.

3.1. Distribuzione Geografica

Nella sezione sottostante si effettua una descrizione della distribuzione geografica delle assegnazioni di brevetti sul territorio italiano, rapportandola, ove necessario, con dati Istat in modo da fornire delle prime informazioni riguardo l'influenza del processo di agglomerazione urbana sulla nascita e sullo sviluppo dell'attività innovativa nel nostro territorio.

La localizzazione territoriale è stata ottenuta tramite l'analisi degli indirizzi di residenza di inventori e richiedenti.

A tal proposito è innanzitutto importante sottolineare che brevetti con più inventori e/o richiedenti vengono assegnati ad ognuno di essi in egual misura (come se fosse l'unico). È quindi possibile che, all'interno di questi dati, esistano assegnazioni di brevetti a richiedenti esterni allo sviluppo del trovato innovativo per ragioni organizzative, economiche o legali. La nostra assunzione, a tal proposito, è che chiunque sia presente nella lista degli inventori e degli assegnatari di una determinata innovazione abbia un'adeguata conoscenza della stessa e sia pertanto considerabile come attore in grado di descriverla e di trasmetterne il contenuto innovativo.

In particolare, poi, si è deciso di prendere in considerazione l'elenco dei comuni (e province) stilato dall'Istat a gennaio 2020, andando a correggere, come descritto in precedenza, le localizzazioni dei brevetti assegnati a residenti in comuni non più esistenti o che hanno cambiato provincia di appartenenza.

Innanzitutto, l'attività innovativa rappresentata dal campione copre 3646 comuni diversi, in tutte le 107 province delle 20 regioni italiane con una media di 1 brevetto ogni 540 abitanti (186 brevetti ogni 100mila abitanti).

La distribuzione, aggregata a livello di ripartizione geografica (che ricordiamo non essere un livello di aggregazione di tipo amministrativo ma basata solamente su considerazioni di natura geografica), è mostrata nella tabella e nel grafico sottostanti.

Area	Numero di Brevetti Assegnati	%
Nord-ovest	55.615	50%
Nord-est	33.938	31%
Centro	16.061	15%
Sud	3.734	3%
Isole	1.426	1%
Totale	110.774	

Tabella 3.1 - Numero di brevetti per area geografica

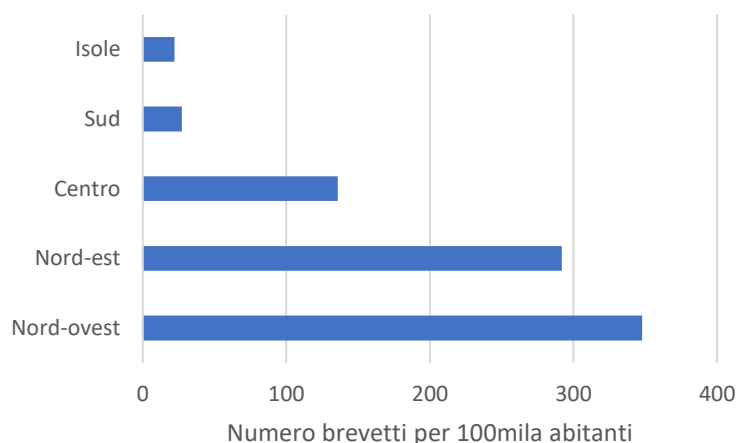


Grafico 3.1 - Numero di brevetti per 100mila abitanti in ogni ripartizione geografica

Il 50% dei brevetti del campione sono assegnati nel Nord-Ovest della penisola con una densità di assegnazioni per queste zone di 1 brevetto ogni 288 abitanti (348 brevetti ogni 100mila abitanti), nettamente più alta della media nazionale.

Al Nord-Est vengono assegnati circa il 30% dei brevetti, con una densità leggermente più bassa: 1 brevetto ogni 343 abitanti (292 brevetti ogni 100mila abitanti).

Diversamente, al Centro Italia vengono assegnati circa il 15% dei brevetti, ma la densità di brevetti per abitante diminuisce di molto (1 brevetto ogni 737 abitanti risultate in 136 brevetti ogni 100mila abitanti).

Nettamente peggiore la situazione per quanto riguarda il Sud e le Isole, le due zone combinate coprono il 4% delle assegnazioni di brevetti sul territorio. La densità di brevetti è circa 26 ogni 100mila abitanti, risultante in 1 brevetto ogni 3900 abitanti.

Procedendo adesso con un'aggregazione a livello regionale dei dati, la distribuzione geografica è mostrata in tabella 3.2.

Regione	Brevetti	Brevetti per 100mila persone
Abruzzo	1.060	82
Basilicata	104	19
Calabria	261	14
Campania	1.310	23
Emilia-Romagna	15.840	355
Friuli-Venezia Giulia	3.776	313
Lazio	6.335	110
Liguria	2.172	142
Lombardia	39.864	398
Marche	2.769	183
Molise	75	25
Piemonte	13.461	312
Puglia	924	23
Sardegna	388	24
Sicilia	1.038	21
Toscana	6.262	170
Trentino-Alto Adige/Südtirol	1.738	161
Umbria	695	80
Valle d'Aosta	118	94
Veneto	12.584	258
Totale	110.774	186

Tabella 3.2 - Numero di brevetti per regione



Figura 3.1 - Mappa del numero di brevetti per regione

Come è ben evidente la Lombardia è, per distacco, la regione italiana con più assegnazioni di brevetti, seguita da Emilia-Romagna, Piemonte e Veneto.

Le regioni del Sud e delle Isole, come già anticipato, performano piuttosto male, infatti: Sicilia, Sardegna, Calabria, Puglia, Basilicata, Molise e Campania si trovano nelle ultime posizioni sia per quanto riguarda il numero di brevetti assegnati sia per numero di brevetti pro-capite. Anche qui sono quindi evidenti disparità tra le regioni del Nord (sia Ovest che Est) rispetto a quelle del Centro, del Sud e delle Isole. Non è scopo di questo elaborato indagare sulle cause socioeconomiche e culturali alla base di tali differenze, tuttavia ordinando il numero di brevetti assegnati alle regioni per il rispettivo Pil pro-capite (grafici 3.2 e 3.3) si nota bene come, in generale, le regioni con Pil pro-capite più alto performino decisamente meglio rispetto alle altre.

Un'altra possibile spiegazione è da cercarsi nelle teorie dell'agglomerazione urbana. Secondo molti studi (e.g. Carlino, G., Hunt, R., Duranton, G., & Weinberg, B. A., 2009; Davis, D. R., & Dingel, J. I., 2019) infatti, la vicinanza tra gli individui rappresenta un fattore di incentivo alla diffusione dell'innovazione non solo in maniera attiva (collaborazioni) ma anche attraverso lo scambio "informale" di

informazioni. Dai risultati non è tuttavia possibile dimostrare che i territori con concentrazioni di residenti (residenti/Km²) più alti performano meglio in termini di produzione brevettuale per abitante. Una stima degli effetti di questi fenomeni sullo sviluppo della rete brevettuale italiana sarà poi effettuata nel capitolo 5 “Esterneità e flussi di conoscenza”.

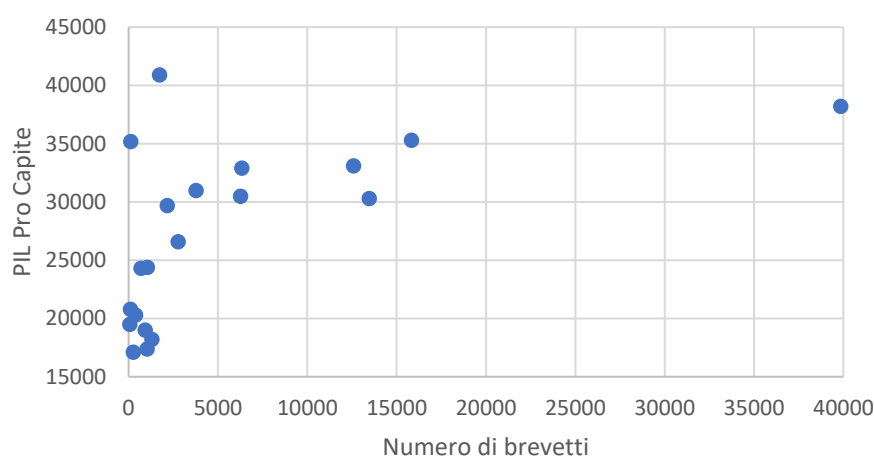


Grafico 3.2 - Rappresentazione regionale numero brevetti in relazione al PIL pro-capite

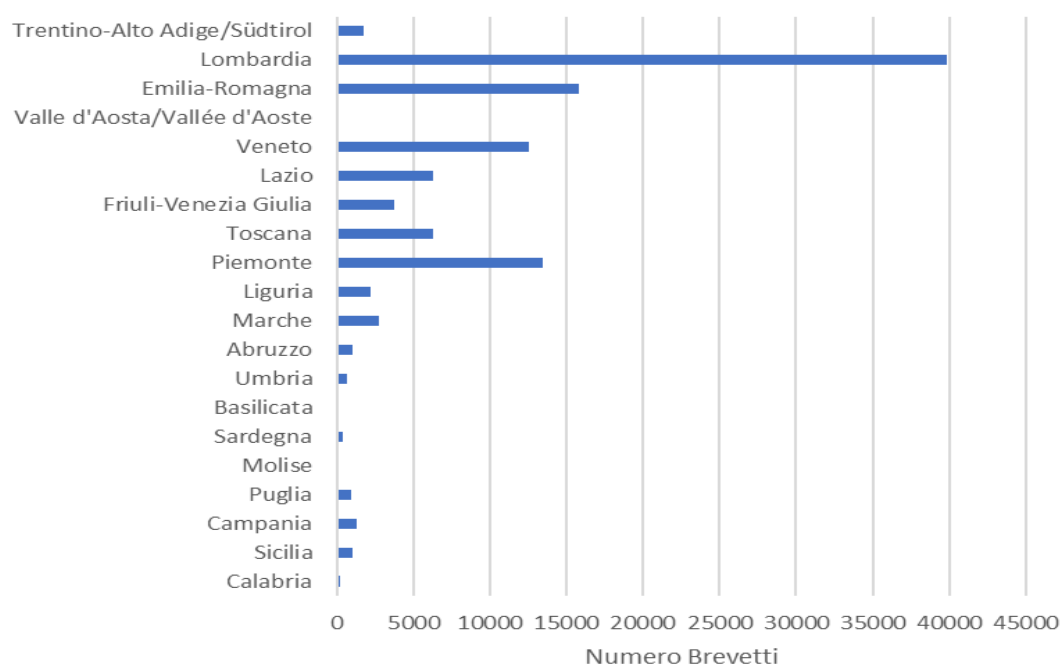


Grafico 3.3 - Numero di brevetti per regione, ordinate per PIL pro-capite

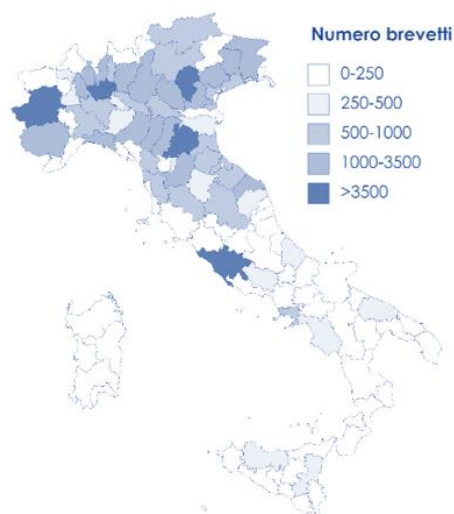


Figura 3.2 - Mappa del numero di brevetti per provincia

Un'analisi a livello provinciale (la cui tabella completa è presente come allegato 3) conferma quanto detto fino ad ora. Le maggiori sei province per numero di brevetti (Torino, Milano, Monza-Brianza, Bologna, Vicenza e Roma) contengono da sole circa il 48% (53mila) del totale delle assegnazioni di brevetti sul territorio italiano, a fronte del 21% della popolazione residente.

Interessante notare come, anche all'interno della stessa regione, vi siano evidenti disparità tra le province contenenti le città di medio-grandi dimensioni, i comuni limitrofi e le zone più rurali.

Volendo invece procedere con una rappresentazione geografica che esula dall'articolazione amministrativa del territorio, si può utilizzare una griglia territoriale basata sui sistemi locali del lavoro (SLL) fornita dall'Istat. Si tratta di una suddivisione dei comuni del territorio realizzata utilizzando i flussi degli spostamenti di pendolarismo (casa/lavoro) dei residenti e realizzata attraverso l'utilizzo di algoritmi di tipo iterativo. Da un punto di vista tecnico e metodologico i SLL sono costruiti come aggregazione di due o più comuni cercando di massimizzare il livello d'interazione tra comuni appartenenti allo stesso SLL,

espressa dai flussi di pendolarismo giornaliero tra luogo di residenza e luogo di lavoro. L'individuazione di SLL dipende anche dal rispetto di vincoli imposti sulla dimensione minima delle aree (espressa tramite il numero di occupati residenti) e sul livello minimo accettabile di auto-contenimento dei flussi di pendolarismo, distinto tra auto-contenimento dal lato dell'offerta di posti di lavoro e auto-contenimento dal lato della domanda di posti di lavoro.

In questo modo i comuni del territorio vengono assegnati a 611 diversi SLL, senza tener conto dei confini amministrativi. Potrà pertanto succedere che comuni confinanti e appartenenti alla stessa provincia vengano assegnati a SLL radicalmente diversi.

Utilizzando quindi questa diversa modalità di accorpamento tra comuni si ottiene che i brevetti del campione sono assegnati a comuni appartenenti a 521 diversi SLL. Nella tabella 3.3 è riportato un estratto dei primi 5 SLL per numero di brevetti assegnati. Anche qui si può notare come gli SLL con maggior numero di brevetti siano quelli contenenti i comuni appartenenti alle province più attive nel contesto brevettuale. Differenze potrebbero tuttavia emergere nel momento in cui questa suddivisione alternativa venga utilizzata per verificare la correlazione geografica degli *spillovers* di conoscenza (discussa nell'apposito capitolo).

Sistema locale del lavoro	Numero di brevetti
313 - Milano	26.672
106 - Torino	8.318
820 - Bologna	5.806
1209 - Roma	5.294
315 - Bergamo	2.207

Tabella 3.3 - Top 5 Sistemi Locali del Lavoro per numero di brevetti

3.2. Distribuzione Tecnologica

Nel corso di questa sezione si analizzerà la distribuzione tecnologica dei brevetti italiani sulla base dell'*International Patent Classification* (IPC) introdotta dalla *World Intellectual Property Organization* (WIPO) nel 1971.

Questa classificazione fornisce, citando la stessa WIPO, *"a hierarchical system of language independent symbols for classification of patents and utility models according to the different areas of technology to which they pertain"*. In altre parole, viene introdotto un sistema di codici alfanumerici in grado di identificare l'area tecnologica di appartenenza di ogni brevetto con numerosi livelli di dettaglio.

I codici IPC sono generati nella forma: "SCCUMMMMGGGGGG", dove:

- S indica la sezione (macroarea) di appartenenza del brevetto e può assumere valori alfabetici dalla "A" alla "H". In particolare:
 - "A": *Human necessities*, contenente tutti i brevetti con applicazioni industriali nei campi dell'agricoltura e l'allevamento, il cibo e la cucina, medicina e igiene, sport, etc.;
 - "B": *Performing operations and Transporting*, per tutte le invenzioni che forniscono metodologie per lo svolgimento di operazioni, come: *additive manufacturing*, veicoli di vario genere, nanotecnologie, etc.;
 - "C": *Chemistry and Metallurgy*, per tutti brevetti che forniscono innovazione nel trattamento della materia;
 - "D": *Textiles and Paper*, contenente tutti i brevetti riguardanti lo sviluppo e il trattamento dei tessuti e della carta;
 - "E": *Fixed constructions*, brevetti per l'edilizia;
 - "F": *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting*, tutti i brevetti che costituiscono innovazione in campi ingegneristici;
 - "G": *Physics*, per i ritrovati in campo della fisica, come, ad esempio, ottica, acustica e IT;

- “H”: *Electricity*.
- C indica una specifica classe all’interno della sezione di appartenenza. Assume valori numerici tra 0 e 99 in base al numero di classi presenti nella sezione;
- U è un valore alfabetico che specifica la sottoclasse di appartenenza;
- M è un codice di quattro cifre che specifica il “*main group*” di appartenenza del brevetto;
- G rappresenta il sottogruppo di appartenenza ed è rappresentato da un codice a 6 cifre.

Sezione	N. classi	N. sottoclassi	N. <i>main groups</i>	N. sottogruppi	N. totale gruppi
A	16	84	1.138	8.168	9.306
B	38	169	1.998	15.440	17.438
C	21	87	1.322	13.466	14.788
D	9	39	354	2.858	3.212
E	8	31	323	3.122	3.445
F	18	99	1.099	8.189	9.288
G	15	86	736	8.161	8.897
H	6	51	548	8.626	9.174
Totale	131	646	7.518	68.030	75.548

Tabella 3.4 - Classificazione IPC - Source: wipo.int

Come si può ben notare dalla tabella 3.4, il sistema di classificazione IPC è molto elaborato e complesso. Per questo motivo ai fini delle analisi di questo elaborato si è deciso di prendere in considerazione i codici fino ad un massimo livello di dettaglio pari a IPC4, cioè i codici IPC dei brevetti troncati al quarto carattere. In questa maniera è possibile individuarne sezione, classe e sottoclasse di appartenenza fornendo sufficienti informazioni riguardo all’ambito tecnologico del brevetto. Considerare codici IPC più completi non avrebbe portato particolari vantaggi ai fini

di questa analisi e, anzi, avrebbe portato ad una ancora maggiore frammentazione del campione di riferimento.

Ogni brevetto del campione sarà quindi riconducibile, attraverso il codice IPC, ad una o più specifiche aree tecnologiche. È importante porre particolare attenzione al termine “più”, infatti ogni brevetto può essere associato a molte classi diverse sia nella fase di *application* sia nelle successive fasi di vita.

Passando ora all’analisi vera e propria, va innanzitutto fatto notare che ognuno dei circa 129mila brevetti ha, in media, 3 (3,18 per la precisione) codici IPC diversi, risultanti in un numero totale di circa 410mila codici associati.

L’analisi delle sezioni di appartenenza dei brevetti, cioè il livello di aggregazione più generico possibile, ha fornito i risultati mostrati in tabella 3.5.

La colonna “Numero di brevetti” fornisce il conteggio del numero di brevetti con IPC1 (codice IPC troncato al primo carattere) appartenenti ad ogni specifica sezione. Come già discusso, un brevetto può essere registrato in una determinata sezione più volte, in base alle sottoclassi, gruppi e sottogruppi di appartenenza. Per questo motivo, nello svolgersi dell’analisi, verranno utilizzati i dati presenti nella colonna “Numero di brevetti senza ripetizioni” in cui viene mostrato il conteggio dei brevetti assegnati in maniera univoca all’interno di ogni sezione di appartenenza, in questo modo il dato non è influenzato da brevetti che, per loro natura, sono stati registrati con molti IPC differenti ma appartenenti alla stessa classe.

Come si può ben notare le sezioni A (*Human necessities*, 20%) e B (*Performing operations and Transporting*, 26%) sono le sezioni contenenti il maggior numero di brevetti italiani registrati (46% del totale).

Sezione	Numero di brevetti	Numero di brevetti senza ripetizioni
A	96.028	32.861
B	97.350	41.547
C	73.819	21.087
D	12.582	6.471
E	16.720	8.741
F	44.730	20.256
G	31.702	16.588
H	37.496	16.190
Totale	410.427	163.741

Tabella 3.5 - Numero di brevetti per sezione IPC

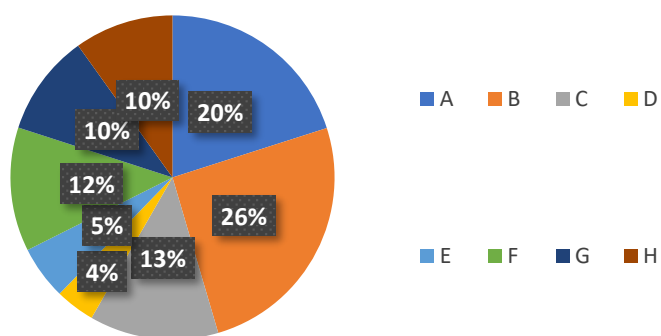


Grafico 3.4 - Percentuale di brevetti per sezione IPC

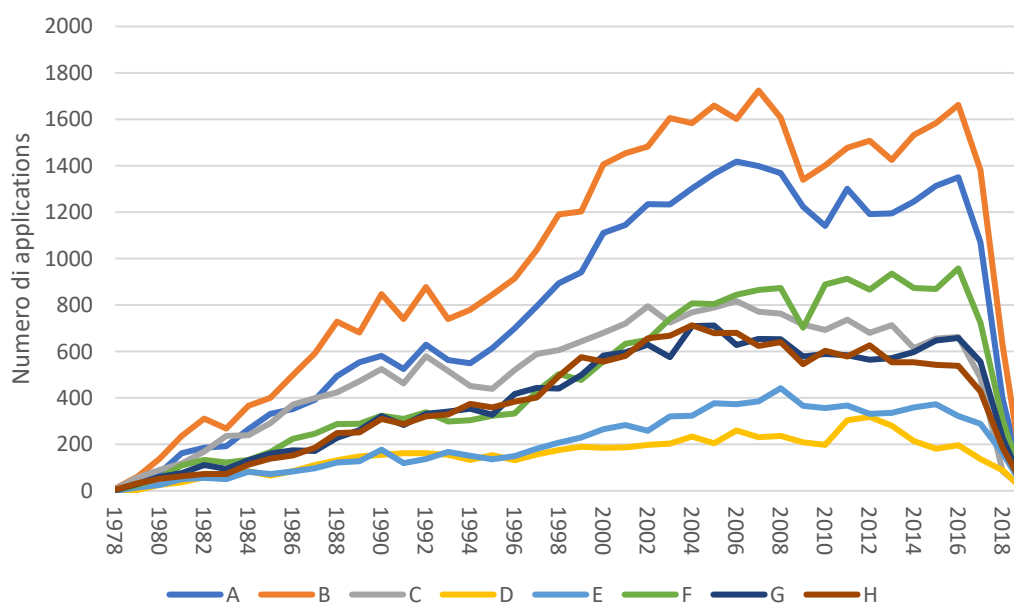


Grafico 3.5 - Andamento applications annuali in ogni sezione IPC

Il grafico 3.5 (ricavato dalla tabella in allegato 5) rappresenta la distribuzione temporale delle domande di brevetto per ogni sezione, in questo modo si fornisce una chiara indicazione di quello che è l'andamento nel tempo delle *applications* dei brevetti in ogni sezione IPC.

Va innanzitutto detto che i dati in testa e in coda alla tabella di riferimento sono fortemente influenzati dalla complessità del processo di registrazione di un brevetto. Tra la domanda di *application* e la pubblicazione della stessa, infatti, intercorre un periodo di 18 mesi (detto periodo di segretezza) in cui viene verificato se tale domanda rispetti i requisiti di brevettazione e in cui il contenuto della domanda stessa non è ancora reso disponibile pubblicamente. Per questo motivo, è opportuno soffermarsi in particolare nel range di dati che va dal 1980 al 2017.

In generale l'andamento sembra essere uniforme con trend crescente per tutte le sezioni IPC in esame, in praticamente tutte (fatta eccezione per le sezioni E ed F) si evidenzia un picco positivo di *applications* nel quinquennio 1999 – 2003. Ben evidente, inoltre, l'effetto della crisi economica successiva al 2008, che ha portato ad una contrazione degli investimenti e ad una conseguente caduta del numero di brevetti richiesti e depositati, per tutte le sezioni IPC in considerazione.

Incrociando i dati fino ad ora analizzati con quelli estratti nel paragrafo 3.1 (Statistiche geografiche) viene mostrata invece la suddivisione dell'attività innovativa in ogni regione, per ogni sezione della classificazione IPC (tabelle 3.6 e 3.7).

In generale rimane vero che le sezioni A e B sono quelle tra le più presenti per numero di brevetti in ogni regione. Nella tabella 3.6 si evidenzia, infatti, come in ogni regione queste due abbiano un'incidenza molto elevata sul totale (sempre maggiore del 30% del totale brevetti della regione).

	A	B	C	D	E	F	G	H
Abruzzo	24,5%	22,2%	15,2%	1,3%	4,9%	16,4%	8,3%	7,1%
Basilicata	17,2%	21,3%	13,9%	0,8%	12,3%	10,7%	15,6%	8,2%
Calabria	30,9%	20,8%	10,9%	1,1%	8,7%	9,1%	13,2%	5,3%
Campania	23,3%	28,2%	12,5%	0,8%	6,7%	11,7%	10,6%	6,3%
Emilia-Romagna	21,3%	41,9%	5,0%	1,3%	7,4%	10,6%	8,6%	3,9%
Friuli-Venezia Giulia	17,7%	31,7%	8,4%	8,8%	6,3%	12,9%	7,8%	6,4%
Lazio	25,4%	16,0%	24,1%	0,6%	4,2%	6,5%	13,5%	9,7%
Liguria	17,7%	24,5%	10,9%	0,7%	2,8%	17,1%	14,8%	11,5%
Lombardia	17,3%	21,7%	16,7%	4,4%	4,5%	11,0%	10,9%	13,6%
Marche	23,2%	21,3%	4,4%	10,5%	6,4%	22,1%	5,7%	6,4%
Molise	14,4%	25,6%	8,9%	0,0%	15,6%	20,0%	8,9%	6,7%
Piemonte	11,9%	34,1%	6,3%	2,6%	5,9%	19,5%	11,4%	8,3%
Puglia	23,0%	18,7%	20,4%	1,3%	12,1%	9,6%	10,1%	4,7%
Sardegna	29,9%	17,6%	20,9%	0,7%	8,8%	7,7%	9,9%	4,6%
Sicilia	18,4%	17,7%	26,7%	1,2%	5,1%	4,4%	9,5%	17,1%
Toscana	22,5%	26,4%	11,2%	6,6%	3,8%	13,3%	9,5%	6,6%
Trentino-Alto Adige	21,4%	30,5%	4,6%	0,8%	14,2%	13,6%	10,4%	4,5%
Umbria	23,9%	28,9%	13,4%	1,8%	6,9%	11,5%	7,6%	5,9%
Valle d'Aosta	9,4%	21,9%	3,1%	0,0%	9,4%	13,3%	15,6%	27,3%
Veneto	27,8%	25,7%	7,5%	2,9%	8,7%	13,9%	7,1%	6,4%

Tabella 3.6 - Percentuale brevetti in ogni sezione IPC a livello regionale

	A	B	C	D	E	F	G	H
Abruzzo	1,2%	0,8%	1,3%	0,4%	0,8%	1,3%	0,8%	0,8%
Basilicata	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
Calabria	0,3%	0,2%	0,2%	0,1%	0,3%	0,1%	0,3%	0,1%
Campania	1,3%	1,1%	1,1%	0,2%	1,2%	1,0%	1,1%	0,7%
Emilia-Romagna	15,0%	21,5%	5,8%	5,1%	17,5%	11,6%	11,8%	5,7%
Friuli-Venezia Giulia	3,1%	4,0%	2,4%	8,6%	3,6%	3,4%	2,6%	2,3%
Lazio	7,6%	3,5%	11,9%	1,1%	4,2%	3,0%	8,0%	6,2%
Liguria	1,8%	1,8%	1,8%	0,4%	0,9%	2,7%	2,9%	2,4%
Lombardia	32,2%	29,5%	50,7%	46,1%	28,0%	32,0%	39,6%	53,7%
Marche	2,9%	1,9%	0,9%	7,3%	2,6%	4,2%	1,4%	1,7%
Molise	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%
Piemonte	7,4%	15,5%	6,5%	9,2%	12,3%	18,9%	13,9%	10,9%
Puglia	1,0%	0,6%	1,4%	0,3%	1,7%	0,6%	0,8%	0,4%
Sardegna	0,5%	0,2%	0,6%	0,1%	0,5%	0,2%	0,3%	0,2%
Sicilia	0,8%	0,6%	2,0%	0,3%	0,8%	0,3%	0,9%	1,7%
Toscana	6,4%	5,4%	5,2%	10,6%	3,6%	5,9%	5,2%	3,9%
Trentino-Alto Adige	1,7%	1,8%	0,6%	0,4%	3,7%	1,7%	1,6%	0,8%
Umbria	0,7%	0,6%	0,7%	0,3%	0,7%	0,5%	0,5%	0,4%
Valle d'Aosta	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,3%
Veneto	15,9%	10,7%	7,0%	9,5%	16,7%	12,3%	7,9%	7,7%

Tabella 3.7 - Apporto regionale ad ogni sezione IPC

La Lombardia si conferma, ancora una volta, un polo fondamentale per lo sviluppo innovativo italiano, con alte percentuali di assegnazioni in ogni sezione IPC. È inoltre vero, generalmente, che le regioni con il maggior numero di brevetti assegnati hanno importanti influenze sullo sviluppo di tutti i settori in considerazione.

Da entrambe le tabelle si osservano infine comportamenti molto coerenti con quelli che, notoriamente, sono i campi tecnologici per cui determinate regioni sono rinomate. È il caso ad esempio:

- del settore tessile (sezione D) in Toscana, Piemonte, Lombardia e Veneto;
- della meccanica (sezione F) in Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna e Veneto trainata, in maniera particolare, dall'industria dell'autoveicolo.

Sottoclasse	Numero di brevetti	Numero di brevetti senza ripetizioni
A61K	30.496	9.373
A61P	14.300	5.810
B65D	6.854	3.836
C07D	10.875	3.805
B29C	7.823	3.385
B65B	7.138	3.133
G01N	5.043	2.662
D06F	4.256	2.603
C07C	9.046	2.531
B65G	3.862	2.287

Tabella 3.8 - Prime 10 sottoclassi (IPC4) per numero di brevetti

Scendendo invece lungo la gerarchia della classificazione IPC e procedendo quindi con una analisi delle sottoclassi (codici IPC4) più popolate (di cui la tabella 3.8 mostra le prime 10) si può ben notare come 6 su 10 (di cui le prime 3: A61K; *Preparations for medical, dental, or toilet purposes*, A61P; *Specific therapeutic activity of chemical compounds or medicinal preparations* e B65D; *Containers for storage or transport of articles or materials*) risultano appartenere alle sezioni A e B.

Nel particolare si evince come i trovati per la produzione di composti e per l'analisi delle caratteristiche chimiche e fisiche dei materiali, con applicazioni nei campi della chimica, della medicina e del benessere personale siano quelli più depositati nel nostro territorio.

Capitolo 4. Reti dell'innovazione

Come noto dalla teoria delle reti sociali, la costruzione di una rete dell'innovazione può essere effettuata sulla base dell'osservazione di diversi fenomeni e, sulla base di questi, potrà quindi essere rappresentata in diverse forme a seconda di quali dati rappresenta e di quale tipo di analisi si vuole effettuare.

La teoria dei grafi è la disciplina che si occupa dello studio di oggetti discreti che permettono di schematizzare una grande varietà di situazioni, di processi e, spesso, di consentirne delle analisi in termini quantitativi e algoritmici.

In termini informali, per grafo si intende una struttura costituita da:

- Oggetti semplici, detti vertici o nodi;
- Collegamenti tra i vertici, tali connessioni possono essere:
 - Non orientate (cioè dotate di una direzione, ma non dotati di un verso): in questo caso prendono il nome di spigoli, ed il grafo è detto "non orientato";
 - Orientate (cioè dotati di una direzione e di un verso): in questo caso prendono il nome di archi o cammini, ed il grafo è detto "orientato";
 - Con eventuali dati associati a nodi e/o collegamenti: un grafo pesato è un esempio di grafo in cui ad ogni collegamento è associato un valore numerico, detto "peso".

Un grafo viene generalmente raffigurato sul piano da punti (che rappresentano i nodi) e da segmenti, curve o frecce che collegano due nodi (archi).

Nel caso dell'elaborato in questione si è deciso di prendere in considerazione due forme principali:

- un grafo orientato e non pesato per le informazioni riguardo ai flussi di conoscenza collegati all'attività innovativa tramite le informazioni delle citazioni (archi) che intercorrono tra i brevetti (vertici) del campione. Il verso

di ogni arco è fondamentale perché rappresenta il flusso con cui l'informazione (in questo caso citazione) si sposta lungo la rete.

- un grafo non orientato con archi le collaborazioni e vertici gli assegnatari dei brevetti, che fornisce quindi informazioni sul processo di sviluppo dell'innovazione stessa.

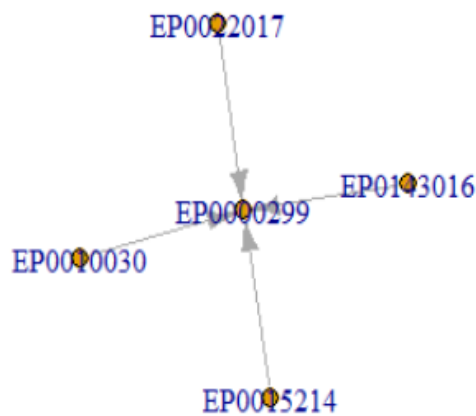


Figura 4.1 - Esempio di grafo orientato e non pesato

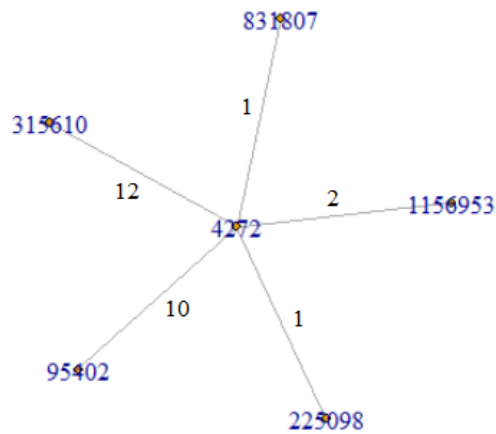


Figura 4.2 - Esempio di grafo non orientato e pesato

4.1. Costruzione dei grafi

Prima di mostrare il processo di creazione dei grafi che descrivono le reti dell'innovazione in questione, è necessario fornire qualche dettaglio aggiuntivo riguardo la metodologia utilizzata.

Vista la particolare struttura della base di dati di partenza ed il tipo di analisi da effettuare, si è deciso di costruire i grafi partendo dalle relazioni (archi) tra i nodi e di non partire dalla lista completa dei nodi e successivamente costruirne le relazioni. In questo modo in grafi generati saranno esenti da vertici isolati che, per le nostre analisi, costituirebbero soltanto un inutile aumento del numero di punti non connessi all'interno del grafo e del numero di operazioni da effettuare sugli stessi. Per entrambi i grafi costruiti, infatti, il *focus* di questo elaborato è posto sulle relazioni che intercorrono tra i nodi e non sulle caratteristiche dei singoli vertici (che sono state già ampiamente analizzate nel capitolo precedente).

Come si vedrà nella sezione "Caratteristiche dei grafi" di questo capitolo, inoltre, si tratta di reti molto poco connesse che risentirebbero molto della mole di nodi isolati aggiuntivi, andando ad "annegare" le informazioni fondamentali per le analisi in una nuvola di punti.

4.1.1. Grafo delle citazioni (analisi dei flussi di conoscenza)

L'oggetto dell'analisi è, come detto, un grafo orientato e non pesato con nodi i brevetti e archi le citazioni tra di essi.

Una prima versione di questo è stata creata partendo dalla lista completa delle citazioni, generando il grafo sulla base della lista degli archi che lo compongono. Questo tipo di rete è però affetta da problema che, fondamentalmente, la rende inutile ai fini delle analisi di questo elaborato. All'interno della lista delle citazioni sono presenti numerosi (circa 130mila su 410mila) archi che collegano nodi assegnati

a paesi esteri o che, per qualche motivo, non sono presenti nella lista dei brevetti italiani geolocalizzati e classificati.

Entrando nel dettaglio della costruzione della rete, si sono fatte due scelte differenti in base al tipo di analisi da effettuare:

- Un primo grafo è stato generato selezionando dall'elenco delle citazioni quelle con nodi origine (brevetti citanti) o destinazione (brevetti citati) appartenenti al campione. In questo modo, la rete generata è composta da 279614 archi e 241658 nodi. Va detto che il numero di nodi è così elevato rispetto al numero di osservazioni del campione di brevetti perché sono presenti anche tutti i brevetti esteri che hanno citato brevetti assegnati in Italia (il 79% degli archi sono generati da brevetti non presenti nel campione italiano). Questo tipo di rete fornisce una visione più generale di quella che è la posizione dei singoli brevetti all'interno del contesto innovativo, non solo italiano ma anche internazionale.
- La seconda scelta è stata invece quella di generare il grafo con solamente le citazioni tra brevetti italiani geolocalizzati e classificati. In questo caso la dimensione si riduce a 58599 archi e 46792 nodi. Questa struttura sarà l'input fondamentale per l'analisi degli *spillovers* di conoscenza sul territorio italiano.

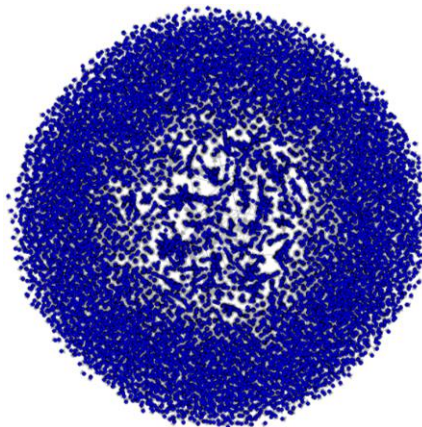


Figura 4.3 - Grafo delle citazioni tra brevetti italiani

Proprio in relazione all'utilizzo di questo grafo nelle analisi delle esternalità, è stata effettuata una ulteriore assunzione che ha portato alla creazione di un ulteriore grafo che, di fatto, è una semplificazione di quest'ultimo. Volendo analizzare il processo di citazione tra brevetti e la sua correlazione territoriale, si è deciso di eliminare dal grafo gli archi che interconnettono nodi corrispondenti a brevetti aventi almeno una persona in comune, escludendo di fatto le autocitazioni tra inventori e richiedenti dei brevetti. Le motivazioni di questa scelta saranno poi ampiamente discusse nel capitolo sugli *Spillover* di conoscenza.

Il grafo così generato è composto da 43878 archi e 39510 vertici.

4.1.2. Grafo degli inventori e assegnatari (analisi delle collaborazioni)

Questa volta si tratta di un grafo non orientato realizzato direttamente partendo dalle informazioni complete sui brevetti, tra le quali è nota la lista degli inventori e richiedenti (assegnatari) con le relative informazioni geografiche. Si può quindi, con una semplice estrazione dei dati, ottenere, per ogni brevetto, la lista delle persone che hanno partecipato allo sviluppo e, di conseguenza, costruire gli archi del grafo. Va specificato che, anche qui, consideriamo soltanto gli inventori e assegnatari di brevetti del campione geolocalizzati in Italia. In questo modo si ottiene una struttura con 8449 archi e 7396 nodi.

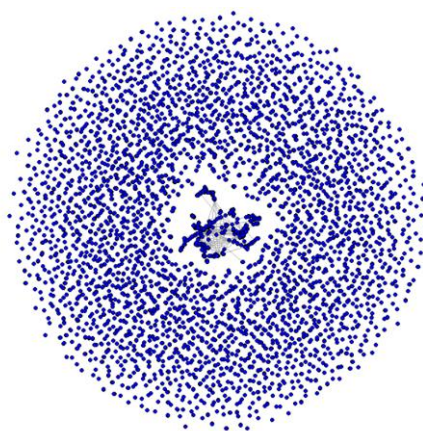


Figura 4.4 - Grafo delle co-assegnazioni

4.2. Analisi delle reti

Si procede adesso con una preliminare analisi delle caratteristiche dei grafi generati, in modo da fornire delle prime indicazioni sul processo di creazione e diffusione dell'innovazione nel nostro paese.

4.2.1. Densità

Analizzeremo prima di tutto la densità dei grafi, cioè quella caratteristica di una rete descrive il livello generale di legami fra i punti in un grafo. Più sono numerosi sono i collegamenti diretti fra nodi del grafo più esso è denso.

La formula per il calcolo della densità di un grafo cambia a seconda del tipo di grafo con cui si ha a che fare, perché, banalmente cambia il numero massimo di connessioni possibili tra i nodi dello stesso. In particolare, detto V il numero dei vertici del grafo, E il numero di archi nello stesso, la densità d sarà:

- Grafo non orientato:

$$d = \frac{E}{V * \frac{V-1}{2}}$$

- Grafo orientato:

$$d = \frac{E}{V * (V - 1)}$$

È evidente quindi come la densità del grafo rappresenti, sostanzialmente, la percentuale di archi esistenti nel grafo rispetto al massimo numero possibile. Varrà 1 quando tutti i nodi saranno pienamente collegati tra loro (grafo completo) e 0 quando invece non esiste alcun arco tra i vertici.

Grafo delle citazioni

Questa rete, come detto, è rappresentata da un grafo orientato e non pesato, il che porterebbe a propendere per l'utilizzo della seconda delle formule sopra descritte. Soffermendosi sul tipo di connessione che meglio rappresenta una citazione però, è piuttosto ovvio come non possa esistere una citazione effettuata nei confronti un brevetto che ancora deve essere registrato. Si tratta comunque di un grafo orientato, perché il verso della citazione è una caratteristica nota e importante, ma viene a mancare la dualità delle connessioni tra i nodi: se il brevetto B cita il brevetto A, è impossibile che il brevetto A possa citare il brevetto B. Per questo motivo si è quindi deciso di utilizzare la formula di un grafo non orientato, pur non essendolo.

Per il grafo contenente tutte le relazioni da/a brevetti del campione si ottiene una densità di 0,0000095761. Per il grafo contenente, invece, solamente le relazioni tra brevetti italiani si ottiene una densità di 0,000053528 che diventa di 0,000056218 se si eliminano le citazioni tra brevetti assegnati ad una stessa persona (*self-citations*).

Grafo delle collaborazioni

In questo caso invece abbiamo a che fare con un grafo non orientato, per cui il calcolo può essere effettuato con l'apposita formula e produce una densità di 0,000154479.

I valori ottenuti da questo tipo di analisi sono molto bassi perché, come già anticipato in precedenza, i grafi in questione sono molto lontani dall'essere pienamente connessi e, anzi, hanno un numero di collegamenti tra nodi molto più basso del massimo possibile. In un contesto di tipo innovativo, dove gli archi rappresentano flussi di informazioni altamente qualitative, è infatti molto difficile immaginare che tutti i nodi della rete possano avere un numero considerevole di collegamenti reciproci.

4.2.2. Grado

Per grado di un nodo si intende la somma dei nodi ad esso adiacenti o, in termini pratici, la somma del numero di archi ad esso incidenti. Nel caso di grafi direzionati tuttavia, si possono avere archi incidenti in entrata o archi incidenti in uscita ed è quindi necessario parlare di *in-degree* (grado in ingresso) e *out-degree* (grado in uscita), la somma di questi due valori fornisce il numero di archi tangenti ogni punto della rete. Benché il grado sia quindi una misura puntuale specifica di ogni nodo della nostra rete, attraverso un'analisi della frequenza con cui ogni grado si manifesta nel grafo, è possibile estrapolare una ulteriore indicazione di quella che è la struttura dello stesso.

Procederemo quindi ad una analisi della distribuzione dei gradi dei nodi in ogni grafo prodotto.

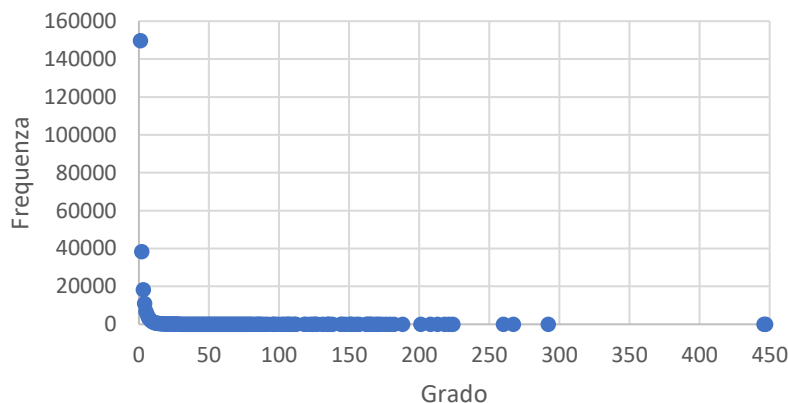


Grafico 4.1 - Distribuzione dei gradi del grafo delle citazioni da/a brevetti del campione

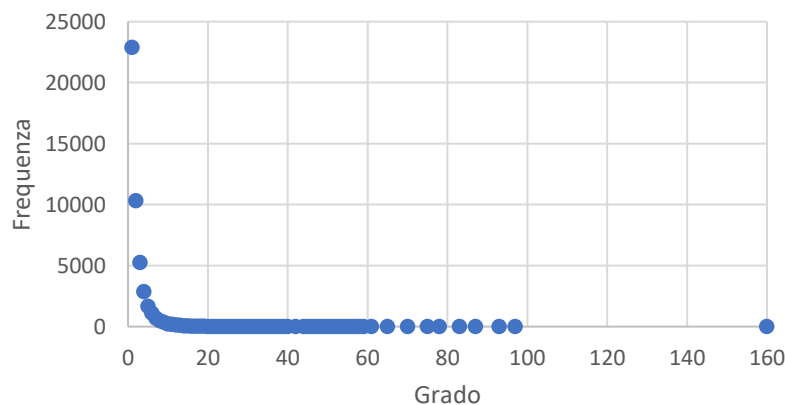


Grafico 4.2 - Distribuzione dei gradi del grafo delle citazioni tra brevetti del campione

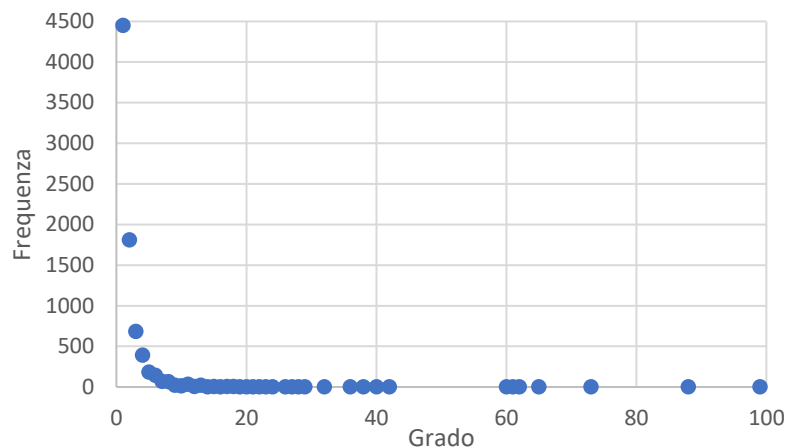


Grafico 4.3 - Distribuzione dei gradi del grafo delle collaborazioni dei brevetti del campione

Come si può notare dai grafici (ricavati dalle tabelle 6, 7 e 8 in allegato), tutti i grafi prodotti hanno degli andamenti delle frequenze dei gradi altamente decrescenti. Questi risultati sono in linea con quello che ci si aspettava dopo l'analisi delle densità delle reti. In una rete poco densa infatti, ci si aspetta che ci siano molti nodi con grado basso e un numero ridotto (talvolta nessuno) di nodi con gradi maggiori.

4.2.3. Comunità

L'analisi delle comunità (*Cluster Analysis*) all'interno di una rete è una branca della teoria dei grafi contenente tutti gli algoritmi in grado di individuare gli elementi con attributi simili all'interno delle reti. In particolare, un *cluster* si forma quando un insieme di elementi del grafo hanno attributi (struttura, posizione o proprietà specifiche del nodo) che li portano essere più vicini l'uno dall'altro rispetto che al resto degli elementi della rete.

In figura 4.5 è mostrato il sottografo della rete delle collaborazioni nello sviluppo dei brevetti del campione, generato partendo dagli archi passanti per i nodi con grado maggiore di 50 (7 nodi di partenza). Si tratta di una rete di 211 inventori/assegnatari e 474 collaborazioni.

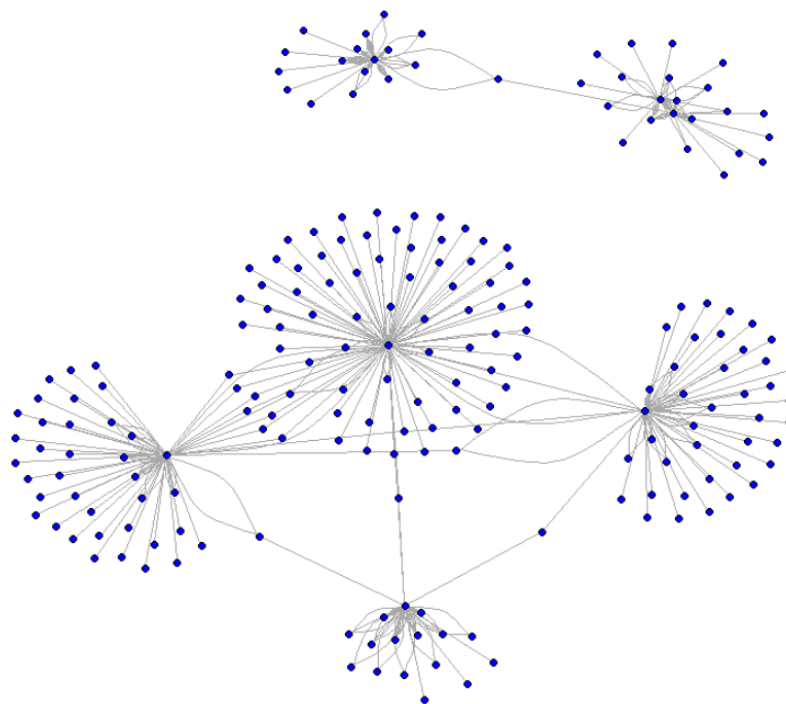


Grafico 4.4 - Sottografo della rete di collaborazioni

A questa rete è stato applicato un algoritmo di *clustering* basato su una particolare caratteristica del grafo chiamata *Betweenness Centrality* (BC) in grado di misurare quanto spesso un nodo/arco si trova lungo il cammino minimo tra le coppie di nodi della rete. In altre parole, viene misurata l'importanza di un nodo nel collegare le diverse aree della rete. L'algoritmo è di tipo iterativo e identifica le comunità andando progressivamente ad eliminare gli archi con più alta BC all'interno del grafo, fino all'esaurimento degli stessi o fino al raggiungimento del numero di cluster richiesto.

Il risultato, mostrato in figura 4.6, identifica le varie comunità all'interno della rete evidenziandole in diversi colori e mostrando (attraverso archi colorati di rosso) eventuali cammini di collegamento. Come evidente l'algoritmo è stato in grado di individuare ed evidenziare 6 cluster diversi, senza ricevere alcun input e basandosi solamene sulle loro posizioni e interconnessioni all'interno della rete. È interessante sottolineare che i nodi di partenza nella creazione della sottorete fossero invece 7,

questo significa che, sostanzialmente, uno di questi nodi (benché sia comunque importante all'interno della rete) durante il processo è stato inglobato in un'altra comunità di nodi.

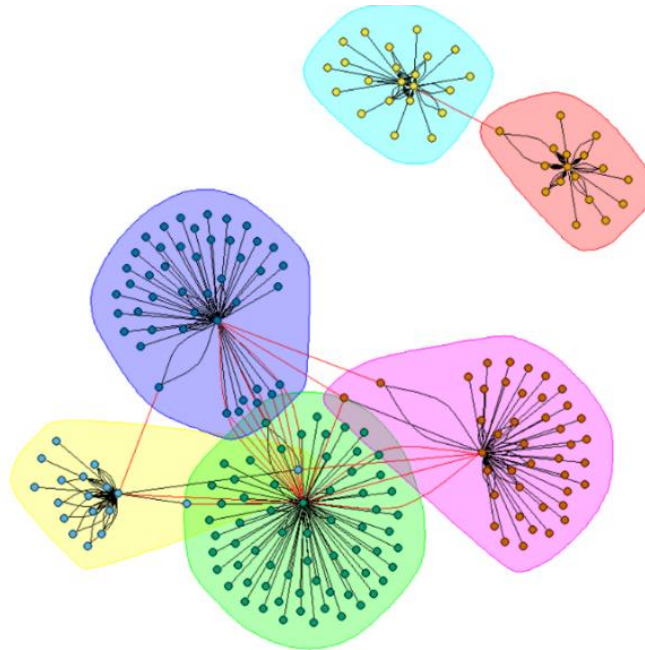


Grafico 4.5 - Clustering di un sottografo della rete delle collaborazioni basato su algoritmi di Edge Betweenness

Va inoltre detto che, essendo il grafo molto poco denso e formato per lo più da legami tra coppie di nodi, applicando l'algoritmo alla rete completa si sarebbe generato un numero di comunità molto alto e di piccole dimensioni (2 nodi). Dalla figura 5.4 rappresentante la rete in questione, infatti, si può notare come la nuvola di punti attorno al centro sia formata da coppie di nodi mentre, al centro, sia presente un ridotto numero di vertici con numerose interconnessioni tra essi (coerentemente con quanto detto nelle sezioni "Densità" e "Grado").

Incrociando i dati ottenuti con quelli in nostro possesso (geolocalizzazioni degli inventori/assegnatari dei brevetti) possiamo inoltre andare a ricercare eventuali comportamenti particolari all'interno dei singoli *clusters* e lungo i percorsi di connessioni tra di essi.

In figura 4.7 è mostrata una visualizzazione alternativa del sottografo in cui il colore di ogni nodo varia sulla base dell'area geografica a cui è associato. La corrispondenza del colore lungo dei vertici di un arco evidenzia una corrispondenza nella localizzazione (a livello di ripartizione geografica) degli attori.

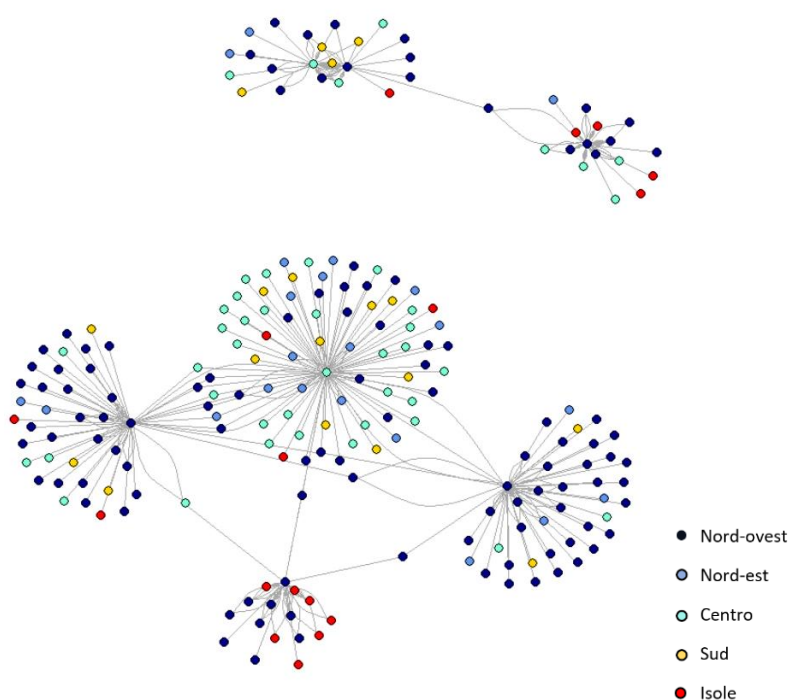


Grafico 4.6 - Sottografo delle co-assegnazioni di brevetti, colori in base all'area geografica

Non in tutte le comunità trovate si evidenzia un'alta probabilità di corrispondenza, sintomo che la distribuzione dei nodi e degli archi è dipendente anche da altre caratteristiche come, ad esempio, la corrispondenza delle caratteristiche tecnologiche o temporali dei brevetti o la presenza di rapporti di tipo lavorativo che influenzano la distribuzione geografica delle collaborazioni.

Questo tipo di analisi è fornita per completezza informativa e come spunto per la realizzazione di future analisi che, applicando i diversi algoritmi alla totalità delle reti, analizzino i risultati ottenuti e ne estraggano, ove possibile, informazioni utili.

Capitolo 5. Esternalità e flussi di conoscenza

5.1. Introduzione

Lo studio delle esternalità di conoscenza è un processo molto importante al fine di individuare cause e modalità dietro la creazione e la diffusione dell'innovazione all'interno di una specifica area geografica o settore tecnologico.

Come già menzionato nel capitolo 1 sulla rassegna della letteratura, sono stati individuati tre tipi di meccanismi che possono, sotto diversi aspetti, spiegare la vicinanza geografica tra i vari agenti di un sistema (economico):

- il raggruppamento della domanda di lavoro altamente specializzato (*know-how*);
- lo sviluppo di mercati di materie prime e semilavorati (economie di densità);
- la creazione di spillovers di conoscenza (*Knowledge Spillovers*) tra le imprese e gli individui di uno stesso settore (esternalità di specializzazione; Marshall, 1890; Arrow, 1962 e Romer, 1986) e di settori diversi (esternalità di diversificazione, Jacobs, 1969).

In questo capitolo ci occuperemo, quindi, di verificare se e come il processo di creazione e diffusione dell'innovazione all'interno del territorio italiano sia influenzato o meno dalla prossimità geografica tra i soggetti che ne sono coinvolti.

Nello specifico, andremo a ricercare evidenze della presenza di una qualche correlazione geografica nei processi creazione dell'innovazione attraverso l'analisi empirica delle reti fino ad ora costituite, attribuendo questa eventualità alla presenza di esternalità di conoscenza.

Dopodiché, attraverso l'analisi delle caratteristiche geografiche, temporali e tecnologiche di questi flussi, si trarranno importanti conclusioni sulle modalità attraverso cui tali informazioni vengono trasferite.

5.2. Metodologia

Per ricercare evidenze degli effetti all'interno di un campione sottoposto ad un determinato fenomeno bisogna confrontare i dati osservazionali ottenuti con quelli che si sono ottenuti (o si sarebbero potuti ottenere) quando invece il fenomeno non si è verificato (gruppo di controllo). La costruzione di un gruppo di controllo è necessaria perché consente di provare a distinguere la correlazione geografica dei flussi di citazioni che deriva dalla distribuzione (geografica e tecnologica) dell'innovazione sul territorio e di confrontarla con quella che invece deriva dalla presenza di esternalità di conoscenza localizzate.

Al contrario di molti altri contesti ove è possibile estrapolare un gruppo di controllo direttamente dalla popolazione di riferimento, nel caso specifico delle attività dell'innovazione questo non è possibile dato che il fenomeno analizzato (le citazioni) è lo stesso che ha determinato la nascita delle reti nella loro particolare struttura. È quindi necessario formulare alcune ipotesi sotto le quali è possibile costruire un gruppo di controllo che sia da un lato indipendente ma che mantenga, al tempo stesso, delle caratteristiche simili a quelle del campione principale, in modo tale da poter trarre delle conclusioni sufficientemente robuste circa l'entità della correlazione geografica tra i brevetti, che sarà attribuita alla presenza di esternalità di conoscenza più o meno localizzate.

Nello sviluppo di questo elaborato saranno quindi costruiti:

- A, il campione delle citazioni;
- B, il campione delle citazioni escludendo le autocitazioni²;
- C, il gruppo di controllo costruito sulla base del campione A;
- D, il gruppo di controllo costruito sulla base del campione B.

² con autocitazioni si intendono quei flussi di citazioni caratterizzati da una coincidenza di almeno un soggetto assegnatario/inventore tra il brevetto citante e quello citato.

5.2.1. Il campione principale

I campioni di brevetti (A, B) utilizzati per questo tipo di analisi sono stati estratti dai dati contenuti nelle reti di innovazione precedentemente costruite e, in particolare, dalle due reti contenenti le informazioni sulle citazioni tra i brevetti prodotti da soggetti residenti in Italia. Per ogni brevetto presente in queste reti, sono state estratte le informazioni riguardo alla data di deposito, alle informazioni geografiche delle liste di inventori e assegnatari e alle classificazioni tecnologiche (e.g. codici IPC) in modo da poter descrivere nel modo più completo possibile ogni arco del grafo.

Si noti che, in prima battuta, si è deciso di considerare nei conteggi del campione (A) anche le autocitazioni, a priori non ci sono infatti elementi per escludere che esse non rappresentino dei flussi di conoscenza interni al perimetro d'impresa.

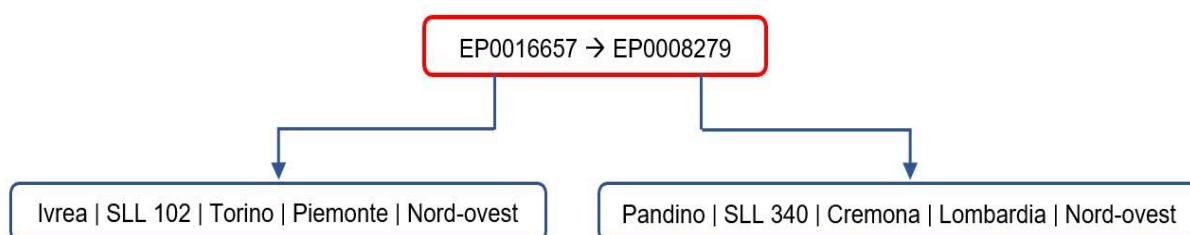


Figura 5.1 - Esempio di citazione del campione

Si è proceduto quindi alla costruzione delle matrici di adiacenza, utili per descrivere l'incidenza dei flussi di citazioni tra le diverse zone geografiche del paese (di cui le tabelle 5.1 e 5.2 ne sono esempi a livello di ripartizione geografica).

Area	Centro	Isole	Nord-est	Nord-ovest	Sud	Totale
Centro	7.230	119	975	1.805	144	10.273
Isole	63	246	37	160	7	513
Nord-est	810	51	15.200	2.647	257	18.965
Nord-ovest	1.511	350	2.521	27.463	387	32.232
Sud	160	36	241	352	935	1.724
Totale	9.774	802	18.974	32.427	1.730	63.707

Tabella 5.1 - Tabella di adiacenza delle citazioni per ripartizione geografica (campione A)

Area	Centro	Isole	Nord-est	Nord-ovest	Sud	Totale
Centro	4.319	117	955	1.700	117	7.208
Isole	63	137	37	140	7	384
Nord-est	787	51	10.963	2.608	255	14.664
Nord-ovest	1.430	294	2.471	19.321	372	23.888
Sud	126	36	237	326	663	1.388
Totale	6.725	635	14.663	24.095	1.414	47.532

Tabella 5.2 - Tabella di adiacenza delle citazioni per ripartizione geografica (campione B)

Questa modalità di analisi dei dati fornisce una chiara visione del numero di volte in cui un brevetto associato ad una specifica area geografica ne cita un altro associato anch'esso ad una certa area. Quando le etichette di riga e di colonna nella tabella coincidono, allora si è in presenza di una corrispondenza geografica tra il brevetto citante e quello citato.

Tabelle analoghe sono state costruite per ogni livello di aggregazione geografica a cui è possibile arrivare attraverso i dati in possesso. In particolare, sono stati considerati i seguenti livelli di aggregazione: ripartizione geografica, regione, provincia, sistema locale del lavoro (SLL) e comune.



Figura 5.2 - Esempio di mappa geografica delle citazioni ricevute da un brevetto su scala regionale

5.2.2. Gruppo di controllo

Il gruppo di controllo, invece, è stato costruito in modo da fornire l'indicazione più accurata possibile sulla composizione del processo innovativo italiano, sotto l'ipotesi nulla dell'assenza di esternalità di conoscenza (misurate tramite la presenza di citazioni).

Per ogni arco del grafo delle citazioni (campioni A e B) si è andato a cercare un brevetto che, rispettando determinate caratteristiche temporali e tecnologiche, avrebbe potuto anch'esso effettuare la citazione ma che, per qualche motivo, non lo ha fatto.

In questo modo si sono potuti creare due campioni di brevetti sostituti (C e D), caratterizzati da una distribuzione temporale e tecnologica del tutto analoga a quella dei brevetti citanti di partenza, ma esterni a questo insieme.

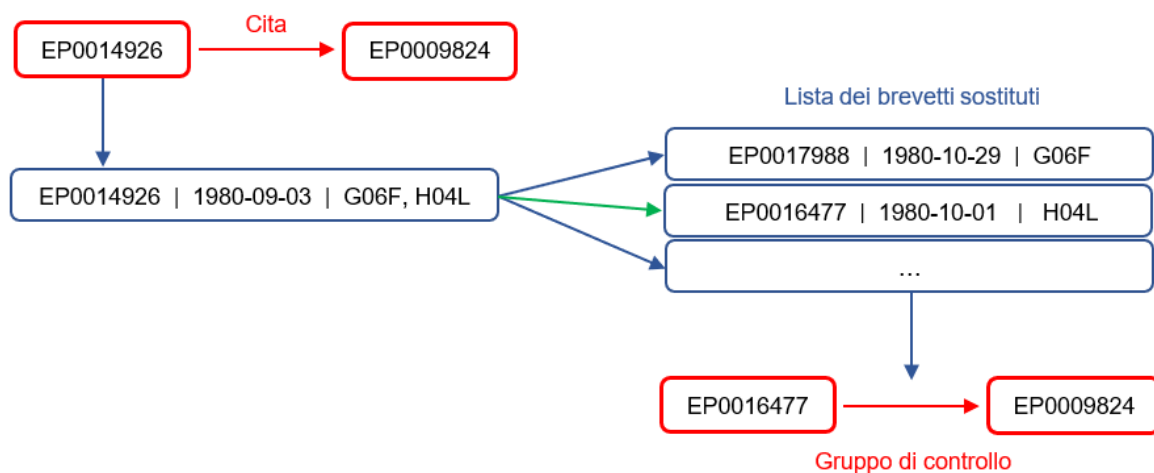


Figura 5.3 - Esempio di estrazione di un brevetto per il gruppo di controllo

Particolare attenzione è stata posta sulla ricerca del corretto grado di dettaglio con cui identificare la corrispondenza tecnologica tra i brevetti del campione di controllo ed i brevetti citanti di partenza. Sulla base delle numerose analisi eseguite si è verificato che una scelta troppo conservativa (una definizione molto ampia delle aree tecnologiche, corrispondenti alle sezioni ed alle classi IPC) avrebbe portato ad

una eccessiva sottostima delle corrispondenze geografiche mentre, un grado di dettaglio particolarmente elevato (sottogruppi IPC, ossia i codici completi), avrebbe ridotto significativamente il numero di brevetti gemelli identificabili.

Si è quindi deciso di costruire il campione di controllo includendo tutti quei brevetti che condividessero con il citante almeno una sottoclasse tecnologica, ovvero un codice IPC troncato al quarto carattere.

Per quanto riguarda le caratteristiche temporali da soddisfare invece, sono stati estratti i brevetti con data di deposito successiva più vicina possibile a quella dei citanti di partenza, in modo da ridurre al minimo la possibilità che fattori esterni possano aver provocato una modifica del contesto innovativo, perturbando i risultati.

La figura 5.3 riporta un esempio del processo di estrazione dei brevetti per il gruppo di controllo. Come è possibile intuire, se il brevetto citante è depositato con molti codici IPC4 differenti, si possono generare un numero considerevole di percorsi da esplorare con esiti incerti e, per questo motivo, l'algoritmo di creazione del gruppo di controllo ha richiesto una lunga ed accurata fase di test per aumentarne l'affidabilità e l'efficienza in termini computazionali e, di conseguenza, temporali.

Le tabelle 5.3 e 5.4 mostrano le matrici di adiacenza tra i brevetti dei due gruppi di controllo costruiti, a livello di ripartizione geografica.

Area	Centro	Isole	Nord-est	Nord-ovest	Sud	Totale
Centro	3.067	89	2.609	4.089	300	10.154
Isole	81	54	126	355	15	631
Nord-est	2.184	90	8.681	7.240	428	18.623
Nord-ovest	3.797	480	6.974	19.471	677	31.399
Sud	241	46	570	1.011	188	2.056
Totale	9.370	759	18.960	32.166	1.608	62.863

Tabella 5.3 - Matrice di adiacenza del gruppo di controllo a livello di ripartizione geografica (gruppo di controllo C)

Area	Centro	Isole	Nord-est	Nord-ovest	Sud	Totale
Centro	1.774	67	1.964	3.002	261	7.068
Isole	66	32	97	256	14	465
Nord-est	1.729	69	6.761	5.575	364	14.498
Nord-ovest	2.713	379	5.362	14.407	560	23.421
Sud	172	43	440	747	150	1.552
Totale	6.454	590	14.624	23.987	1.349	47.004

Tabella 5.4 - Matrice di adiacenza del gruppo di controllo a livello di ripartizione geografica (gruppo di controllo D)

Il metodo attraverso cui si sono generati i gruppi di controllo ha portato ad una diminuzione delle numerosità dei dati ricavati. Questa inevitabile variazione di numerosità non influisce però sulla stabilità delle analisi effettuate incidendo per una piccola frazione (<2%) rispetto alla mole di dati a disposizione, ed è dovuta principalmente a due fattori:

- per i brevetti citanti depositati in anni recenti non sempre è stato possibile ricavare un brevetto di controllo con codice IPC4 corrispondente e data di deposito successiva;
- la numerosità delle assegnazioni dei singoli brevetti sul territorio non è costante e, quindi, dopo l'identificazione di un nuovo brevetto diverso da quello citante di partenza (per la costruzione del gruppo di controllo) varia anche sul numero di entrate da esso generate.

5.2.3. Test statistici

Seguendo le modalità sopra descritte, si viene a considerare ogni coppia di valori estratta come una variabile aleatoria discreta che assume valori pari a 1 (successo) oppure 0 (fallimento) in base alla realizzazione o meno della corrispondenza geografica ricercata, cioè variabili casuali che seguono una distribuzione di Bernoulli.

Globalmente si ottiene, quindi, una successione di un numero ($n > 1$) di variabili bernoulliane indipendenti che, come noto dalla teoria statistica, segue una distribuzione di probabilità di tipo binomiale che descrive il numero di successi nell'intero processo.

L'interesse dell'elaborato è posto sulla differenza tra le proporzioni di corrispondenze geografiche nei brevetti del campione e del gruppo di controllo. Il calcolo di queste proporzioni è favorito dalla modalità con cui i dati sono stati estratti e le tabelle di adiacenza costruite:

$$p = \frac{\text{corrispondenze}}{\text{numerosità}} = \frac{s}{n} = \frac{\sum_{i=0}^r \sum_{j=0}^c x_{e(i)=e(j)}}{\sum_{i=0}^r \sum_{j=0}^c x_{i,j}}$$

Dove: r e c sono rispettivamente il numero di righe e di colonne mentre $e(n)$ rappresenta l'etichetta della riga o della colonna n -esima.

A questo punto è possibile eseguire un test sulla differenza delle proporzioni stimate tra il campione (p_s) e il gruppo di controllo (p_c) confrontando l'ipotesi nulla sull'eguaglianza delle due contro l'ipotesi contraria in cui esista una differenza statisticamente rilevante.

$$H_0: p_s = p_c$$

$$H_1: p_s \neq p_c$$

Le proporzioni sono estratte indipendentemente da distribuzioni con media e varianza non note (stimate) e, pertanto, il test segue una distribuzione *t-student* con df gradi di libertà.

$$t = \frac{\hat{p}_s - \hat{p}_c}{\sqrt{\frac{\hat{p}_s(1-\hat{p}_s)}{n_s} + \frac{\hat{p}_c(1-\hat{p}_c)}{n_c}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{s_s^2}{n_s} + \frac{s_c^2}{n_c}\right)^2}{\frac{s_s^4}{n_s^2(n_s-1)} + \frac{s_c^4}{n_c^2(n_c-1)}}$$

Il *p-value* derivante sarà la probabilità di ottenere un risultato campionario uguale o “più estremo” quando è vera l’ipotesi nulla. Più è piccolo il valore di p :

- più estremo è il valore osservato;
- più bassa è l’evidenza che i dati siano coerenti con la distribuzione sotto l’ipotesi nulla.

Si può dimostrare come una distribuzione t di Student con df gradi di libertà tenda ad una distribuzione normale standard $N(0,1)$ al tendere di df ad infinito (generalmente tale approssimazione è considerata valida se $df > 30$).

In questo caso, l’intervallo di confidenza per la stima della differenza delle proporzioni, con un livello di fiducia $(1 - \alpha)$, vale:

$$\hat{Z} \pm z_{\alpha/2} SE(\hat{Z})$$

Dove:

$$\hat{Z} = \hat{p}_s - \hat{p}_c$$

$$SE(\hat{Z}) = \sqrt{\frac{\hat{p}_s(1-\hat{p}_s)}{n_s} + \frac{\hat{p}_c(1-\hat{p}_c)}{n_c}}$$

L'ipotesi nulla (sull'eguaglianza tra le due proporzioni) non può essere rifiutata quando questo intervallo conterrà al suo interno il valore della differenza di proporzioni ricercato (nel nostro caso questo è pari a 0, dato che si testa l'uguaglianza tra le due proporzioni). Inoltre, è possibile dedurre informazioni sulla differenza tra le due proporzioni in base allo scostamento di quest'intervallo lungo l'asse, se l'intervallo conterrà soltanto valori positivi (negativi) significherà che p_s è maggiore (minore) di p_c .

5.3. Risultati

Nella tabella sottostante sono riportati i risultati ottenuti dall'analisi della correlazione geografica, precedentemente descritta, dell'attività innovativa, per ogni suddivisione geografica di interesse.

Unità territoriale	Autocitazioni incluse	Autocitazioni escluse
Ripartizione geografica		
Percentuale di match nel campione dei citanti	0,8017	0,7448
Percentuale di match nel gruppo di controllo	0,5005	0,492
t-test	118,4	82,9
p-value	0,0000	0,0000
Regione		
Percentuale di match nel campione dei citanti	0,7462	0,6720
Percentuale di match nel gruppo di controllo	0,3602	0,3498
t-test	149,8	104,7
p-value	0,0000	0,0000
Provincia		
Percentuale di match nel campione dei citanti	0,6789	0,5840
Percentuale di match nel gruppo di controllo	0,2553	0,2410
t-test	166,9	114,3
p-value	0,0000	0,0000
Sistema locale del lavoro		
Percentuale di match nel campione dei citanti	0,6605	0,5598
Percentuale di match nel gruppo di controllo	0,2488	0,2327
t-test	161,5	109,1
p-value	0,0000	0,0000
Comune		
Percentuale di match nel campione dei citanti	0,581	0,4553
Percentuale di match nel gruppo di controllo	0,1807	0,1599
t-test	161	104
p-value	0,0000	0,0000

Tabella 5.5 - Risultati delle analisi di correlazione geografica delle citazioni tra brevetti

In prima analisi si può notare come la percentuale di corrispondenze geografiche vari molto in base al livello di dettaglio scelto. Per il campione (Ps) varia dall'80% della suddivisione in ripartizioni geografiche fino ad un 58% per una, ovviamente

più restrittiva, suddivisione comunale (dal 75% al 46% escludendo le autocitazioni). Lo stesso vale per il gruppo di controllo (Pc) dove si passa dal 50% di *match* in una suddivisione in ripartizioni geografiche ad un 18% per quella comunale (rimuovendo le autocitazioni dal 49% al 16%).

È evidente quindi che, nel campione delle citazioni, le autocitazioni influiscano in maniera piuttosto importante sulla probabilità di corrispondenza geografica tra citante e citato. Lo stesso non si può dire per il gruppo di controllo dove le percentuali calcolate rimangono pressoché costanti, sintomo che il processo di estrazione casuale dei brevetti abbia scaturito gli effetti desiderati.

Dai risultati ottenuti (tabella 5.5) emerge chiaramente come il contesto innovativo italiano sia altamente dipendente dalla vicinanza geografica tra gli attori.

In nessuno dei test effettuati è infatti possibile accettare l'ipotesi nulla che le due proporzioni siano uguali e, anzi, si osservano sempre alti valori del *t-test* che generano *p-value* tendenti a 0.

Gli intervalli di confidenza ottenuti dall'approssimazione con una distribuzione normale e considerando un livello di fiducia $1 - \alpha$ al 95% sono mostrati in tabella 5.6.

	Autocitazioni incluse		Autocitazioni escluse	
	Limite inferiore	Limite superiore	Limite inferiore	Limite superiore
Ripartizione geografica	0,2962	0,3062	0,2469	0,2588
Regione	0,3809	0,391	0,3161	0,3282
Provincia	0,4186	0,4286	0,3371	0,3489
SLL	0,4067	0,4166	0,3212	0,333
Comune	0,3954	0,4051	0,2898	0,301

Tabella 5.6 - Intervalli di confidenza per la differenza delle proporzioni

Anche qui è piuttosto evidente che l'ipotesi nulla dell'uguaglianza delle proporzioni non può mai essere accettata. Gli intervalli ricavati, inoltre, sono sempre decentrati lungo il verso positivo dell'asse, sintomo che la proporzione di corrispondenze

geografiche all'interno dei campioni (A e B) sia maggiore di quella nei gruppi di controllo (C e D).

Interessante notare poi come questi risultati siano ottenuti nonostante il gruppo di controllo abbia percentuali di corrispondenza piuttosto alte, dovute alla particolare distribuzione geografica e tecnologica italiana che, essendo molto concentrata in poche aree del paese (come visto nel capitolo "Analisi preliminari"), ne incrementa la probabilità di co-localizzazione in una medesima unità territoriale.

Le analisi a livello provinciale sono quelle che danno i risultati più estremi. Questo tipo di suddivisione genera infatti aree abbastanza ampie da contenere al loro interno un numero considerevole di brevetti (si vedano le province di Milano, Torino, Bologna, etc.) ma, allo stesso tempo, abbastanza piccole da non riuscire a contenere al loro interno una considerevole fetta dei trovati di un determinato settore tecnologico (diminuzione della probabilità di corrispondenza nel gruppo di controllo).

Di particolare interesse sono, invece, i risultati ottenuti per una aggregazione geografica in sistemi locali del lavoro. Come già discusso in precedenza, una tale suddivisione è stata creata con lo scopo di abbattere i limiti tipici delle geografie amministrative e cercare di costituire dei raggruppamenti di comuni che meglio potessero spiegare i flussi lavorativi e occupazionali all'interno del paese.

È lecito pensare che la produzione brevettuale sia direttamente o indirettamente conseguenza di un'attività di collaborazione lavorativa tra soggetti e che, di conseguenza, possa essere meglio descritta tramite l'utilizzo di una tale suddivisione geografica. I risultati ottenuti non forniscono tuttavia conferme in questo senso ponendo la suddivisione in questione poco al di sotto per percentuale di *match* geografico rispetto ad un'aggregazione di tipo provinciale.

5.3.1. Analisi aggiuntive

Ulteriori considerazioni possono essere effettuate sulla base della composizione tecnologica delle citazioni e in merito all'effetto dell'evoluzione temporale sulla diffusione dell'innovazione.

Per evitare ripetizioni in questa sezione verranno utilizzati unicamente i dati delle citazioni tra brevetti depurate dalle autocitazioni. Conclusioni analoghe potrebbero comunque essere tratte anche senza questo tipo di semplificazione.

Un'analisi del livello di corrispondenze tecnologiche all'interno delle citazioni ci fornisce una visione generica di quanto, nel contesto italiano, l'innovazione sia capace di estendersi oltre i confini di settore.

Livello	Corrispondenze		Di cui complete		Discordanze	
IPC4	40.090	91,4%	13.424	30,6%	3.788	8,6%
IPC3	41.444	94,5%	18.588	42,4%	2.434	5,6%
IPC1	42.544	97,0%	24.995	57,0%	1.334	3,0%

Tabella 5.7 - Corrispondenze IPC nel campione di citazioni

Come si può notare è vero che in oltre il 90% dei casi si osserva almeno una corrispondenza nelle classi IPC, ma questa percentuale diminuisce nettamente quando vengono considerate solamente le corrispondenze di tutti i codici IPC (troncati al primo, terzo e quarto carattere) dei due brevetti appartenenti alla citazione. Confermando da un lato che, nel processo di trasmissione della conoscenza, si ha un forte impatto derivante dalla presenza di attori settorialmente e tecnologicamente collegati ma, dall'altro, mette in evidenza come nella creazione di innovazione esista un forte incentivo ad espandere i campi di applicazione preesistenti, portando così ad uno sviluppo tecnologico cross-settoriale.

Tale considerazione risulta piuttosto evidente prendendo in considerazione la classificazione IPC1 che, come visto in precedenza, suddivide i trovati in categorie

tecnologiche nettamente distinte. In questo caso infatti, solo il 57% delle citazioni fanno riferimento a brevetti aventi piena corrispondenza tecnologica mentre il 43% trova applicazione anche in settori (completamente) differenti.

Ulteriori conferme in questo senso si ottengono poi dall'analisi dei flussi di citazioni che intercorrono tra le diverse sezioni IPC in considerazione (di cui la figura 5.8 ne mostra un esempio a livello IPC1). Questo tipo di analisi è molto indicata per trarre indicazioni cammini tecnologici a livello settoriale e si rivela particolarmente importante sia per le aziende che, attraverso una adeguata attività di monitoraggio dei settori tecnologicamente vicini, possono assicurarsi un adeguato vantaggio competitivo ma anche, e soprattutto, per gli organi regolatori che, grazie ad un repentino riconoscimento delle radici tecnologiche, possono massimizzare i risultati delle loro politiche incentivanti direzionando tali decisioni verso soggetti più adeguati a supportare i loro scopi, minimizzando quindi l'investimento di risorse in soggetti poco adeguati.

Sezione citante/citato	A	B	C	D	E	F	G	H
A		5,25%	27,65%	1,17%	0,49%	1,39%	1,86%	0,33%
B	5,74%		9,92%	1,61%	1,19%	4,15%	2,88%	1,61%
C	19,80%	9,41%		1,12%	0,37%	1,20%	2,32%	1,29%
D	10,78%	13,55%	12,96%		2,12%	4,13%	1,66%	1,04%
E	4,46%	10,16%	3,30%	1,79%		7,25%	1,73%	1,16%
F	3,62%	11,32%	4,67%	1,29%	2,16%		2,98%	4,76%
G	10,59%	18,22%	13,49%	1,09%	1,36%	5,77%		8,12%
H	2,59%	10,89%	13,43%	0,97%	0,96%	7,36%	9,15%	

Tabella 5.8 - Flussi di citazioni tra sezioni IPC

Per ogni sezione in considerazione una sostanziosa parte (almeno il 25%) delle citazioni effettuate avvengono nei confronti di brevetti registrati almeno in una sezione diversa.

Nel capitolo “Letteratura” è stato già accennato al fatto che, l’utilizzo delle citazioni come indicatore dei flussi di informazioni e conoscenza tra gli attori sia in grado di fornire indicazioni utili sull’impatto tecnologico futuro, sulla correlazione con le conoscenze preesistenti oltre che fornire utili strumenti per la stima del valore economico che l’innovazione è in grado di generare.

Proprio a questo scopo è possibile esplorare ulteriormente queste relazioni tra settori distinguendo i flussi precedenti e futuri, in modo da poterne estrapolare tutte le informazioni necessarie ad effettuare un’analisi il più completa possibile.

Tramite questo tipo di analisi si evidenziano infatti importanti simmetrie tra quelli che, notoriamente, sono settori collegati per fattori fisici (natura della tecnologica) o per campo di utilizzo:

- A: *human necessities*, B: *performing operations, transporting* e C: *chemistry, metallurgy*, dove viene verificato il forte impatto derivante dalla stretta correlazione tra lo svolgimento dell’attività umana e la creazione, il trasporto e l’utilizzo di materiali sicuri, efficaci ed efficienti;
- G: *physics* e H: *electricity*, dove è evidente il legame tra le leggi della fisica e quelle che invece regolano l’elettromagnetismo.

Vengono evidenziate inoltre le asimmetrie che si hanno quando, tra due settori, si verificano flussi unilaterali di citazioni tra brevetti, cioè nel caso in cui lo sviluppo tecnologico di uno dei due settori abbia la capacità di influenzare l’altro, ma che questo non avvenga a parti invertite. Alcuni esempi in tal senso sono:

- I settori D: *textiles, paper* e G: *physics* che citano molto spesso trovati nei campi A: *human necessities*, B: *performing operations, transporting* e C: *chemistry, metallurgy*;
- E: *fixed constructions* e F: *mechanical engineering, lighting, heating, weapons, basting* dove è evidente che l’utilizzo dei componenti più innovativi ed

avanzati tecnologicamente appartenenti al secondo sia una parte fondamentale per lo sviluppo del primo.

Un esempio pratico sull'utilizzo di questa metodologia per trarre informazioni utili su uno specifico contesto di interesse sarà discusso nel capitolo successivo quando, quanto sopra descritto, verrà utilizzato come strumento per la valutazione dei cammini tecnologici che si generano attorno ad uno specifico ambito come quello della *Green Innovation*.

Da un punto di vista temporale poi, è utile analizzare come la diffusione di una innovazione evolva lungo il ciclo di vita del trovato stesso.

Il grafico 5.1 mostra l'andamento del numero di citazioni ottenute in ogni anno del ciclo di vita dei brevetti considerati nel campione. L'arco temporale in questione non è limitato ai 20 anni di durata massima del deposito brevettuale perché, non di rado, si verificano citazioni a brevetti anche dopo tale periodo.

In generale, com'era possibile immaginare, è vero che i primi anni sono quelli in cui si concentra il maggior numero di citazioni. In questo periodo, infatti, la novità tecnologica ha maggior risonanza ottenendo un gran numero di citazioni per poi raggiungere il periodo di massima maturazione (terzo anno) prima di scemare con l'introduzione di nuovi trovati più innovativi che la sostituiscano. Quest'ultima considerazione risulta vera soltanto per tutti quei brevetti che, con l'avanzare dello sviluppo tecnologico, diventano del tutto obsoleti e vengono sostituiti. Possono esistere però casi di innovazioni che continuano a mantenere un elevato numero di citazioni anche numerosi anni dopo la loro pubblicazione.

Considerato però che le fasi di ricerca e sviluppo hanno un impatto temporale molto importante e che un periodo di almeno 18 mesi è richiesto ad un brevetto per poter essere pubblicato, le citazioni ottenute nel primo anno e mezzo (circa 2500 citazioni) sono, per forza di cose, frutto di un qualche tipo di connessione/collaborazione tra

gli inventori/richiedenti dei brevetti oppure frutto di un'aggiunta da parte dell'ufficio brevettuale incaricato della pratica.

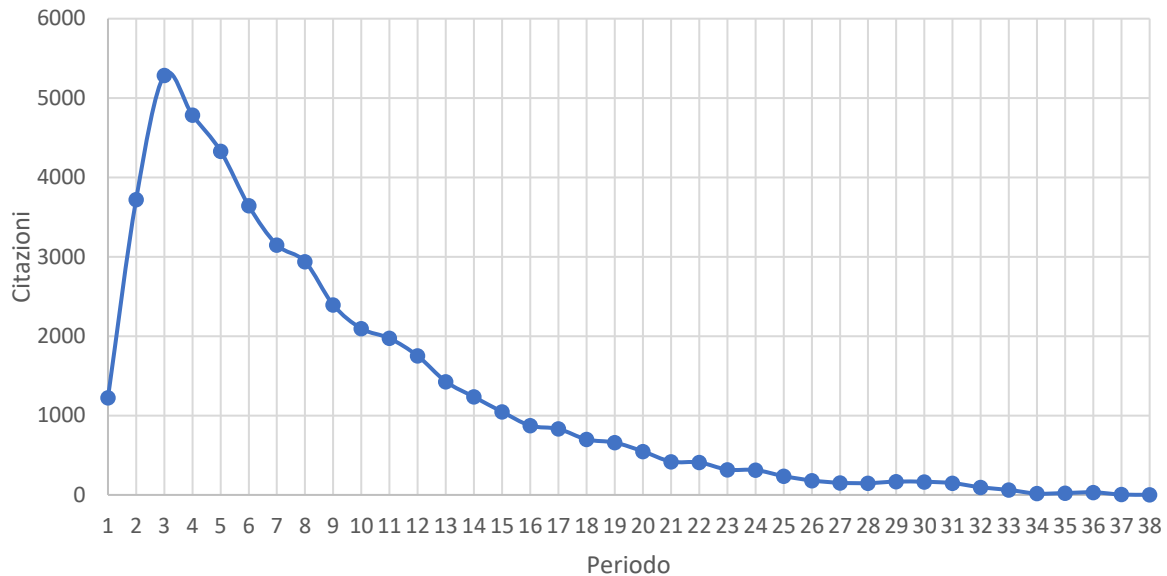


Grafico 5.1 - Numero di citazioni ottenute lungo il ciclo di vita dei brevetti

A conferma di questa ipotesi, l'analisi del caso particolare delle citazioni avvenute tra citante e citato che abbiamo stessa data di deposito mostra come si verifichi un'altissima percentuale di *match* geografici tra i loro richiedenti, ulteriore sintomo che la vicinanza geografica tra i soggetti ne favorisca i flussi di informazioni e collaborazioni. Nello specifico, su 108 osservazioni di questo fenomeno: 106 volte si verifica una corrispondenza a livello di ripartizione geografica (98%), 103 volte si verifica una corrispondenza a livello di regione e provincia (95%) mentre, rispettivamente, 99 e 90 volte si è verificata una corrispondenza a livello di sistema locale del lavoro (92%) e comune (83%).

Questi risultati sono ben più elevati non solo rispetto a quelli ricavati per la totalità delle citazioni ma anche, e soprattutto, a quelli ottenuti considerando solamente le citazioni ottenute nel primo anno e mezzo dalla pubblicazione (come mostrato dal grafico 5.2).

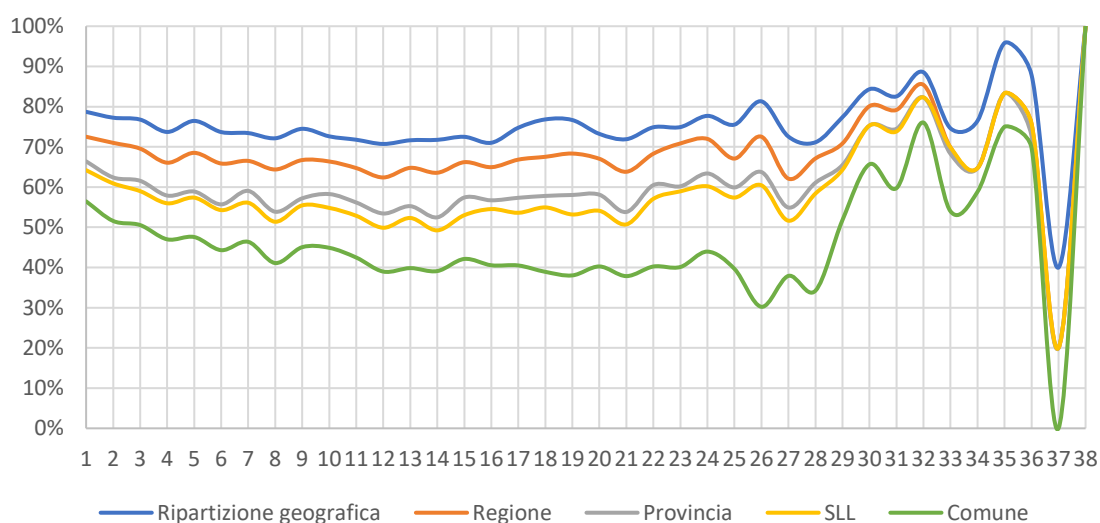


Grafico 5.2 - Evoluzione temporale della percentuale di corrispondenze geografiche

L'evoluzione della percentuale di corrispondenze geografiche (grafico 5.2, generato sulla base dei dati riportati in allegato 9) lungo il ciclo di vita dell'innovazione è piuttosto stabile per tutte le suddivisioni territoriali considerate, con evidenti distorsioni in coda al grafico (successivamente al trentesimo anno) dovute al basso numero di citazioni con differenze temporali così elevate.

L'analisi degli andamenti in questione mostra come le curve seguano dei percorsi ad U con:

- un primo periodo decrescente, quando l'informazione passa dall'essere molto ridotta e circoscritta territorialmente ad essere diffusa ed espandersi oltre i confini locali;
- un successivo periodo di sostanziale stallo, coincidente con i periodi successivi alla fase di maturazione tecnologica (dal quinto anno in poi);
- una crescita finale (prima del verificarsi delle distorsioni precedentemente descritte) che dimostra come, con il passare del tempo, l'informazione torni ad avere una valenza prettamente locale perché, presumibilmente, continua

ad essere trasmessa da attori direttamente (o indirettamente) collegati con l'inventore/richiedente di partenza.

Un ragionamento interessante, guidato dall'arco temporale dei dati a disposizione, riguarda la ricerca degli effetti che i mezzi di comunicazione di massa e la nascita di banche dati online hanno avuto sulle modalità con cui la conoscenza viene trasferita. Ipotizzando l'anno 2000 come anno di inizio della diffusione di internet e dei mezzi di comunicazione di massa (più di 300mln di utenti attivi) possono essere creati due campioni distinti con archi temporali molto simili (20 anni), il primo contenente le citazioni tra brevetti dal 1979 alla fine del 1999 mentre il secondo le citazioni dei brevetti successivi al primo gennaio del 2000.

Per uniformare il più possibile i due campioni, si è poi deciso di eliminare le citazioni tra citanti appartenenti agli anni 2000 e citati precedenti. Questo sia perché si può presumere che queste citazioni possano essere influenzate dalla presenza delle nuove tecnologie di comunicazione sia perché in questa maniera si limita l'arco temporale in cui i brevetti pubblicati negli ultimi anni dei due campioni possano ottenere delle citazioni.

Nonostante questi accorgimenti, i brevetti nel campione dopo gli anni 2000 hanno ricevuto un numero di citazioni considerevolmente maggiore rispetto agli altri.

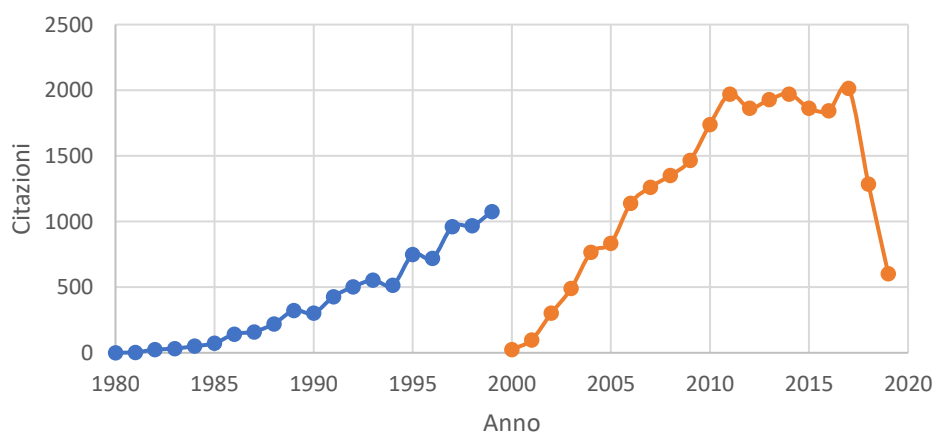


Grafico 5.3 - Numero di citazioni per anno di deposito del citante, diviso per campione

Periodo	Archi pre 2000		Archi post 2000	
1	468	5,99%	733	2,95%
2	1.153	14,77%	2.348	9,46%
3	1.317	16,87%	3.516	14,17%
4	1.131	14,49%	3.170	12,77%
5	873	11,18%	2.769	11,16%
6	665	8,52%	2.320	9,35%
7	519	6,65%	1.997	8,05%
8	451	5,78%	1.764	7,11%
9	318	4,07%	1.415	5,70%
10	257	3,29%	1.136	4,58%
11	241	3,09%	1.018	4,10%
12	149	1,91%	849	3,42%
13	103	1,32%	559	2,25%
14	54	0,69%	477	1,92%
15	47	0,60%	286	1,15%
16	36	0,46%	207	0,83%
17	18	0,23%	150	0,60%
18	3	0,04%	80	0,32%
19	4	0,05%	20	0,08%
20	0	0,00%	6	0,02%
Totale	7.807		24.820	

Tabella 5.9 - Numero di citazioni per ogni periodo di vita del brevetto

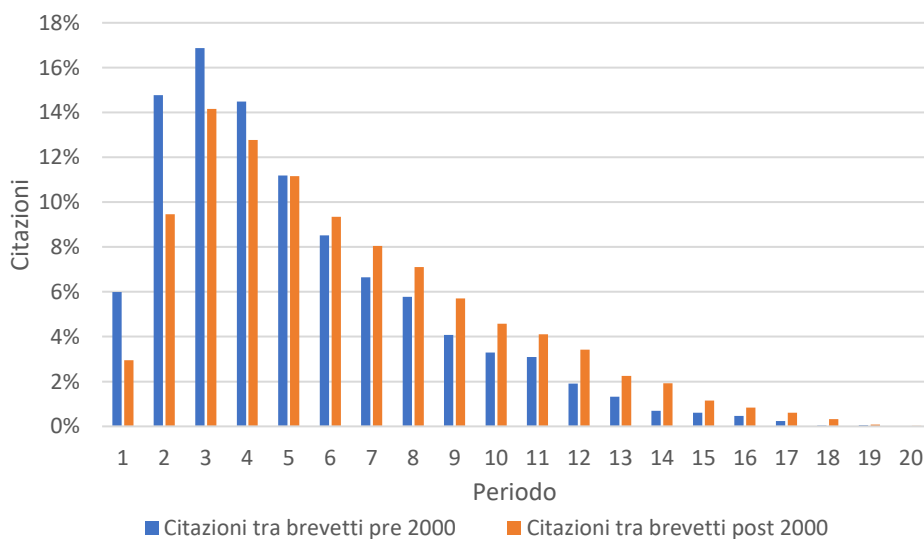


Grafico 5.4 - Percentuale di citazioni per periodo di vita del brevetto

Da un'analisi dell'andamento del numero di citazioni ricevute in ogni anno di vita del brevetto (grafico 5.4) si può notare come i due campioni considerati seguano delle distribuzioni pressoché identiche e coerenti con quello che è l'andamento mostrato nel grafico 5.1. Si osserva infatti un incremento nei primi anni di vita del brevetto, toccando un picco nel secondo, terzo e quarto anno e andando poi a scemare con il passare del tempo.

Nel confrontare i due campioni ci si potrebbe aspettare di osservare una diminuzione della percentuale di *match* geografici tra i brevetti perché, attraverso le tecnologie moderne, la trasmissione della conoscenza tra soggetti avviene su larga scala e con tempi ridotti.

Si testa quindi l'ipotesi nulla che, tra il campione di brevetti precedenti al Duemila (p_b) e quelli successivi (p_a), non vi siano delle significative differenze nella probabilità di corrispondenza geografica.

$$H_0: p_a = p_b$$

	Pa	Pb	t
Ripartizione geografica	0,7541	0,7155	6,7
Regione	0,6815	0,6401	6,7
Provincia	0,5980	0,5605	5,8
SLL	0,5751	0,5444	4,8
Comune	0,4795	0,4509	4,4

Tabella 5.10 - Influenza dei mezzi di comunicazione di massa sul trasferimento della conoscenza

Dai risultati ottenuti (mostrati in tabella 5.10) si evidenzia una differenza significativa tra queste due proporzioni, ma non nel verso in cui ci si sarebbe potuto aspettare. La percentuale di *match* geografici dopo l'introduzione di queste nuove tecnologie è maggiore di quanto non fosse precedentemente.

Una possibile interpretazione di questo risultato è da ricercarsi nel processo di agglomerazione urbana. Tra gli anni Ottanta e gli anni Duemila si sono verificati profondi cambiamenti nella distribuzione della popolazione sul territorio italiano (Accetturo, 2018) con forti flussi migratori interni e con un progressivo accorpamento delle comunità nei pressi delle città di medio-grandi dimensioni, a scapito dei piccoli comuni isolati. A dimostrazione di ciò le dimensioni delle periferie delle città si sono notevolmente ampliate e il numero dei sistemi locali del lavoro ha subito un drastico calo (dai 954 del 1981 ai 612 del 2011, scesa poi ai 610 del 2019).

Va comunque ricordato che le analisi effettuate in questo elaborato sono limitate all'osservazione delle citazioni avvenute all'interno del nostro paese e quindi sostanziali differenze potrebbero emergere considerando invece un contesto europeo o globale dove, con l'aumentare della distanza fisica tra i soggetti, si può presumere che gli effetti di questi tipi di tecnologie sia più accentuato. È importante sottolineare poi come si sia ipotizzato che, con il passare degli anni, sia le norme che regolano il rilascio di un brevetto sia modalità attraverso cui avvengono le citazioni siano rimaste invariate.

Capitolo 6. Green Innovation

In questo capitolo dell'elaborato, dopo aver effettuato una breve introduzione al concetto di *Green Innovation* e delle sue principali caratteristiche, si individueranno i brevetti con caratteristiche di ecosostenibilità, se ne analizzerà la distribuzione geografica, tecnologica e, tramite la loro posizione nelle reti create, il grado di dipendenza dalle tecnologie pregresse e l'impatto generato sul contesto innovativo nazionale.

6.1. Introduzione

Con il termine *Green Innovation* si fa riferimento all'insieme di quei trovati tecnologici sviluppati in risposta alla maggiore consapevolezza della società nei confronti dei problemi di inquinamento e di esaurimento delle risorse ambientali. I principali aspetti determinanti di queste nuove tecnologie sono:

- Output innovativo e orientato al mercato: l'oggetto dell'innovazione deve essere volto a produrre un prodotto, servizio o nuovo modello di business capace di soddisfare i bisogni dei clienti così da essere competitivo sul mercato;
- Aspetto ambientale: al fine di ridurre le emissioni inquinanti è necessaria un'attenta analisi interna per individuare quali elementi, lungo l'intero processo produttivo, possono essere convertiti e un'estrema attenzione nel capire quali alternative ecologiche utilizzare;
- Intenzione: lo sviluppo deve avere come obiettivo primario la riduzione delle emissioni inquinanti e non essere solo una conseguenza indiretta;
- Innovazione: l'introduzione deve portare ad un aumento del livello relativo dello sviluppo del sistema. Si tratta quindi di un concetto relativo e non assoluto.

È evidente come lo sviluppo di tali tecnologie sia influenzato da fattori interni che, come immaginabile, spingono verso una migliore efficienza dei processi produttivi ed una massimizzazione dei ritorni sugli investimenti di ricerca e sviluppo, sia da fattori esterni che spingono verso la creazione di processi più puliti ed efficienti lungo tutte le fasi di produzione, gestione e distribuzione di prodotti e servizi per preservare il benessere della popolazione e del pianeta.

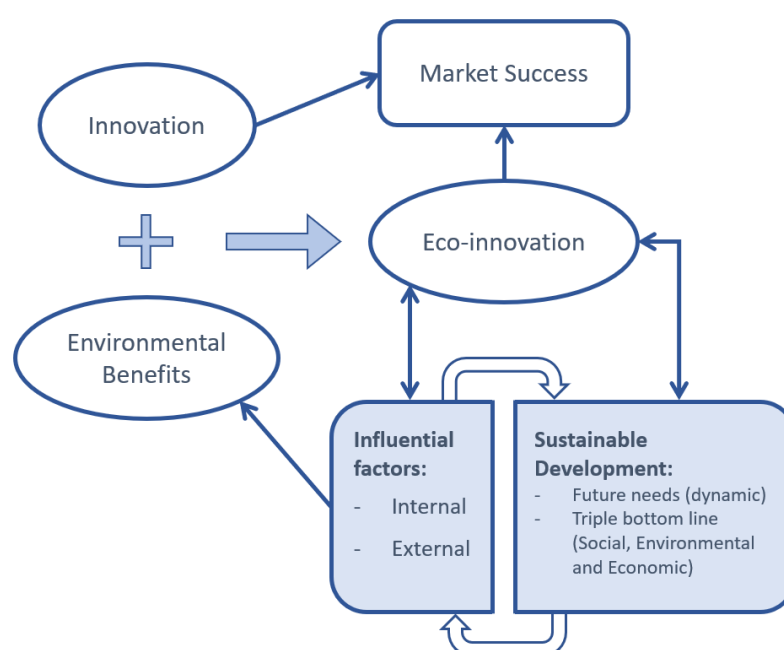


Figura 6.1 - Schema del processo di Eco-Innovation - Fonte: Bossle, de Barcellos, Vieira and Sauvée (2016)

Si generano quindi numerose opportunità per le imprese che possono così inserirsi in mercati nuovi, poco contesi e con domande molto crescenti ottenendo, di conseguenza, maggiori vendite, maggiori ricavi e, in generale, miglioramenti di reputazione e percezione del *brand*.

D'altra parte, l'introduzione di politiche ambientali sempre più severe e restrittive comporta l'insorgere di enormi costi di adattamento dei processi produttivi nonché di ricerca e sviluppo per la creazione di prodotti più ecosostenibili.

In aggiunta a questo tipo di considerazioni, un ruolo piuttosto importante è attribuibile agli effetti generati dai flussi di conoscenza all'interno dei processi di ricerca e sviluppo di trovati innovativi. Come discusso nella rassegna della letteratura (capitolo 1), infatti, la presenza di conoscenze pregresse, istituti di formazione e, in generale, soggetti attivi nella creazione e nella diffusione dell'innovazione può costituire un ulteriore fattore influenzante (positivamente o negativamente) sull'evoluzione di questo tipo di processi.

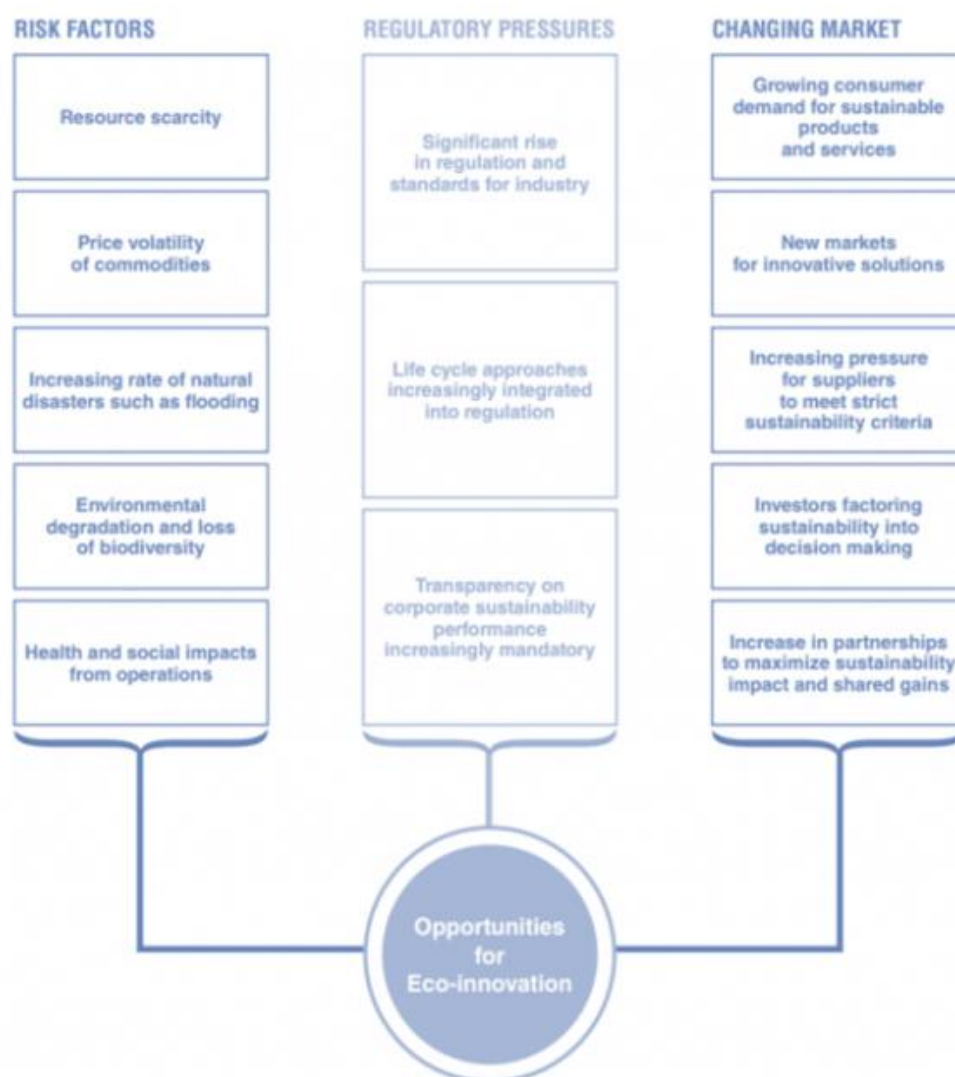


Figura 6.2 - Opportunità per l'innovazione sostenibile - Fonte: unep.org

Al contrario di quanto avviene in molti altri ambiti dell'innovazione, il cui sviluppo può essere lasciato alla libera iniziativa e percorre percorsi non predeterminati, nel caso della *Green Innovation* sorgono evidenti problemi di scostamento tra l'interesse sociale nella creazione e l'implementazione di tali trovati e il beneficio privato per chi ne sostiene lo sviluppo e la produzione. L'esistenza di una forte incognita sulla profittabilità futura, determinata principalmente dalla continua evoluzione normativa e tecnologica, infatti, impatta fortemente sulle scelte di investimento dei privati e, di conseguenza, non permette alla collettività di appropriarsi della totalità dei benefici che ne deriverebbero.

Per favorire lo sviluppo di un contesto innovativo di questo tipo è quindi necessario individuare un punto di equilibrio tra la pressione imposta dalle politiche regolatorie e il beneficio economico privato derivante dallo sviluppo di tali tecnologie.

Alle istituzioni pubbliche è lasciato il compito di favorire il raggiungimento di questo equilibrio tramite:

- la realizzazione di normative che impongano dei limiti alle emissioni e al consumo di risorse, nel rispetto dei principali accordi internazionali in termini di ecosostenibilità, cioè:
 - la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), approvata nel 1992, che è il principale trattato internazionale in materia di lotta contro i cambiamenti climatici, con l'obiettivo di limitare le interferenze di origine umana con il sistema climatico mondiale. Questo accordo ha un carattere non vincolante dal punto di vista legale, non imponendo limiti alle emissioni di gas Serra alle singole nazioni firmatarie;
 - il Protocollo di Kyoto (1998), cioè il primo documento internazionale che ha imposto l'obbligo di riduzione delle emissioni ai

Paesi più sviluppati: un 5% (sulla base delle emissioni rilevate nel 1990) nel primo periodo di adempimento compreso tra il 2008 e il 2012, con l'Unione Europea (UE) che si è fissata come obiettivo una ulteriore riduzione dell'8%. Un secondo periodo di adempimento del protocollo, iniziato nel 2013 e concluso nel 2020, durante il quale i paesi firmatari si sono impegnati a ridurre le emissioni almeno del 18% rispetto ai livelli del 1990. Anche in questo caso l'UE si è impegnata a diminuire ulteriormente le emissioni, con una percentuale del 20% rispetto ai livelli del 1990;

- l'accordo di Parigi (2015), che è il primo testo universale per ridurre la temperatura globale di 2°C, cioè sotto i livelli registrati al tempo della prima rivoluzione industriale. Per ottenere un tale risultato si stima un taglio tra il 40 e il 70% delle emissioni entro il 2050, con una conseguente riduzione di circa 2900 miliardi di tonnellate di Co₂;
- il documento, chiamato *Green Deal*, stilato dall'Unione Europea come tabella di marcia per raggiungere la piena sostenibilità economica all'interno del sistema che prevede un piano d'azione volto a promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare, ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento.
- l'introduzione di un sistema degli incentivi che, tramite una corretta implementazione, consenta di stimolare il contesto settoriale sia dal lato dell'offerta (sviluppo di tecnologie innovative) sia da quello della domanda, in modo da permettere una corretta diffusione delle innovazioni e produrre quindi l'impatto ambientale desiderato.

A dimostrazione di ciò la Commissione Europea ha, negli anni, istituito numerosi fondi per la distribuzione di risorse finanziarie a stati, organizzazioni pubbliche e private per incentivare la ricerca, lo sviluppo e

l'utilizzo di tecnologie ecosostenibili (e.g. *Innovation Fund*, *LIFE Climate Action*) nell'ottica di favorire il raggiungimento degli obiettivi prefissati. L'introduzione di: agevolazioni fiscali, finanziamenti a fondo perduto o a tasso agevolato, etc. produce effetti positivi in questo senso a patto che questo tipo di risorse vengano stanziato in maniera efficiente e dopo aver realizzato un'accurata analisi di settore volta ad individuarne i soggetti (interni ed esterni) più adatti allo sviluppo.

L'Italia, in quanto paese sottoscrittore di tutti i trattati sopra descritti, nonché membro dell'Unione Europea, del G8 e del G20, è tenuta a mettere in atto tutte le normative necessarie a confermare il suo impegno per il conseguimento di questi obiettivi. Negli anni infatti, tramite il Ministero dello sviluppo economico (MiSE), il Ministero della Salute (MS) e il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) sostituito, nel 2021, dal nuovo Ministero della transizione ecologica (MiTE) sono state messe in atto tutta una serie di politiche di tipo regolatorio ed incentivanti per raggiungere tali scopi, di cui la principali sono contenute all'interno del Testo Unico Ambientale (T.U. ambiente, d.lgs. n. 152/2006).

6.1.1. Effetti della regolamentazione sul mercato: l'esempio del fotovoltaico

Un esempio degli effetti provocati dall'introduzione di questi processi normativi all'interno di un mercato è rappresentato dal settore del fotovoltaico (italiano e globale).

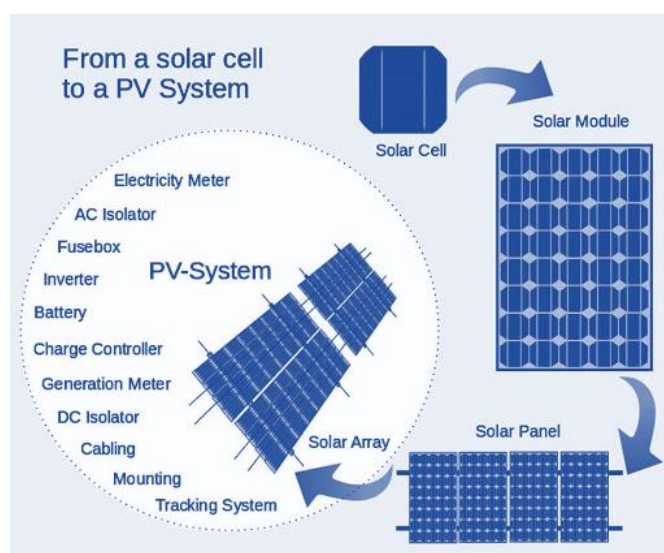


Figura 6.3 - Principali componenti di un impianto fotovoltaico - Fonte: www.tonello-energie.com

In parole semplici, un impianto fotovoltaico è un impianto elettrico costituito dall'assemblaggio di più moduli che sfruttano l'energia solare per produrre energia elettrica. Ognuno di questi moduli (detti, per l'appunto, moduli fotovoltaici) è costituito da unità più piccole, chiamate celle fotovoltaiche. I fotoni, o particelle di luce, trasferiscono la loro energia agli elettroni liberi presenti sulla cella composta da silicio che, a loro volta, si "agitano" e producono il flusso di elettricità.

Questo contesto è stato, negli anni, al centro delle politiche normative ed incentivanti per favorire lo sviluppo e l'uso delle fonti energetiche alternative per il raggiungimento di una maggiore autonomia energetica.

Dal 2011, in Italia, è infatti stata introdotta (tramite decreto legislativo, d.lgs. n. 28/2011) una normativa che impone "per nuovi edifici o quelli sottoposti a ristrutturazione rilevante, devono essere installati impianti per produrre energia

elettrica da fonti rinnovabili, di potenza $P \geq S/K$ (kW), dove S (m²) rappresenta la superficie in pianta del livello terra dell'edificio e K (m²/kW) è un coefficiente variabile in base alla data di richiesta del titolo edilizio”.

Fino al 2013 sono state inoltre utilizzate forti politiche incentivanti (Conto Energia) tramite contributo finanziario per kWh di energia prodotta per un certo periodo di tempo (fino a 20 anni), variabile a seconda della dimensione o tipologia di impianto e fino a un tetto massimo di MWp di potenza complessiva generata da tutti gli impianti o a un tetto massimo di somma incentivabile. Dopo il 2013 l'erogazione di questi incentivi è stata interrotta perché il costo di questo tipo di intervento è stato giudicato eccessivo (circa a 6 miliardi di euro l'anno). Tuttavia, sono comunque rimaste in vigore alcune normative che consentono la detrazione delle nuove installazioni per i privati.

Come mostrato nei grafici (6.1 e 6.2), durante i periodi di introduzione della normativa e degli incentivi sopra descritti si sono verificati importanti cambiamenti nell'andamento delle installazioni di pannelli fotovoltaici sul territorio, con crescite esponenziali sia del numero di impianti installati sia della quantità di energia prodotta, provocando forti impatti nella distribuzione della produzione dell'energia nel nostro paese.



Grafico 6.1 - Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici - Fonte: www.gse.it

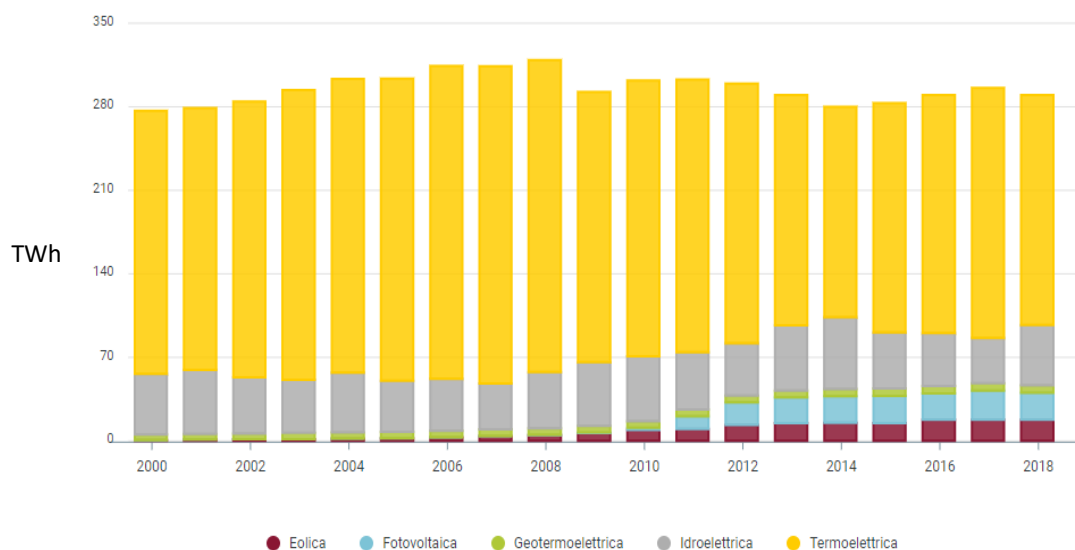


Grafico 6.2 - Riepilogo storico della produzione di energia in Italia - Fonte: www.terna.it

Interessante notare come, dopo il 2013, il tasso di crescita del numero di installazioni sia rimasto costante mentre, al contrario, la quantità di energia prodotta è rimasta pressoché invariata. Il motivo di questo comportamento è principalmente identificabile nel fatto che, dopo l'eliminazione dei suddetti incentivi, sono rimaste in vigore le normative che incoraggiano le installazioni per le abitazioni private e, quindi, a bassa produzione energetica.

I dati brevettuali confermano la coerenza temporale tra i periodi di massima attività innovativa e quelli di massima crescita settoriale, sopra descritti.

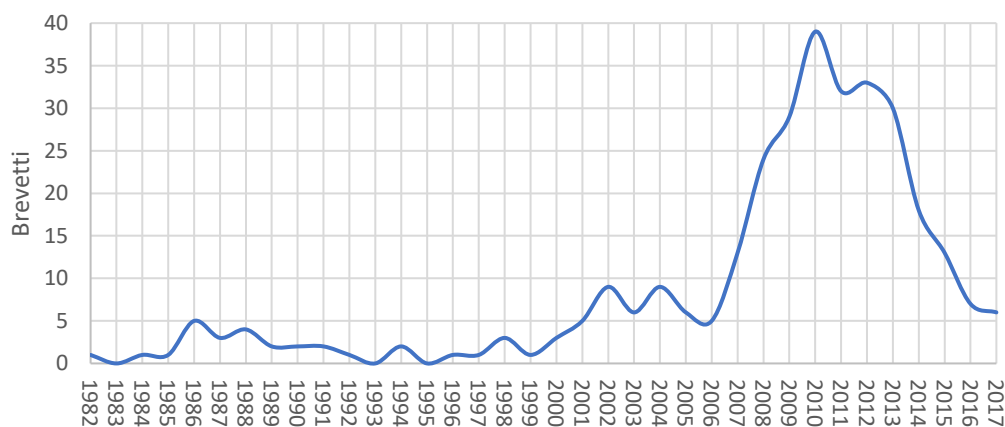


Grafico 6.3 - Andamento delle applications di brevetti relativi all'energia fotovoltaica

Circa il 65% delle *applications* per brevetti appartenenti a categorie IPC attribuibili alla produzione, gestione, stoccaggio e distribuzione di energia proveniente dal fotovoltaico sono state infatti depositate nel periodo 2007-2013.

L'introduzione delle politiche sopra descritte è avvenuta quindi durante quello che sembra essere il periodo di massima maturazione tecnologica del settore e ha permesso a chiunque abbia tempestivamente investito non solo nella creazione di innovazione per la produzione di questo tipo di energia ma anche nell'accumulo, nella gestione e nella sua distribuzione di ottenere il massimo beneficio da questo tipo di investimento e di cavalcare la crescita esponenziale di domanda che si è generata.

Evidenze di questo tipo di comportamento sono identificabili anche a livello globale. Secondo quanto dimostrato dal report annuale (2017) sullo sviluppo del settore fotovoltaico redatto dalla *World Intellectual Property Organization* (WIPO) infatti:

- le azioni governative sono state le principali fonti di crescita per l'intero settore. In questo senso, le principali politiche incentivanti messe in atto a livello mondiale (grafico 6.4) sono:
 - *Feed-in Tariffs* (FITs), create per accelerare gli investimenti in energie rinnovabili tramite l'offerta di contratti a lungo termine e a prezzo fisso (e vantaggioso) agli operatori del settore;
 - Incentivi diretti e detrazioni fiscali;
 - Incentivi all'autoconsumo, per raggiungere l'indipendenza energetica.
- la crescita di mercato (grafico 6.5) è stata accompagnata da una crescita parallela nel numero di *application* di brevetti di tecnologie direttamente o indirettamente connesse.

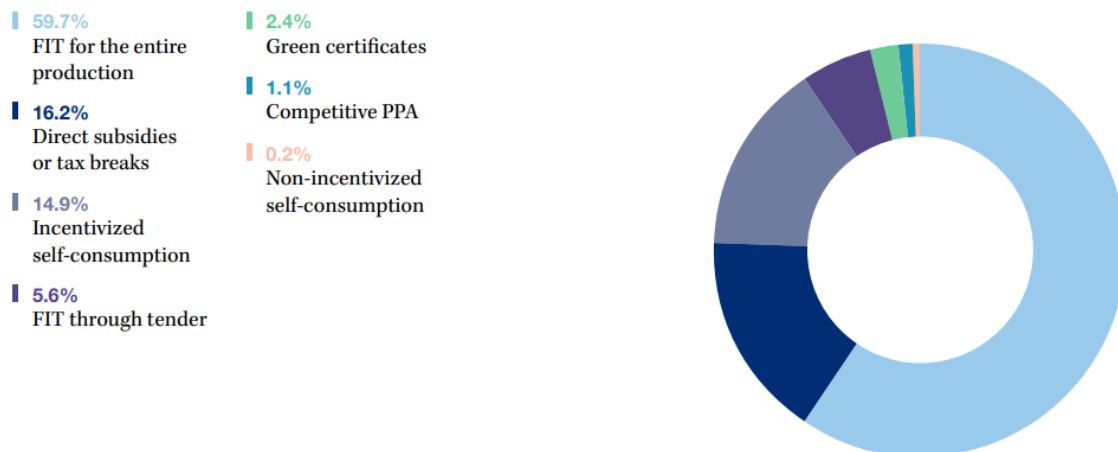


Grafico 6.4 - Distribuzione degli incentivi di mercato nel settore fotovoltaico a livello globale, 2015
 - Fonte: Innovation in transforming photovoltaic industry - World Intellectual Property Report 2017

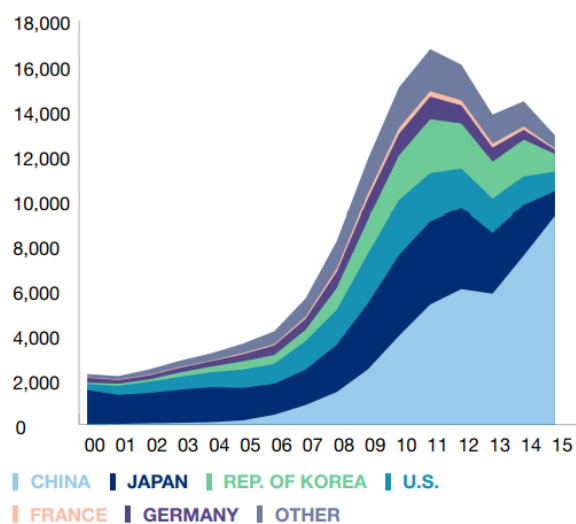


Grafico 6.5 - Domande di brevetto per il fotovoltaico a livello globale, 2000-2015
 - Fonte: Innovation in transforming photovoltaic industry - World Intellectual Property Report 2017

6.2. Metodologia

Al fine di poter descrivere ed analizzare il processo di innovazione sostenibile nel contesto italiano è prima di tutto fondamentale individuare ed applicare uno o più filtri che permettano di estrarre i brevetti sviluppati con questi fini.

Va innanzitutto fatto notare come il contesto delle *Green Technologies* sia molto complesso in quanto, non esistendo un accordo standardizzato internazionale per la loro categorizzazione, si possa far riferimento a più classificazioni diverse che, benché non molto diverse in termini di composizione, potrebbero condurre a risultati differenti.

Il metodo generalmente più utilizzato è quello di filtrare i brevetti secondo una lista di classi rilevanti fornita da una delle organizzazioni internazionali che si occupano di trattare materie di innovazione. In questo senso, le principali alternative sono:

- il database ENV-TECH per la ricerca delle tecnologie relative all'innovazione ambientale, sviluppato dall'*Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD);
- il database relativo alle *Climate Change Mitigation Technologies* (CCMT) realizzato dall'*European Patent Office* (EPO);
- l'*IPC Green Inventory* realizzato dal WIPO per facilitare le ricerche di informazioni sulle così dette *Environmentally Sound Technologies* (ESTs), cioè l'insieme di tecniche e tecnologie in grado di ridurre i danni ambientali attraverso processi e materiali che generano meno sostanze potenzialmente dannose, recuperano tali sostanze dalle emissioni prima dello scarico o utilizzano e riciclano i residui di produzione.

Nella realizzazione di questo elaborato si è deciso di utilizzare l'*IPC Green Inventory* (abbreviato IPCGI per comodità espositiva), sia per via della sua maggior chiarezza

nella suddivisione in categorie sia perché, al contrario degli altri due, crea un riferimento diretto tra ogni categoria definita e le rispettive classi IPC di origine.

1) Administrative, regulatory or design aspects

- Commuting, e.g., HOV, teleworking, etc.
- Carbon/emissions trading, e.g. pollution credits
- Static structure design

2) Agriculture / forestry

- Forestry techniques
- Alternative irrigation techniques
- Pesticide alternatives
- Soil improvement

3) Alternative energy production

- Bio-fuels
- Integrated gasification combined cycle (IGCC)
- Fuel cells
- Pyrolysis or gasification of biomass
- Harnessing energy from manmade waste
- Hydro energy
- Ocean thermal energy conversion (OTEC)
- Wind energy
- Solar energy
- Geothermal energy
- Other production or use of heat, not derived from combustion, e.g. natural heat
- Using waste heat
- Devices for producing mechanical power from muscle energy

4) Energy conservation

- Storage of electrical energy
- Power supply circuitry
- Measurement of electricity consumption
- Storage of thermal energy
- Low energy lighting
- Thermal building insulation, in general
- Recovering mechanical energy

5) Nuclear power generation

- Nuclear engineering
- Gas turbine power plants using heat source of nuclear origin

6) Transportation

- Vehicles in general
- Vehicles other than rail vehicles
- Rail vehicles
- Marine vessel propulsion
- Cosmonautic vehicles using solar energy

7) Waste management

- Waste disposal
- Treatment of waste
- Consuming waste by combustion
- Reuse of waste materials

Tabella 6.1 - Classificazione IPC Green Inventory (IPCGI)

Secondo questa classificazione le tecnologie verdi vengono categorizzate tramite le loro sottoclassi IPC, i cui codici vengono assegnati a circa 200 macro-classi differenti che descrivono trovati tecnologici in ognuno dei 7 settori sopra riportati.

	A	B	C	D	E	F	G	H	Totale
1	0	0	0	0	1	0	3	0	4
2	43	0	2	0	1	0	0	0	46
3	3	17	74	2	11	157	2	202	468
4	0	6	1	0	36	6	1	76	126
5	0	0	0	0	0	1	4	0	5
6	0	51	0	0	0	113	0	3	167
7	8	119	120	9	6	50	3	4	319
Totale	54	193	197	11	55	327	13	285	1135

Tabella 6.2 - Numero di classi IPC4, per ogni sezione IPC nei settori individuati dalla classificazione IPCGI

Nonostante, come detto, la classificazione scelta risulti essere il più completa possibile, è necessario sottolineare che:

- l’allocazione delle classi IPC alle categorie *green* definite tramite l’IPCGI avviene sulla base di stime realizzate tramite considerazioni di tipo tecnologico e, pertanto, non considera il reale utilizzo e gli effetti ambientali di ogni singolo trovato al suo interno;
- non essendoci limiti al numero di classi a cui un brevetto può appartenere, accade spesso che un trovato appartenga sia a classi *green* che a classi che non lo sono, creando quindi distorsioni nel processo di assegnazione ad una di queste due categorie.

Entrambe queste problematiche sono però di difficile risoluzione se non andando ad analizzare ogni brevetto del campione e determinandone puntualmente la natura, operazione che, vista la numerosità e il livello di dettaglio dei dati a disposizione risulta pressoché impossibile da realizzare.

Una volta determinate le classi IPC corrispondenti alle categorie sopra elencate, si è potuto filtrare il campione di brevetti al fine di estrarre solamente quelli che corrispondevano ad una o più di queste, cioè 8507 brevetti (l'8% del totale di brevetti).

Incrociando i dati brevettuali così ottenuti con la lista delle citazioni, può essere costruito un grafo che, sulla base di queste, fornisce importanti informazioni sull'evoluzione dell'innovazione ecosostenibile.

La rete creata è composta da 5673 vertici e 6079 archi (la figura 6.3 ne mostra una visualizzazione grafica evidenziando in verde i brevetti appartenenti alla classificazione IPCGI). Non tutti i brevetti *green* precedentemente individuati hanno infatti ottenuto, durante il loro ciclo di vita, citazioni da brevetti localizzati sul territorio italiano.

I dati a disposizione consentono inoltre di generare il grafo contenente le informazioni sulle collaborazioni nello sviluppo di tali trovati, sulla base delle co-assegnazioni presenti nelle domande brevettuali, formato da 1101 vertici (soggetti) e 995 archi (collaborazioni).

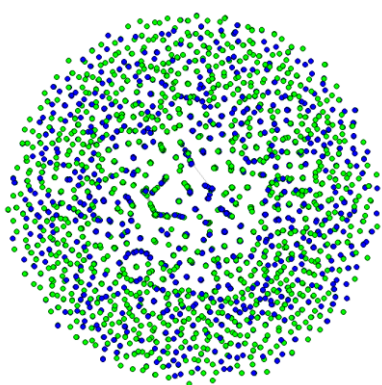


Figura 6.4 - Grafo delle citazioni da/a brevetti green

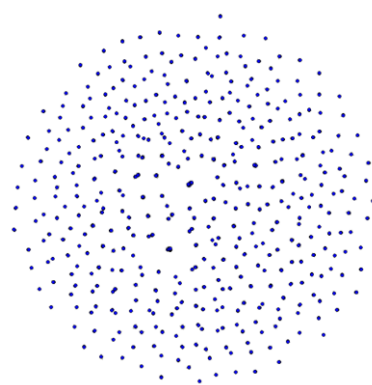


Figura 6.5 - Grafo delle collaborazioni nello sviluppo di brevetti green

6.3. Il contesto italiano

Si effettuerà ora un'analisi della distribuzione geografica e tecnologica della *Green Innovation* nel contesto italiano sulla base dell'incrocio dei brevetti estratti e delle informazioni dei codici IPC, di quelle temporali e della localizzazione degli inventori/assegnatari.

6.3.1. Distribuzione geografica

A livello geografico, il contesto della *Green Innovation* sul suolo italiano si distribuisce su 1370 comuni, appartenenti a 352 Sistemi locali del lavoro, in 105 province delle 20 regioni del nostro paese.

I dati ricavati dalle analisi effettuate sono pressoché concordanti con quelli rilevati nel capitolo 3 ("Analisi Preliminari"), evidenziando un'alta concentrazione di brevetti assegnati nella parte Nord-Ovest del paese (49%), una concentrazione media per il Centro (19%) e per il Nord-Est (26%) mentre, al Sud (4%) e sulle Isole (2%), una scarsa attività innovativa.

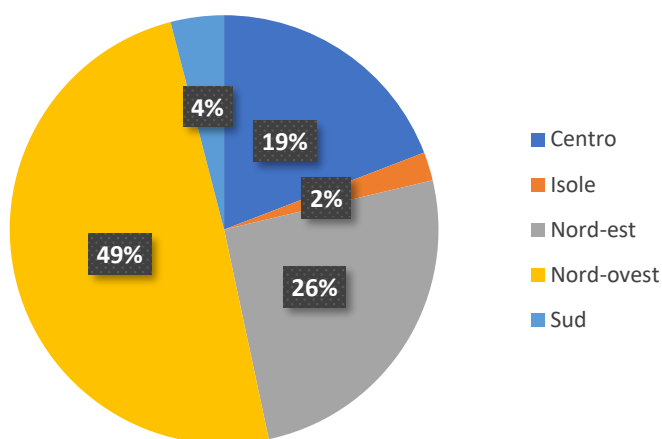


Grafico 6.6 - Percentuale di brevetti green per area geografica

Area	Numero di Brevetti	%
Centro	1.777	19%
Isole	200	2%
Nord-est	2.352	26%
Nord-ovest	4.577	49%
Sud	373	4%
Totale	9.279	

Tabella 6.3 - Numero di brevetti green per area geografica

I dati a livello regionale evidenziano come Lombardia, Piemonte, Lazio, Veneto ed Emilia-Romagna siano le regioni con il maggior contributo all'attività innovativa sostenibile del paese.

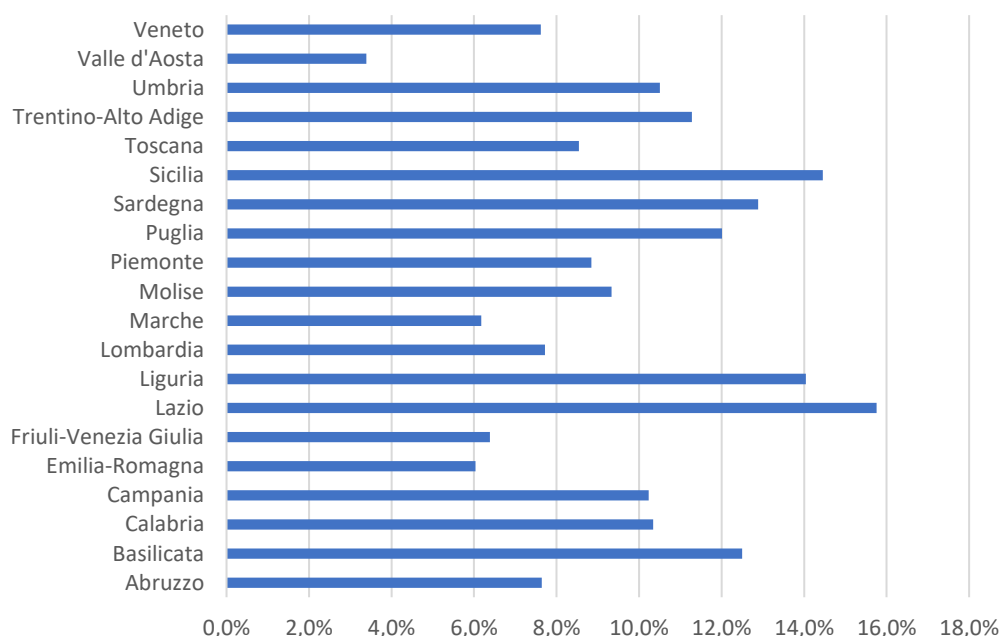


Grafico 6.7 - Percentuale di brevetti green per regione

Da un confronto con il totale dei brevetti assegnati in ogni regione si può notare tuttavia come la percentuale di innovazioni verdi vari molto: dal 3,4% della Valle d'Aosta fino ad arrivare al 15,8% del Lazio. In generale si evidenzia un comportamento piuttosto coerente con la media del paese (8% di brevetti ecosostenibili rispetto al totale di brevetti) per tutte quelle regioni con un contesto innovativo piuttosto sviluppato mentre, i risultati ottenuti da regioni a basso

contributo innovativo sono condizionati dal numero di assegnazioni totali di brevetti molto basso (tabella in allegato 10).



Figura 6.6 - Mappa regionale del numero di brevetti green

Analoghe considerazioni possono essere effettuate a livello provinciale, dove le grandi province del Nord ottengono il maggior numero di assegnazioni ma, come visto prima, senza mostrare performance in termini percentuali migliori rispetto alla media del paese.

Provincia	Numero di brevetti Green	Totale brevetti	%
Milano	1.977	21.781	9,1%
Torino	930	9.621	9,7%
Roma	924	5.748	16,1%
Vicenza	385	3.957	9,7%
Bologna	373	6.672	5,6%
Monza e della Brianza	309	5.226	5,9%
Genova	264	1.778	14,8%
Modena	213	2.813	7,6%
Padova	199	2.491	8,0%
Brescia	190	2.868	6,6%

Tabella 6.4 - Prime 10 province per numero di brevetti green

I risultati ottenuti in regioni come Liguria e Lazio sono da considerarsi come *outliers* e, per questo motivo, vale la pena analizzare le province di Roma (93% dei brevetti *green* del Lazio) e Genova (87% dei brevetti liguri) che risultano inoltre essere quelle con la percentuale maggiore di brevetti *green* assegnati rispetto al totale di brevetti prodotti dai loro residenti.

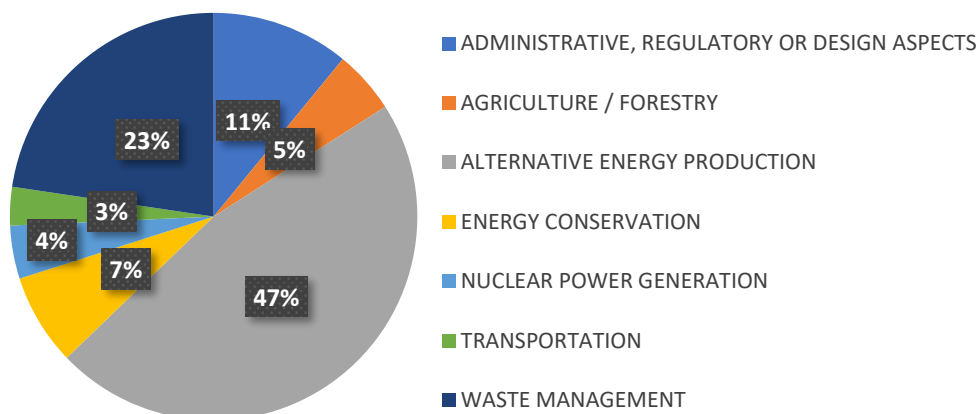


Grafico 6.8 - Distribuzione dell'innovazione green nella provincia di Roma

Dei 924 brevetti assegnati a residenti della provincia di Roma, il 47% fa riferimento alla produzione di energia attraverso fonti alternative, il 23% per la categoria “*Waste management*” seguiti poi dalle altre categorie della classificazione IPCGI che forniscono però un contributo piuttosto ridotto (grafico 6.8).

Le motivazioni alla base di tali risultati potrebbero essere molteplici e difficilmente riscontrabili dai soli dati in possesso. Tuttavia, un fattore che sicuramente influisce in maniera piuttosto importante è identificabile nella presenza, in tutta la provincia, di numerose sedi legali, operative e centri di ricerca di imprese italiane e internazionali operanti nel settore energetico.

Ambito	Numero di brevetti
Bio-fuels	324
Pollution control	182
Solar energy	91
Harnessing energy from manmade waste	90
Commuting (e.g., hov, teleworking, etc.)	80
Carbon/emissions trading	59
Nuclear engineering	54
Pesticide alternatives	52
Measurement of electricity consumption	40
Waste disposal	35

Tabella 6.5 - Primi 10 ambiti green nella provincia di Roma

Nella provincia di Genova si osserva, invece, una forte incidenza dei trovati nel campo della produzione alternativa di energia sia tramite fonti rinnovabili (46%) sia tramite l'utilizzo del nucleare (16%) dovute, anche in questo caso, alla presenza sul territorio di alcune imprese operanti a livello internazionale in tali ambiti. Al contrario, viene rilevata una minima attività innovativa dei settori agricoli e dei trasporti. Proprio a proposito dei trasporti, vista l'importanza dell'industria navale sul territorio ligure, è particolare come le innovazioni in tale settore non abbiano l'incidenza che ci si sarebbe potuti aspettare e, anzi, risultino molto poco diffuse (solo il 2,5% delle assegnazioni brevettuali sostenibili).

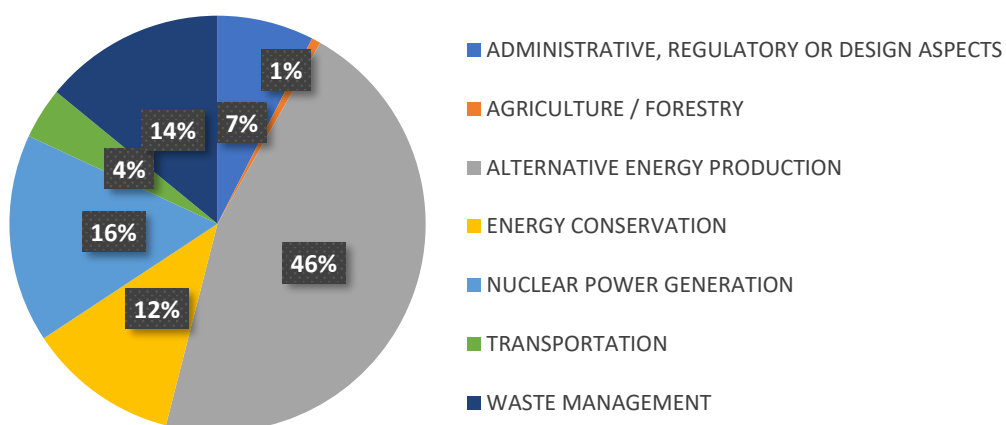


Grafico 6.9 - Distribuzione dell'innovazione green nella provincia di Genova

Ambito	Numero di brevetti
Nuclear engineering	69
Fuel cells	56
Pollution control	45
Geothermal energy	32
Measurement of electricity consumption	31

Tabella 6.6 - Primi 5 ambiti green nella provincia di Genova

L'importanza che la produzione energetica ricopre per questa provincia e per tutta la regione è poi confermata dal fatto che 3 dei primi 5 ambiti di innovazione verde per numero di brevetti sviluppati siano attribuibili ai settori sopra descritti.

6.3.2. Distribuzione tecnologica

Seguendo la categorizzazione dell'IPC *Green Inventory* (IPCGI) l'innovazione sul territorio italiano si distribuisce come segue.

Settore	Numero di brevetti	%
Administrative, regulatory or design aspects	662	7%
Agriculture / Forestry	519	6%
Alternative energy production	2.805	30%
Energy conservation	1.570	17%
Nuclear power generation	150	2%
Transportation	1.324	14%
Waste management	2.245	24%
Totale complessivo	9.275	

Tabella 6.7 - Numero di brevetti per settore del IPCGI

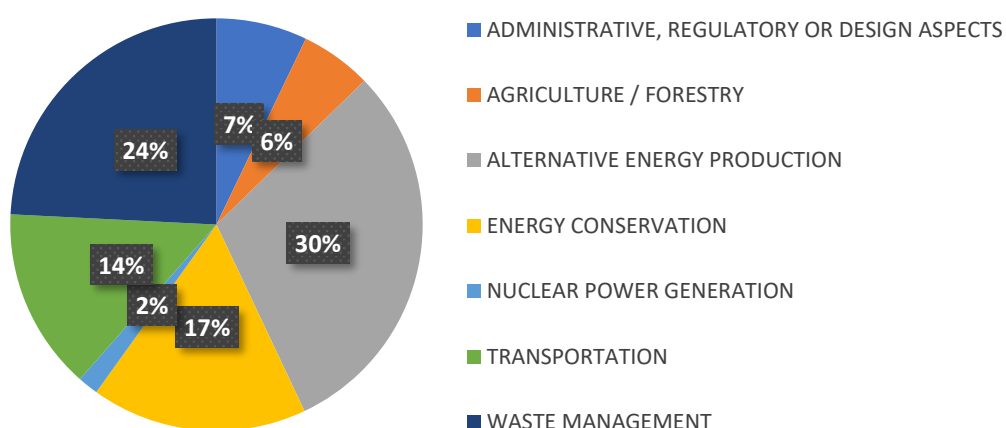


Grafico 6.10 - Percentuale di brevetti per settore IPCGI

Nel grafico precedente è ben evidenziato quindi come il processo di innovazione ecosostenibile italiano sia concentrato principalmente in quattro categorie:

- “Alternative energy production” (30%), che fa riferimento alla produzione di energia sostenibile attraverso fonti rinnovabili alternative, in particolare nello sviluppo di tecnologie relative ai biocarburanti e all’energia solare;

- All'ambito "*Waste management*", cioè la gestione e il riutilizzo dei rifiuti, vengono assegnati il 24% dei trovati, confermando l'interesse nazionale verso questo ambito. Interessante notare come "*Pollution control*", appartenente a questo settore, sia l'ambito con più depositi brevettuali;
- Il 17% dei brevetti sono sviluppati per la conservazione e il risparmio dell'energia ("*Energy conservation*"), come le tecnologie per la misurazione del consumo elettrico, l'illuminazione e l'isolamento degli edifici;
- Infine, il 14% fa riferimento al settore dei trasporti, equamente distribuiti tra veicoli in generale, trasporti ferroviari e di altro tipo (navali, aerei e stradali).

A livello generale poi, le categorie con più brevetti registrati sono le seguenti:

Ambito	Numero di brevetti
Pollution control	1.436
Bio-fuels	1.085
Commuting (e.g., hov, teleworking, etc.)	657
Measurement of electricity consumption	608
Solar energy	607
Vehicles other than rail vehicles	496
Carbon / Emissions trading	456
Vehicles in general	431
Pesticide alternatives	402
Thermal building insulation, in general	393

Tabella 6.8 - Prime dieci categorie IPCGI per numero di brevetti

La categoria "*Pollution control*" è quella a cui sono stati assegnati il maggior numero di brevetti del campione. Al suo interno vengono attribuiti tutti i trovati per:

- l'estrazione e stoccaggio dell'anidride carbonica;
- il controllo della qualità dell'aria, con particolare attenzione al trattamento e alla riduzione dei gas di scarico, alla gestione delle polveri e allo sviluppo di sistemi di allarme per l'inquinamento;
- la gestione e il controllo dell'inquinamento delle acque;
- il trattamento delle scorie prodotte dai processi industriali e nucleari.

A seguire è presente la categoria “*Bio-fuels*”, contenente tutti i trovati per lo sviluppo nell’ambito della creazione di fonti combustibili alternative (liquide, solide e gassose) attraverso composti biologici opportunamente trattati.

Interessante poi la voce “*Commuting*”, appartenente alla macroarea “*Administrative, regulatory or design aspects*”, che contiene al suo interno tutte le tecnologie nell’ambito del telelavoro e delle così dette *High occupancy vehicle lanes (HOV)*, cioè per lo sviluppo metodologie in grado di modificare le modalità del trasporto urbano aumentando il numero medio di occupanti nei veicoli e migliorando quindi la gestione del traffico.

Negli anni lo sviluppo di questo tipo di tecnologie ha seguito degli andamenti crescenti coerenti con l’aumento della consapevolezza, della conoscenza e della pressione istituzionale verso questi ambiti.

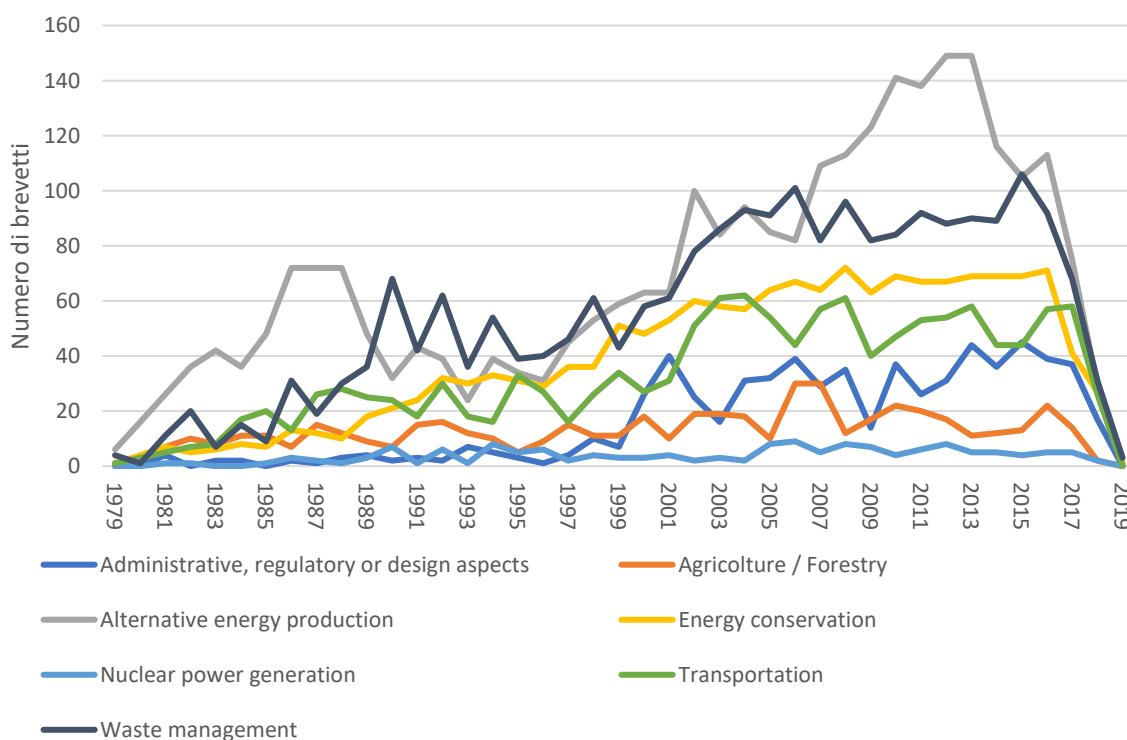


Grafico 6.11 - Evoluzione temporale del numero di brevetti per settore IPCGI

Si può ben notare infatti come, ad esempio, il settore della produzione di energie alternative abbia subito un incremento del 100% nei brevetti concessi (in media) dopo l'anno 2000.

D'altro canto, un settore molto particolare come la generazione di energia tramite fonti di tipo nucleare non ha subito particolari cambiamenti con il passare degli anni, questo sia perché il contesto nucleare italiano risulta essere molto poco sviluppato ma anche perché si tratta di un settore in cui, da tempo, si sta provando a sviluppare un cambiamento di metodologia (da fissione a fusione) che, tuttavia, non ha ancora ottenuto un'adeguata maturazione e richiede ingenti investimenti in ricerca e sviluppo.

Combinando queste informazioni con quelle riguardanti la distribuzione geografica di tali innovazioni (tabelle 6.9 e 6.10) si possono ottenere importanti informazioni su come ogni tecnologia verde è distribuita sul territorio.

La Lombardia può essere identificata come centro nevralgico per lo sviluppo ecosostenibile in Italia, fornendo un contributo fondamentale allo sviluppo di tutti i settori in esame.

Si può notare inoltre come:

- Le innovazioni *green* per quanto riguarda il settore dei trasporti (6) sono attribuite principalmente a quelle regioni in cui, storicamente, sono localizzate le maggiori società operanti nell'ambito automotive (Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte e Veneto), coerentemente con quanto discusso in precedenza;
- La produzione, la conservazione e il risparmio energetico, così come il trattamento dei rifiuti, coinvolgono l'intero territorio. Confermando l'impegno a livello nazionale nei confronti di questi temi;

- I brevetti nel campo della “Nuclear power generation” sono assegnati principalmente in regioni come Lazio, Liguria e Lombardia grazie alla presenza delle poche società attualmente operanti nel settore nucleare, della moltitudine di multinazionali in campo energetico e dei poli per la ricerca sulla fusione nucleare;
- Particolare anche come il 43% dei trovati in ambito di agricoltura e attività forestale sia sviluppato in un territorio come quello lombardo che è generalmente molto terziarizzato. Questo perché, come vedremo successivamente, si tratta di un settore altamente dipendente dai trovati nell’ambito della chimica (sezioni C e A).

	1	2	3	4	5	6	7
Abruzzo	7,1%	7,1%	42,4%	15,3%	1,2%	7,1%	20,0%
Basilicata	0,0%	0,0%	33,3%	20,0%	0,0%	33,3%	13,3%
Calabria	7,7%	0,0%	26,9%	30,8%	0,0%	11,5%	23,1%
Campania	9,6%	3,7%	25,2%	11,1%	0,0%	27,4%	23,0%
Emilia-Romagna	8,0%	7,2%	21,3%	18,2%	2,0%	19,1%	24,2%
Friuli-Venezia Giulia	8,2%	5,1%	26,1%	16,7%	1,2%	6,6%	36,2%
Lazio	8,5%	6,7%	43,5%	8,7%	3,8%	5,0%	23,8%
Liguria	6,8%	1,6%	39,4%	15,8%	10,2%	6,2%	19,9%
Lombardia	6,4%	7,4%	31,1%	21,7%	1,2%	7,9%	24,3%
Marche	6,7%	2,8%	23,5%	31,3%	0,0%	6,7%	29,1%
Molise	33,3%	11,1%	22,2%	11,1%	0,0%	0,0%	22,2%
Piemonte	8,0%	2,8%	24,8%	13,1%	0,8%	26,9%	23,6%
Puglia	7,0%	5,2%	44,3%	18,3%	0,9%	3,5%	20,9%
Sardegna	13,0%	7,4%	27,8%	14,8%	1,9%	9,3%	25,9%
Sicilia	3,3%	6,6%	49,0%	11,9%	0,0%	9,3%	19,9%
Toscana	8,4%	3,0%	32,2%	10,8%	1,7%	23,6%	20,3%
Trentino-Alto Adige	3,1%	6,7%	29,0%	11,9%	1,6%	25,9%	21,8%
Umbria	1,4%	13,7%	23,3%	26,0%	1,4%	9,6%	24,7%
Valle d'Aosta	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	25,0%	25,0%
Veneto	5,5%	4,1%	27,8%	14,0%	0,6%	20,7%	27,4%

Tabella 6.9 - Percentuale brevetti in ogni settore IPCGI a livello regionale

	1	2	3	4	5	6	7
Abruzzo	0,9%	1,1%	1,2%	0,8%	0,6%	0,4%	0,7%
Basilicata	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,4%	0,1%
Calabria	0,3%	0,0%	0,2%	0,5%	0,0%	0,2%	0,3%
Campania	1,9%	0,9%	1,2%	0,9%	0,0%	2,8%	1,3%
Emilia-Romagna	11,7%	13,1%	7,2%	11,2%	12,1%	14,0%	10,3%
Friuli-Venezia Giulia	3,1%	2,4%	2,3%	2,7%	1,8%	1,3%	4,0%
Lazio	12,8%	12,6%	15,1%	5,5%	23,6%	3,8%	10,4%
Liguria	3,3%	0,9%	4,3%	3,2%	20,0%	1,5%	2,8%
Lombardia	30,1%	43,1%	33,7%	43,1%	23,0%	18,7%	33,1%
Marche	1,8%	0,9%	1,4%	3,5%	0,0%	0,9%	2,2%
Molise	0,4%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
Piemonte	15,0%	6,5%	10,6%	10,3%	6,1%	25,2%	12,8%
Puglia	1,2%	1,1%	1,7%	1,3%	0,6%	0,3%	1,0%
Sardegna	1,0%	0,7%	0,5%	0,5%	0,6%	0,4%	0,6%
Sicilia	0,7%	1,8%	2,5%	1,1%	0,0%	1,0%	1,3%
Toscana	6,7%	3,0%	5,9%	3,6%	5,5%	9,5%	4,7%
Trentino-Alto Adige	0,9%	2,4%	1,9%	1,4%	1,8%	3,7%	1,8%
Umbria	0,1%	1,8%	0,6%	1,2%	0,6%	0,5%	0,8%
Valle d'Aosta	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
Veneto	8,0%	7,4%	9,4%	8,7%	3,6%	15,2%	11,6%

Tabella 6.10 - Apporto regionale ad ogni settore IPCGI

6.4. Analisi dei flussi collaborativi

Per una migliore descrizione del contesto italiano e per favorire la ricerca dei territori su cui convogliare le risorse per cercare di massimizzare lo sviluppo di una determinata branca dell'innovazione sostenibile, è necessaria un'accurata analisi dei flussi di collaborazioni che ne contribuiscono alla creazione. A tal fine, tramite la rete delle collaborazioni precedentemente costruita è possibile individuare tutte le informazioni geografiche e tecnologiche necessarie per la ricostruzione di tali flussi.

Degli 8507 brevetti *green* individuati solamente per 614 (7%) è stato possibile individuare più di un richiedente/inventore residente sul territorio italiano e correttamente geolocalizzato.

La media di collaboratori per la realizzazione di questi brevetti risulta di 1,6 mentre il brevetto con maggior numero di soggetti co-assegnatari ne conta 8 distribuiti tra la provincia di Monza e della Brianza (Lombardia) e quella di Vicenza (Veneto).

Analogamente a quanto fatto per le citazioni tra brevetti, è possibile individuare il grado di corrispondenza geografica tra i collaboratori per ogni suddivisione geografica in considerazione. Nella tabella sottostante, per comodità di visualizzazione, sono mostrati i risultati dell'analisi per una suddivisione in ripartizioni geografiche.

Area	Centro	Isole	Nord-est	Nord-ovest	Sud	Totale
Centro	190	3	24	80	6	303
Isole	2	27	1	7	0	37
Nord-est	13	1	168	44	5	231
Nord-ovest	48	13	29	279	8	377
Sud	8	0	5	6	28	47
Totale	261	44	227	416	47	995

Tabella 6.11 - Tabella di adiacenza delle collaborazioni a livello di ripartizione geografica

Con questo livello di aggregazione, quindi, nel 70% dei casi si verifica una corrispondenza geografica tra i co-assegnatari. Il risultato ottenuto non si discosta molto da quello che è stato rilevato attraverso l'analisi delle collaborazioni nell'intero campione di brevetti italiani (77%).

Si scende poi ad un 65% per una suddivisione regionale, 51% a livello provinciale, 46% per i sistemi locali del lavoro e, infine, al 36% per la più restrittiva suddivisione comunale.

	Corrispondenze	%
Ripartizione geografica	692	69,5%
Regione	640	64,3%
Provincia	509	51,2%
SLL	455	45,7%
Comune	359	36,1%

Tabella 6.12 - Percentuale di corrispondenze nelle collaborazioni

Il maggior numero di corrispondenze all'interno della stessa provincia si verificano in quelle di Roma (86), Milano (79) e Torino (41), dove si osservano rispettivamente il 16,9%, il 15,5% e l'8,1% del totale dei *match*.

Provincia	Corrispondenze geografiche nelle collaborazioni
Roma	86
Milano	79
Torino	41
Bergamo	17
Vicenza	16
Genova	15
Palermo	15
Bologna	14
Padova	13

Tabella 6.13 - Prime province per numero di corrispondenze nelle collaborazioni

I primi tre soggetti per numero di collaborazioni (rispettivamente 26, 25 e 23) sono localizzati rispettivamente a Milano e Roma e contribuiscono alla realizzazione di circa 50 diversi brevetti, di cui circa il 75% appartiene a classi IPCGI per lo sviluppo di Biodiesel, nell'ambito della produzione di fonti di energia alternative.

Interessante notare come Roma e Milano condividano anche il maggior numero di collaborazioni tra diverse province (70), a conferma del fatto che possano essere considerate le più attive nello sviluppo di trovati innovativi di tipo *green* all'interno del nostro paese.

Tra queste due province si verificano quindi attivamente dei flussi collaborativi che ne coinvolgono i soggetti residenti, nonostante la distanza geografica sia piuttosto importante. Questi risultati sono da un lato influenzati dal fatto che, dal momento in cui in un territorio si ha una produzione brevettuale molto ampia (sia in termini generali sia per i singoli settori) anche la probabilità di sviluppo collaborativo di trovati è piuttosto alta. D'altro canto, invece, è noto come storicamente le province di Milano e Roma abbiano una concentrazione di sedi (operative e legali) di grandi imprese italiane e multinazionali molto più alta rispetto a quanto non avvenga sul resto del territorio. Questo fattore è in grado di influenzare i risultati ottenuti sia perché quest'ultime sono in grado di sopportare i costi di ricerca e sviluppo e ottenere una maggiore produzione brevettuale, sia perché, non di rado, quando l'impresa è di grandi dimensioni e con più sedi, un referente aziendale (spesso esterno all'attività di ricerca e sviluppo) o una sede dell'impresa stessa vengono indicati nella lista dei richiedenti.

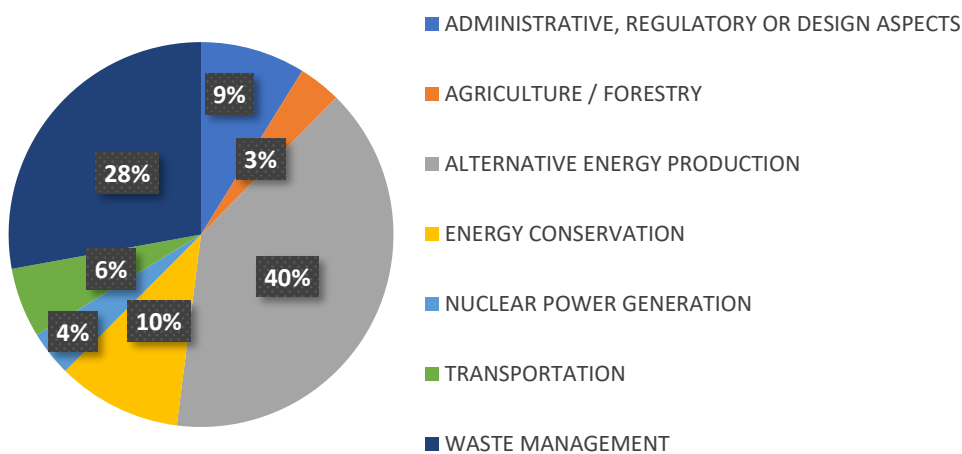


Grafico 6.12 - Distribuzione dei brevetti soggetti a collaborazione nella classificazione IPCGI

I 614 brevetti sviluppati attraverso la collaborazione di più soggetti sono distribuiti nei vari settori della classificazione IPCGI come mostrato dal grafico 6.12.

Classe	Numero di assegnazioni
Biodiesel	70
Commuting (e.g., hov, teleworking, etc.)	49
Treating waste-water or sewage	44
Waste disposal	39
Treatment of waste gases	32
Carbon/emissions trading	31
Bio-fuels from genetically engineered organisms	28
Pesticide alternatives	28
Measurement of electricity consumption	25
Separating dispersed particles from gases or vapours	23

Tabella 6.14 - Primi 10 classi IPCGI per numero di assegnazioni di brevetti soggetti a collaborazione

I settori della produzione di energia alternativa e della gestione dei rifiuti risultano essere quelli più collaborativi (rispettivamente 40% e 28%) con particolare attenzione posta sullo sviluppo di combustibili biologici per il primo e sulla gestione dei rifiuti liquidi e gassosi per il secondo.

Particolare poi come la quasi totalità (85%) delle collaborazioni nel settore *“Agriculture/Forestry”* siano generate per lo sviluppo di alternative ecosostenibili ai comuni pesticidi chimici e come la totalità delle classi IPCGI del settore *“Administrative, regulatory or design aspects”* siano presenti nella lista.

6.5. Analisi delle citazioni

Dei 6079 archi (citazioni) costituenti la rete delle citazioni precedentemente creata, sulla base della presenza di almeno un brevetto identificabile come *green* tra citante o citato:

- 2471 (41%) avvengono tra brevetti *green*;
- 2179 (36%) sono citazioni ottenute da brevetti *green* da parte di brevetti che invece non lo sono;
- 1429 (23%) vedono il citante appartenente all'IPCGI mentre il citato no.

Da un punto di vista geografico, le percentuali di corrispondenza tra i luoghi di residenza degli inventori/richiedenti del brevetto citante e di quello citato evolvono come indicato dalla tabella sottostante (6.15).

	Solo citante green	Solo citato green	Entrambi green	Totale
Ripartizione geografica	73%	82%	77%	78%
Regione	65%	78%	70%	72%
Provincia	63%	74%	65%	68%
SLL	62%	73%	64%	67%
Comune	55%	65%	58%	60%

Tabella 6.15 - Corrispondenze nelle citazioni per ogni aggregazione geografica

L'analisi di questo tipo di risultati è stata ampiamente discussa, a livello di campione, nel capitolo precedente ("Eternalità e flussi di conoscenza"), se si volessero ottenere informazioni più puntuali sulla composizione di tali flussi sarebbe più opportuno scindere l'analisi a livello di singolo settore o ambito tecnologico. L'utilizzo della totalità di brevetti appartenenti all'IPCGI, infatti, non consente di trarre conclusioni più accurate di quanto non sia già stato fatto in precedenza.

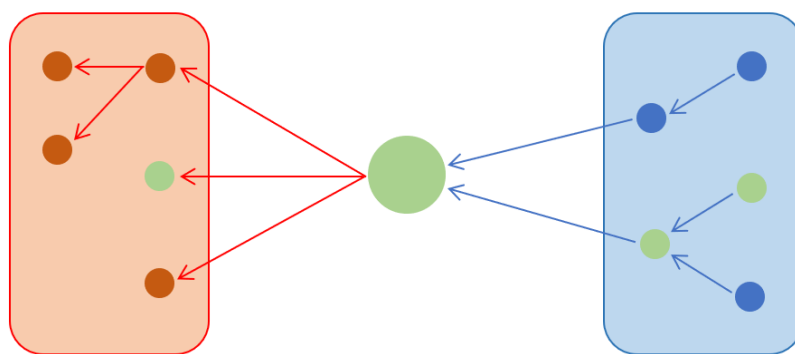


Figura 6.7 - Esempio di flussi di citazioni dal/al brevetto

Per quanto riguarda invece le caratteristiche tecnologiche di questi flussi, estrapolate tramite l'analisi dei codici IPC e IPCGI, è opportuno considerare che, sulla base del verso in cui la citazione avviene, è possibile trarne informazioni diverse. In questa sezione dell'elaborato, nello specifico, si utilizzerà questo tipo di analisi per identificare:

- Le radici tecnologiche: lo studio del contributo che la presenza di tecnologie non strettamente *green* ha avuto sullo sviluppo del contesto ecosostenibile italiano è importante perché, attraverso un'analisi dei flussi di citazioni effettuate (archi uscenti, *backward cits*) da questa particolare categoria di brevetti, si ottiene una stima di quelle che sono le conoscenze che ne hanno permesso e favorito lo sviluppo;
- Il contributo tecnologico: per analizzare gli effetti che l'innovazione sostenibile ha generato sul processo di creazione di una maggiore ecosostenibilità all'interno dei vari settori tecnologici, è fondamentale effettuare un'analisi delle citazioni che, questi ultimi, hanno effettuato nei confronti delle innovazioni *green* in questione (archi entranti, *forward cits*). In questo modo è possibile stimare l'effetto generato da una determinata attività innovativa, misurato non in termini di benefici ambientali (che ne determinano solamente l'appartenenza alle categorie *green* precedentemente

individuato) ma a livello di apporto tecnologico nei confronti dei settori industriali nel contesto italiano.

- L'evoluzione ecosostenibile: nel caso, invece, in cui entrambi i brevetti appartengano a categorie *green*, è possibile mettere in relazione i flussi di citazioni per ricavare informazioni su come evolva l'innovazione tra i vari contesti ecosostenibili.

6.5.1. Risultati

La prima considerazione importante, dovuta principalmente al fatto che la classificazione IPCGI è un'estrazione di categorie tecnologiche dalla più ampia classificazione IPC, è che non in tutti i settori individuati dall'IPC *Green Inventory* si verifica una prevalenza nelle citazioni da/a brevetti appartenenti alle stesse sezioni IPC di cui sono composti i settori stessi (composizione individuata dalla tabella 6.2 nella sezione "Metodologia" di questo capitolo).

Il fenomeno della concordanza/discordanza dei codici IPC nelle citazioni tra brevetti è stato già ampiamente discusso nel capitolo precedente ("Esternalità e flussi di conoscenza") e, per ricapitolare, è sintomo di una necessità di coniugare l'aspetto incrementale e quello abilitante, realizzando trovati in grado non solo di migliorare le tecnologie sulla base delle conoscenze pregresse, ma anche di espandere i confini di tali conoscenze il più possibile, in modo da ottenerne maggiori benefici.

Per quanto riguarda il grado di correlazione tecnologica nello sviluppo tra tecnologie *green* e non *green*, vengono evidenziate sostanziali differenze nelle modalità attraverso cui l'innovazione di ogni specifico settore si interfaccia col contesto tecnologico nazionale.

Le tabelle sottostanti indicano, per ogni settore dell'IPCGI:

- la percentuale di citazioni effettuate a brevetti appartenenti ad ogni sezione IPC (tabella 6.16);

IPCGI citante\ IPC citato	A	B	C	D	E	F	G	H
1	10%	25%	0%	1%	4%	6%	41%	13%
2	34%	12%	40%	1%	5%	4%	3%	1%
3	24%	12%	43%	2%	2%	9%	5%	4%
4	22%	16%	11%	3%	16%	8%	10%	15%
5	20%	20%	13%	3%	0%	7%	23%	13%
6	4%	46%	0%	0%	2%	36%	5%	8%
7	16%	28%	26%	4%	5%	17%	3%	2%

Tabella 6.16 - Flussi tecnologici nelle citazioni con brevetto citante green e citato non green

- la distribuzione percentuale delle citazioni ricevute da parte di brevetti non green (tabella 6.17).

IPC citante \ IPCGI citato	1	2	3	4	5	6	7
A	33%	4%	12%	28%	35%	6%	14%
B	8%	51%	8%	19%	10%	22%	11%
C	42%	1%	7%	21%	45%	0%	17%
D	1%	2%	1%	4%	3%	0%	6%
E	1%	2%	11%	3%	3%	0%	0%
F	6%	30%	23%	24%	3%	4%	23%
G	5%	3%	23%	1%	0%	45%	6%
H	3%	7%	14%	1%	0%	22%	23%

Tabella 6.17 - Flussi tecnologici nelle citazioni con brevetto citante non green e citato green

I risultati ottenuti mostrano che:

- nel settore “*Administrative, regulatory or design aspects*” è presente una forte dipendenza tecnologica dai trovati negli ambiti G: *Physics* e B: *Performing operations and Transporting* mentre, dall’altro, viene fornito un contributo nello sviluppo di trovati per C: *Chemistry and Metallurgy* e A: *Human necessities*.

Come detto in precedenza, infatti, questo settore contiene al suo interno tutte le tecnologie nell’ambito della gestione del pendolarismo (telelavoro, *High occupancy vehicle lanes*, etc.), della riduzione dell’inquinamento tramite processi di gestione e analisi dei dati più efficienti, nonché delle metodologie per la progettazione di strutture più efficienti in termini energetici e organizzativi;

- “*Agriculture/forestry*” cita per lo più (oltre il 70% delle citazioni effettuate) brevetti appartenenti a A: *Human necessities* e C: *Chemistry and Metallurgy* che, come immaginabile, sono a lui strettamente collegati, mentre è citato da trovati appartenenti alle sezioni B: *Performing operations and Transporting* e F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting* che, presumibilmente, si occupano di realizzare macchinari e metodologie per permetterne l’implementazione all’interno degli attuali processi agricoli;
- nella produzione di energia tramite fonti alternative (“*Alternative energy production*”) si rileva un forte impatto da parte dei trovati appartenenti alla sezione C: *Chemistry and Metallurgy* e A: *Human necessities* dovuto alla necessità di utilizzare sostanze con particolari caratteristiche chimiche e fisiche. Coerentemente con quanto individuato in precedenza, infatti, il mercato delle fonti energetiche alternative italiano è fortemente incentrato nella creazione di innovazioni nell’ambito dei biocarburanti e dell’energia solare, entrambi caratterizzati dalla necessità di utilizzare materiali che, grazie alle loro caratteristiche chimiche e fisiche, ne permettano l’utilizzo per gli scopi preposti. L’estrema duttilità di questo tipo di tecnologia è confermata dal fatto che la sua implementazione all’interno dei diversi settori sia molto distribuita;
- “*Energy conservation*”, che riceve un contributo paritetico da A: *Human necessities*, B: *Performing operations and Transporting*, E: *Fixed constructions* e H: *Electricity* mentre, al contrario, offre un apporto importante nello sviluppo dei settori A: *Human necessities*, F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting*, C: *Chemistry and Metallurgy* e B: *Performing operations and Transporting*. Anche in questo caso, quindi, i risultati ottenuti confermano come le particolari caratteristiche di questo tipo di tecnologie (e.g. stoccaggio dell’energia elettrica, l’isolamento e l’illuminazione) influenzino la sua

capacità di trovare applicazioni in una moltitudine settori diversi. Lo stoccaggio dell'energia, il monitoraggio dei consumi e l'efficientamento energetico sono, infatti, alla base della transizione verso un'industria altamente automatizzata e connessa;

- “*Nuclear power generation*”, che sebbene non sia un settore particolarmente sviluppato a livello nazionale, è dipendente da A: *Human necessities*, B: *Performing operations and Transporting* e G: *Physics* F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting* e C: *Chemistry and Metallurgy* mentre è citato da trovati appartenenti principalmente nei settori A: *Human necessities* e C: *Chemistry and Metallurgy* dove, presumibilmente, vengono sviluppate metodologie per l'utilizzo, il trattamento e lo stoccaggio delle scorie (che è uno dei principali problemi nell'attuale utilizzo del nucleare);
- le innovazioni *green* provenienti dal settore dei trasporti sono sviluppate migliorando e adattando tecnologie e metodologie pregresse di settori strettamente collegati (B: *Performing operations and Transporting* e F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting*) e offrono un contributo tecnologico allo sviluppo di tecnologie per i settori G: *Physics*, H: *Electricity* e B: *Performing operations and Transporting*;
- “*Waste management*” è uno dei settori con le radici tecnologiche più ampie, questo perché al suo interno contiene una moltitudine di trovati con campi e applicazioni differenti, dalla gestione delle emissioni solide, liquide e gassose alla gestione e al riuso dei materiali di scarto. Dai dati sono mostrate forti influenze tecnologiche provenienti dalle sezioni B: *Performing operations and Transporting*, C: *Chemistry and Metallurgy*, F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting* e A: *Human necessities*. Il contributo offerto si divide, invece, tra F: *Mechanical engineering, Lighting, Heating, Weapons and Blasting*, H: *Electricity* e C: *Chemistry and Metallurgy* dove le metodologie

sviluppate vengono integrate all'interno dei prodotti e processi utilizzati poi in tutti i settori industriali.

Nel caso, invece, in cui entrambi i brevetti appartengano a categorie *green* (di cui la tabella 6.18 fornisce una visualizzazione a livello di settore IPCGI), si evince l'esistenza una forte tendenza ad effettuare citazioni nei confronti di brevetti appartenenti allo stesso settore IPCGI di partenza.

IPCGI citante \ IPCGI citato	1	2	3	4	5	6	7
1	90%	0%	0%	8%	0%	0%	2%
2	0%	72%	9%	0%	0%	0%	19%
3	0%	1%	86%	1%	0%	1%	10%
4	1%	0%	5%	91%	0%	3%	1%
5	0%	0%	10%	0%	86%	0%	3%
6	0%	0%	2%	2%	0%	96%	0%
7	0%	5%	19%	0%	0%	0%	75%

Tabella 6.18 - Flussi tecnologici nelle citazioni tra brevetti *green*

Oltre il 70% delle citazioni effettuate da uno specifico settore sono infatti rivolte verso innovazioni appartenenti allo stesso.

Interessante notare, inoltre, come:

- il 19% delle citazioni effettuate dal settore *"Agriculture/forestry"* avvengano nei confronti di trovati appartenenti a *"Waste management"* perché, nello sviluppo di fertilizzanti e pesticidi di tipo biologico, c'è una forte attenzione alla produzione tramite il riuso di materiali di scarto adeguatamente lavorati (ad esempio *"production of fertilisers from waste or refuse"*, *"treating waste-water or sewage to produce fertilisers"*) e agli effetti della loro immissione nell'ambiente;
- *"Waste management"* cita, nel 19% dei casi, brevetti appartenenti alla produzione alternativa di energia. Gran parte di queste citazioni avvengono infatti con lo scopo di cercare una migliore integrazione tra questi due ambiti, con particolare attenzione per gli ambiti della produzione di energia tramite

rifiuti (*"harnessing energy from manmade waste"*, *"consuming waste by combustion"*) e dello sviluppo di biocarburanti dai rifiuti (*"production of liquid hydrocarbons from rubber waste"*). La presenza di questo tipo di "collaborazione" tra i due settori è confermata dal fatto che, anche a parti invertite, si verifici una buona fetta (10%) delle citazioni.

È chiaro però come il livello di dettaglio utilizzato per quest'analisi sia piuttosto ampio e, sebbene consenta di individuare dei trend nello sviluppo, non consenta di individuare nel dettaglio i fenomeni puntuali generati dallo sviluppo di una determinata tecnologia.

Per mostrare un contesto di applicazione più dettagliato si è deciso, quindi, di analizzare nel dettaglio i due ambiti *green* che, nel contesto italiano, contano il maggior numero di brevetti depositati, cioè *"Bio-fuels"* e *"Pollution control"*. Il primo determinato dall'insieme di trovati sviluppati nell'ottica di produrre energia (*"Alternative energy production"*) tramite combustibili di tipo biologico mentre, il secondo, per la riduzione dell'inquinamento ambientale nell'ottica di una migliore gestione dei rifiuti solidi, liquidi e gassosi (*"Waste management"*).

6.5.2. Il caso dei brevetti per il Pollution control e i Bio-fuels

La categoria “*Pollution control*” contiene al suo interno tutte le sostanze e metodologie in grado di: catturare e stoccare l’anidride carbonica, controllare e gestire la qualità dell’aria e dell’acqua nonché prevenire e gestire ogni tipo d’immissione volontaria o involontaria di sostanze contaminanti di qualsiasi tipo nell’ambiente.

La produzione di questo tipo di trovati è distribuita sul territorio come segue:

Regione	Numero di brevetti
Abruzzo	3
Basilicata	1
Calabria	5
Campania	18
Emilia-Romagna	174
Friuli-Venezia Giulia	58
Lazio	174
Liguria	46
Lombardia	512
Marche	40
Molise	1
Piemonte	209
Puglia	14
Sardegna	7
Sicilia	13
Toscana	74
Trentino-Alto Adige/Südtirol	25
Umbria	7
Valle d'Aosta	1
Veneto	186
Totale	1.568

Tabella 6.19 - Numero di assegnazioni di brevetti “*Pollution-control*” ad ogni regione

Mentre, le province più attive nello sviluppo sono:

Provincia	Numero di brevetti
Milano	339
Torino	164
Roma	160
Vicenza	66
Bologna	51

Tabella 6.20 - Prime 5 province per numero di assegnazioni di brevetti “*Pollution-control*”

Le principali radici tecnologiche di questa categoria (sezione sinistra della tabella 6.21) appartengono alle sezioni B, C e A e sono individuabili per lo più nello sviluppo di processi fisici e chimici per la separazione dei composti (IPC: B01D, B01J, B29C) e la creazione di composti chimici che, grazie a determinate caratteristiche, si prestino per questi usi (IPC: C07C, C01B, A47L).

Al contrario, come immaginabile, il principale utilizzo di questo tipo di tecnologie è l'integrazione all'interno dei sistemi di propulsione in modo da controllarne e ripulirne i gas di scarico. Il 25% delle citazioni ottenute sono infatti da parte di brevetti appartenenti alle classi "F01L: *cyclically operating valves for machines or engines*" e "F02D: *controlling combustion engines*" appartenenti al settore F: *Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting*, come evidenziato nella sezione destra della tabella 6.21.

Citazioni effettuate	%	Citazioni ricevute	%
B01D	5,3%	F01L	17,3%
C07C	4,6%	F02D	8,3%
B01J	4,3%	A61K	4,2%
A47L	4,0%	A47L	3,9%
B29C	3,3%	B01J	3,3%
C01B	3,0%	B01D	3,0%
F02M	3,0%	A23L	2,7%
A01K	2,6%	A61P	2,4%
F02D	2,3%	B65D	2,4%
A61L	2,0%	F02M	2,4%

Tabella 6.21 - Prime 10 classi IPC4 per citazioni effettuate e ricevute da brevetti "Pollution control"

Dai risultati dell'analisi emerge inoltre come, per questo tipo di tecnologia, le prossimità geografica tra gli attori vari molto durante l'intero processo, infatti:

- nel 59% delle citazioni effettuate da brevetti attribuibili all'ambito "pollution control" si verifica una corrispondenza geografica (a livello di provincia) con il citato;

- il 70% delle citazioni ricevute è effettuata da brevetti appartenenti alla stessa provincia.

La localizzazione geografica degli attori attivi nello sviluppo di questo tipo di tecnologie sembra quindi essere asimmetrica, principalmente per via dell'ampia diffusione geografica delle innovazioni nei settori che ne determinano lo sviluppo e dall'alta concentrazione geografica degli attori in grado di trarne vantaggio (appartenenti ai settori della meccanica e dei trasporti).

Scientificamente i biocarburanti sono, invece, "vettori energetici liquidi, solidi o gassosi prodotti a partire da biomasse, ovvero dagli scarti e dai residui dell'attività agricola, forestale e relative lavorazioni, così come la parte biodegradabile dei rifiuti e dei reflui industriali e domestici". La distribuzione geografica sul territorio nazionale è mostrata dalle figure 6.22 e 6.23.

Regione	Numero di brevetti
Abruzzo	14
Basilicata	3
Calabria	3
Campania	9
Emilia-Romagna	38
Friuli-Venezia Giulia	18
Lazio	302
Liguria	21
Lombardia	500
Marche	3
Piemonte	61
Puglia	15
Sardegna	6
Sicilia	48
Toscana	98
Trentino-Alto Adige/Südtirol	16
Umbria	6
Veneto	64
Totale complessivo	1.225

Tabella 6.22 - Numero di assegnazioni di brevetti "Bio-fuels" ad ogni regione

Provincia	Numero di brevetti
Milano	444
Roma	299
Siena	64
Palermo	47
Vicenza	38

Tabella 6.23 - Prime 5 province per numero di assegnazioni di brevetti "Bio-fuels"

I risultati della nostra analisi mostrano come la produzione di questo tipo di innovazioni è basata sulla combinazione di tecnologie appartenenti alle classi C (62%), A (23%) e B (10%). In particolare, lo sviluppo innovativo dei biocarburanti è fortemente condizionato da fattori come:

- lo studio delle sostanze chimiche: composti aciclici o carbociclici (IPC: C07C), peptidi (IPC: C07K), enzimi (IPC: C12N, C12P), composti eterociclici (IPC: C07D) ed elementi e composti non metallici (C01B);
- lo sviluppo di particolari processi fisici e chimici che ne permettono l'utilizzo per i fini preposti (IPC: B01J, C12P, G01N);
- la presenza, infine, delle categorie IPC A61K e A61P, che è principalmente spiegata dal fatto che:
 - molti dei trovati chimici sono anche utilizzati per lo sviluppo di composti ad uso medico e per la cura della persona;
 - è fondamentale l'utilizzo sostanze a basso impatto sull'uomo, sulla flora e sulla fauna e che mitigano gli effetti della combustione riducendone non solo l'impatto in termini di emissioni ma anche l'inquinamento visivo e olfattivo.

Indispensabile è quindi la scelta di sostanze e lavorazioni che, grazie alle loro particolari caratteristiche fisiche e chimiche, permettano a questo tipo di composti non solo di ottenere la migliore efficienza possibile ma anche di favorirne la gestione e lo stoccaggio sicuro nonché di assicurarsi che il loro utilizzo non comporti alcun rischio.

D'altro canto, il contributo tecnologico che questo tipo di trovati ha prodotto sullo sviluppo innovativo rimane circoscritto alle medesime tecnologie. In altre parole, si può affermare che la coincidenza tra le classi IPC che compongono le radici tecnologiche e quelle dei contributi futuri (tabella 6.24) sia sintomo di un fattore incrementale piuttosto marcato.

Citazioni effettuate	%	Citazioni ricevute	%
A61K	19,0%	A61K	22,7%
C07K	14,0%	C07K	13,4%
A61P	8,9%	A61P	12,5%
C12N	7,9%	C12N	9,5%
C07C	7,6%	C07C	7,2%
B01J	6,2%	B01J	2,9%
C12P	3,7%	C07D	2,7%
C01B	3,4%	A61L	2,5%
C07D	3,0%	G01N	2,4%
C12Q	3,0%	C07B	2,3%

Tabella 6.24 - Prime 10 classi IPC4 per citazioni effettuate e ricevute da brevetti "Bio-fuels"

L'obiettivo dello sviluppo di questo tipo di combustibili, infatti, è la necessità di utilizzare fonti energetiche derivate da sostanze naturali (biologiche) per sostituire o integrare i combustibili fossili, molto inquinanti sia dal punto di vista delle emissioni prodotte durante l'utilizzo ma anche durante l'intero processo di lavorazione. I biocarburanti rappresentano quindi un'alternativa tecnicamente valida grazie al fatto di essere miscelabili con i combustibili tradizionali e quindi non necessitare, se non in misura modesta, di particolari avanzamenti tecnologici per il loro consumo e la loro distribuzione.

Anche in questo caso viene rilevata una differenza nella percentuale di corrispondenze geografiche tra le citazioni effettuate (70%) e quelle ricevute (81%) dai brevetti appartenenti alla categoria questione.

Proprio per via della forte componente incrementale di questo tipo di tecnologie, un aumento delle percentuali di *match* geografico era prevedibile ma, al contrario, la presenza di una così forte differenza tra le due non può più essere attribuita alla diversa distribuzione geografica dei settori che effettuano e ricevono le citazioni ma deve essere frutto di qualche tipo di cambiamento nel contesto.

Una ricerca più puntuale delle motivazioni alla base degli aumenti nella percentuale di corrispondenze geografiche durante l'evoluzione tecnologica, integrando dati da fonti esterne (economici, scientifici, etc.), può essere un ottimo spunto per la realizzazione di future ricerche.

Per entrambe le categorie va inoltre segnalato:

- il forte impatto determinato dalla presenza di autocitazioni (nel primo caso circa il 20% mentre, nel secondo, oltre il 35% del totale) che, tuttavia, non possono essere ignorate, rappresentando anch'esse parte del processo evolutivo dell'innovazione;
- che la maggior parte dei flussi di citazioni tra brevetti *green* appartenenti ad entrambe queste categorie rimangono circoscritti alle medesime. Come detto in precedenza, infatti, all'interno del contesto innovativo italiano si evidenzia una scarsa inter-settorialità delle citazioni tra i trovati appartenenti all'IPCGI;

6.6. Implicazioni di policy

Lo scopo fondamentale di questo capitolo dell'elaborato è quindi quello di analizzare un particolare campo dell'attività innovativa in cui, per via delle sue particolari caratteristiche, è necessaria una forte attività di controllo per correggere le perturbazioni e mantenere una rotta consona con quelli che sono gli obiettivi ambientali ricercati.

Come ben noto dalla letteratura, e come già discusso nell'apposito capitolo, l'evoluzione della produzione innovativa di un determinato territorio è combinazione di aspetti di tipo geografico, tecnologico e ambientale. Sulla base di questo tipo di considerazione la realizzazione di analisi puramente descrittive non è più sufficiente, perché fornisce una semplice fotografia di quello che è il contesto innovativo, ma non fornisce alcuna informazione utile sui processi che ne caratterizzano lo sviluppo.

L'integrazione delle informazioni descrittive con quando risultante dall'applicazione di questa metodologia fornisce un importante strumento di valutazione del contesto, permettendo:

- la realizzazione di analisi dell'evoluzione dello sviluppo tecnologico (*green*).
- l'individuazione dei poli tecnologici in cui la produzione innovativa di uno o più settori si concentra;
- di effettuare una stima dell'impatto dei flussi collaborativi sullo sviluppo innovativo;
- di valutare l'apporto tecnologico (in termini di flussi di conoscenza) per lo sviluppo innovativo di uno o più settori.

Questi aspetti risultano essere fondamentali per la corretta implementazione di politiche regolatorie ed incentivanti che favoriscano lo sviluppo innovativo, in particolare:

- distribuiscano le risorse nel paese in maniera coerente con la distribuzione geografica e tecnologica dell'innovazione e, all'occorrenza, si concentrino in determinati territori o settori per favorirne la crescita;
- individuino i settori maggiormente impattanti a livello ambientale e, supportate dalle analisi delle radici tecnologiche, convogliino le risorse nello sviluppo di tecnologie che meglio siano in grado di favorirne il cambiamento;
- individuino, tramite l'analisi dei contributi innovativi, particolari applicazioni di tecnologie pregresse in grado di generare benefici in termini di impatto ambientale.

Tramite di dati brevettuali, vengono inoltre fornite importanti informazioni per la realizzazione di politiche in grado di stimolare il mercato dal lato della domanda. Identificando tempestivamente i campi di applicazione e i periodi di maturazione tecnologica è possibile favorire lo sviluppo sostenibile del paese, favorendo la crescita della domanda e fornendo maggiori opportunità di crescita per i soggetti che hanno deciso di investire, nonostante i rischi derivanti dall'incertezza tecnologica e normativa (come precedentemente discusso).

D'altro canto, l'utilizzo di questa metodologia fornisce un importante strumento per la valutazione dei fattori che contribuiscono allo sviluppo settoriale, molto utili per sviluppare strategie di *Competitive e Business intelligence* aziendale che permettano di massimizzare i ritorni sugli investimenti di ricerca e sviluppo:

- Ex-ante, studiando la composizione tecnologica e geografica del mercato, andando a identificare i competitors e valutando il loro grado di innovazione per favorire il corretto posizionamento;

- Ex-post, individuando, da un lato, nuovi percorsi tecnologici che permettano di creare o mantenere il vantaggio competitivo espandendo i campi di applicazione delle proprie (o altrui, nel caso di acquisizione di brevetti) innovazioni a nuovi ambiti o settori mentre, dall'altro, controllare l'evoluzione della concentrazione geografica e tecnologica, correggendo così il proprio posizionamento di mercato.

Capitolo 7. Conclusioni

In conclusione, come ampiamente discusso nella letteratura pregressa, lo studio dei depositi brevettuali costituisce un valido ausilio per la stima dei flussi di conoscenza all'interno di un territorio. La completezza descrittiva, l'ampia disponibilità dei dati brevettuali, la struttura con cui sono presentati e la presenza di citazioni, infatti, favoriscono la costruzione di reti dell'innovazione in grado di descriverne gli aspetti rilevanti.

L'analisi di questo tipo di dati rappresenta lo stato dell'arte per la realizzazione di statistiche in grado di descrivere la distribuzione geografica e tecnologica dell'innovazione brevettata. D'altro canto, la presenza di processi (citazioni e collaborazioni) in grado di mettere in relazione i brevetti e i soggetti che ne hanno supportato lo sviluppo, permette di analizzare questi flussi, per meglio identificarne le cause.

Dalle analisi svolte nel presente lavoro di tesi emerge che la distribuzione geografica delle attività innovative sul territorio italiano non è uniforme, le regioni nel Nord del paese performano decisamente meglio delle altre, sia in termini di produzione brevettuale complessiva sia in termini di numero di brevetti per abitante.

La ricerca delle motivazioni alla base di queste evidenti disparità rappresenta un possibile sviluppo futuro di questo studio e non può prescindere da considerazioni di tipo economico, demografico e sociali.

Ordinando le regioni per PIL pro-capite si riscontra la presenza di una correlazione positiva tra l'attività innovativa e la ricchezza pro-capite evidenziando, al crescere di quest'ultima, performance sempre migliori in termini di numero totale di brevetti depositati. Dai risultati ottenuti non è tuttavia possibile dimostrare che i territori con più alte densità di popolazione (residenti/Km²) performino meglio in termini di produzione brevettuale per abitante.

Quando si considera un livello di dettaglio geografico sub-regionale, vi sono significative differenze nella distribuzione dei brevetti. Le province dove sono localizzati i comuni di medio-grandi dimensioni, infatti, sono anche quelle con più domande di brevetti depositati, a differenza delle zone meno urbanizzate. Anche in questo caso la letteratura scientifica di riferimento sui processi di agglomerazione urbana fornisce una valida chiave di lettura di questa evidenza e conferma come, generalmente, nel tempo si verifichino progressivi accentramenti verso le città di medio-grandi dimensioni, dimostrati dall'aumento delle dimensioni delle periferie e da una progressiva diminuzione del numero di sistemi locali del lavoro. D'altro canto, un ulteriore fattore da tenere in considerazione è che le frontiere lavorative si sono espanse nel tempo, con l'evoluzione dei trasporti, portando ad una maggiore integrazione anche tra comuni più distanti e contribuendo, quindi, alla diminuzione del numero di sistemi locali del lavoro nel paese.

Da un punto di vista tecnologico, quando si considera il numero di brevetti associati ad ogni sezione, classe e sottoclasse dei codici IPC, vengono rilevate particolari concentrazioni di brevetti nelle sezioni: B: *Performing operations and Transporting* (26% del totale dei brevetti), A: *Human necessities* (20%), C: *Chemistry and Metallurgy* (13%) e F: *Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting* (12%).

Le sottoclassi con il maggior numero di brevetti registrati sono: A61K: *Preparations for medical, dental, or toilet purposes*, A61P: *Specific therapeutic activity of chemical compounds or medical preparations* e B65D: *Containers for storage or transport of articles or materials*.

È inoltre emersa l'esistenza di particolari concentrazioni a livello locale come, ad esempio, per la sezione "F" che, essendo riferita a tutte le innovazioni nel campo dell'ingegneria meccanica, è principalmente distribuita nelle regioni che storicamente sono sede delle principali industrie in campo automobilistico.

Dopo la costruzione delle reti dell'innovazione è stato possibile ricercare evidenze empiriche di come la vicinanza geografica e tecnologica degli attori sia un elemento rilevante nei processi di trasmissione delle informazioni. Questa eventualità è stata attribuita alla presenza di esternalità di conoscenza (*knowledge spillovers*).

Per tutti i livelli di aggregazione considerati il contesto innovativo italiano si dimostra altamente influenzato dalla vicinanza geografica degli attori, con differenze statisticamente rilevanti tra le corrispondenze geografiche all'interno dei campioni delle citazioni e i gruppi di controllo considerati. I risultati ottenuti sono, inoltre, robusti all'eliminazione delle autocitazioni, che portano ad un aumento medio di circa il 7% nel totale delle corrispondenze geografiche del campione di citazioni considerato.

È interessante notare come, contrariamente a quanto ci si sarebbe potuti aspettare e nonostante i sistemi locali del lavoro siano costruiti con l'esplicito intento di catturare i flussi di pendolarismo (e quindi lavorativi), questa unità funzionale non sembra essere in grado di descrivere la presenza di esternalità localizzate meglio rispetto alle suddivisioni di tipo amministrativo.

Considerando poi il numero di citazioni ricevute annualmente durante la vita del brevetto e l'evoluzione nel tempo della percentuale di corrispondenze geografiche, si è verificato come queste, in generale, seguano un andamento ad U, con:

- un periodo iniziale in cui la percentuale di corrispondenze è decrescente, dato che il contributo innovativo si diffonde nella società e ottiene la maggior parte delle citazioni;
- un secondo periodo che coincide con gli anni successivi, in cui la percentuale di corrispondenze geografiche rimane pressoché costante;
- un ulteriore incremento delle corrispondenze quando, presumibilmente, l'informazione torna ad essere trasmessa da attori direttamente (o

indirettamente) collegati con chi ne ha originariamente contribuito allo sviluppo.

Emerge inoltre come, nel contesto innovativo italiano, esista una forte influenza derivante dalla presenza (locale) di attori settorialmente e tecnologicamente collegati ma, d'altro canto, viene messo in evidenza come nella creazione d'innovazione esista un forte incentivo ad espandere i campi di applicazione preesistenti, contribuendo così ad uno sviluppo tecnologico cross-settoriale. Dall'analisi delle corrispondenze dei codici IPC lungo i percorsi di citazioni emerge infatti come per oltre il 90% si osserva la corrispondenza di almeno uno di essi. Tuttavia, tale percentuale diminuisce nettamente quando vengono considerate solamente le corrispondenze complete di tutti i codici IPC dei due brevetti appartenenti alla citazione (57% per le classi IPC1, 31% per le sottoclassi IPC4).

L'applicazione di questa metodologia ad un ambito molto specifico come quello della *Green Innovation*, in cui è strettamente necessario ricercare un punto di equilibrio tra la necessità di sviluppare trovati in grado di generare il maggior numero di benefici per la società e la possibilità, per i privati che ne sostengono i costi dello sviluppo, di poter ottenere adeguati ritorni sull'investimento, ha prodotto risultati molto interessanti.

A questo scopo la lista dei brevetti e le reti (citazioni e collaborazioni) precedentemente create sono state filtrate, identificando le innovazioni associate alle tecnologie comprese nel *IPC Green Inventory*.

I dati della distribuzione geografica di questo tipo di invenzioni mostrano un alto grado di coerenza con quanto ottenuto dalle analisi precedenti, le zone del paese con alta produzione brevettuale, inoltre, ottengono performance (brevetti *green* / totale brevetti prodotti) in linea con la media nazionale (8%).

L'attività innovativa in questo ambito è concentrata nei settori della produzione di energie alternative ("*Alternative energy production*"), la gestione e il trattamento dei

rifiuti ("*Waste management*"), la conservazione dell'energia ("*Energy conservation*") e i trasporti. Particolare interesse è posto nello sviluppo di trovati per la gestione e la riduzione dell'inquinamento, i bio-carburanti e nelle metodologie per una migliore gestione e l'abbattimento del traffico.

Le province di Roma e Milano sono state identificate come le più collaborative per la produzione di trovati ecosostenibili. Tra di esse non solo si concentrano il maggior numero di collaborazioni intra-provinciali ma si verificano attivamente flussi collaborativi tra soggetti residenti, entrambi fattori attribuibili alla maggior concentrazione di grandi imprese multinazionali e italiane in questi territori rispetto al resto del paese.

L'analisi dei flussi delle citazioni ha invece permesso di indagare sui fattori tecnologici che hanno contribuito allo sviluppo del contesto innovativo ecosostenibile italiano. Per ogni settore dalla classificazione IPCGI è stato possibile individuare le radici tecnologiche ed il contributo generato per lo sviluppo di ulteriori trovati. Sebbene il livello di dettaglio di un'analisi a livello settoriale sia piuttosto basso, è stato comunque possibile individuare alcuni fenomeni interessanti. In particolare:

- lo sviluppo di trovati per la produzione di energia da fonti alternative (che come detto nel nostro paese è incentrato sulla produzione di bio-carburanti ed energia solare) è altamente collegata all'utilizzo di sostanze con particolari caratteristiche chimiche e fisiche (sezioni C ed A della classificazione IPC), mentre produce un contributo rilevante per la realizzazione di trovati in molti dei settori in considerazione;
- "*Waste management*" è uno dei settori con la più alta varietà tecnologia nelle citazioni (ricevute ed effettuate), per via della propensione allo sviluppo di trovati in grado di relazionarsi all'interno di prodotti e processi dei settori industriali;

- il campo della conservazione e della gestione dell'energia mette in relazione innovazioni di natura elettrica (H) e operativa (B) per la creazione di trovati capaci di trovare applicazioni in una moltitudine di settori diversi;
- le innovazioni *green* provenienti dal settore dei trasporti sono per lo sviluppo migliorando tecnologie e metodologie pregresse di settori strettamente collegati (B e F) e offrono un contributo allo sviluppo di tecnologie per i settori G, H e B.

Per fornire, infine, un esempio di applicazione con un livello di dettaglio maggiore, si è deciso di analizzare la posizione nelle reti dei trovati appartenenti alle due classi con più brevetti registrati a livello nazionale, ossia *"Pollution control"* e *"Bio-fuels"*. I risultati hanno evidenziato come queste due categorie abbiano caratteristiche decisamente diverse: i brevetti della prima sono caratterizzati da una forte capacità di influenzare lo sviluppo di trovati in un settore (la meccanica) radicalmente diverso da quelli che ne hanno favorito la creazione, i secondi mostrano invece una forte componente incrementale, determinata dalla coincidenza delle classi IPC dei brevetti citanti e citati.

7.1. Limitazioni

Le principali limitazioni di questo elaborato sono distinguibili in due categorie differenti: le limitazioni dovute all'utilizzo dello strumento brevettuale e quelle derivanti, invece, dall'utilizzo della metodologia.

Come discusso nel capitolo sulla rassegna della letteratura, i principali svantaggi derivanti dall'utilizzo del sistema brevettuale come strumento per la stima del progresso innovativo di un territorio sono:

- non tutta l'attività innovativa è brevettabile (e.g. software) e viene brevettata, le informazioni riguardo a determinati campi tecnologici non sono quindi rilevabili o sono distorte dalla diversa propensione a brevettare. Ad esempio:

- la presenza di altre modalità alternative per la protezione della proprietà inventiva (principalmente il segreto industriale) riduce il numero di innovazioni brevettate;
- esiste una certa variabilità del contesto brevettuale nei diversi paesi, influenzata dalla natura organizzativa degli uffici brevettuali, dai diversi costi di deposito e, più in generale, dai fattori culturali della società.
- l'alto costo di deposito potrebbe costituire un aspetto limitante, impattando molto sulle scelte di investimento e impedendo, talvolta, il deposito di trovati particolarmente innovativi.

A livello metodologico, invece, è necessario tenere a mente che:

- sebbene l'analisi dei soli brevetti depositati e attribuibili a residenti sul territorio italiano abbia consentito di poter analizzare nel dettaglio i flussi di conoscenza interni al paese, non consente di rilevare le attività di collaborazione (e citazione) con soggetti esteri che potrebbero influire in maniera piuttosto rilevante sui risultati ottenuti;
- non tutte le citazioni rappresentano flussi di conoscenza, da numerosi studi (Jaffe, Trajtenberg e Fogarty, 2000) è stato infatti rilevato come oltre il 50% di esse siano frutto di aggiunte da parte dell'ufficio brevettuale o derivino da fattori esterni.
- nonostante, come detto, la classificazione IPCGI risulti essere la più completa possibile:
 - l'allocazione delle classi IPC alle categorie *green* definite tramite l'IPCGI si basa su considerazioni di tipo tecnologico e, pertanto, non considera il reale utilizzo delle invenzioni brevettate ed i loro effetti ambientali;

- dato che un brevetto può essere associato a più codici tecnologici, accade spesso che questo appartenga sia a classi *green* che a classi che non lo sono, creando quindi delle ambiguità nel processo di distinzione tra queste due categorie.

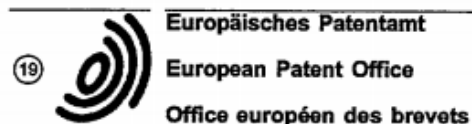
7.2. Analisi future

La creazione di reti dell'innovazione spiana la strada per lo sviluppo di studi in grado di determinare le caratteristiche che ne hanno permesso lo sviluppo o di misurare il valore generato da un determinato percorso innovativo, combinando aspetti di tipo tecnologico (analisi dei brevetti) ad aspetti di tipo economico-sociale. Lo sviluppo futuro di questo ambito di ricerca, sulla base delle reti create e delle conclusioni di questo elaborato, tratterà presumibilmente:

- lo studio delle ragioni socioeconomiche alla base del diverso sviluppo innovativo nelle varie parti del paese;
- l'applicazione di algoritmi per la ricerca di *cluster* (o raggruppamenti) alle reti create, permettendo di individuarne ulteriori caratteristiche che sono state in grado di influenzarne la topologia, tramite la ricerca di similarità (o dissimilarità) tra gli elementi del grafo;
- l'applicazione di modelli di tipo epidemiologico che permettano di valutare le modalità attraverso cui le informazioni transitano all'interno della rete ed identificare in quali punti della rete esse vengano trasmesse più facilmente ed efficacemente;
- la realizzazione di analisi econometriche che vadano a ricercare relazioni tra gli effetti provocati dalla presenza di determinate caratteristiche (dei singoli nodi o della loro posizione nella rete) con i risultati economici ottenuti dagli stessi.

Allegati

Allegato 1 - Esempio di domanda per application di un brevetto presso l'European Patent Office
- Fonte: patentimages.storage.googleapis.com



(11) Publication number : **0 454 471 A2**

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number : **91303770.1**

(51) Int. Cl.⁵ : **C09J 11/00, C09J 201/00**

(22) Date of filing : **25.04.91**

(30) Priority : **25.04.90 JP 109372/90**
22.11.90 JP 319614/90
28.12.90 JP 409590/90

(43) Date of publication of application :
30.10.91 Bulletin 91/44

(84) Designated Contracting States :
DE FR GB IT

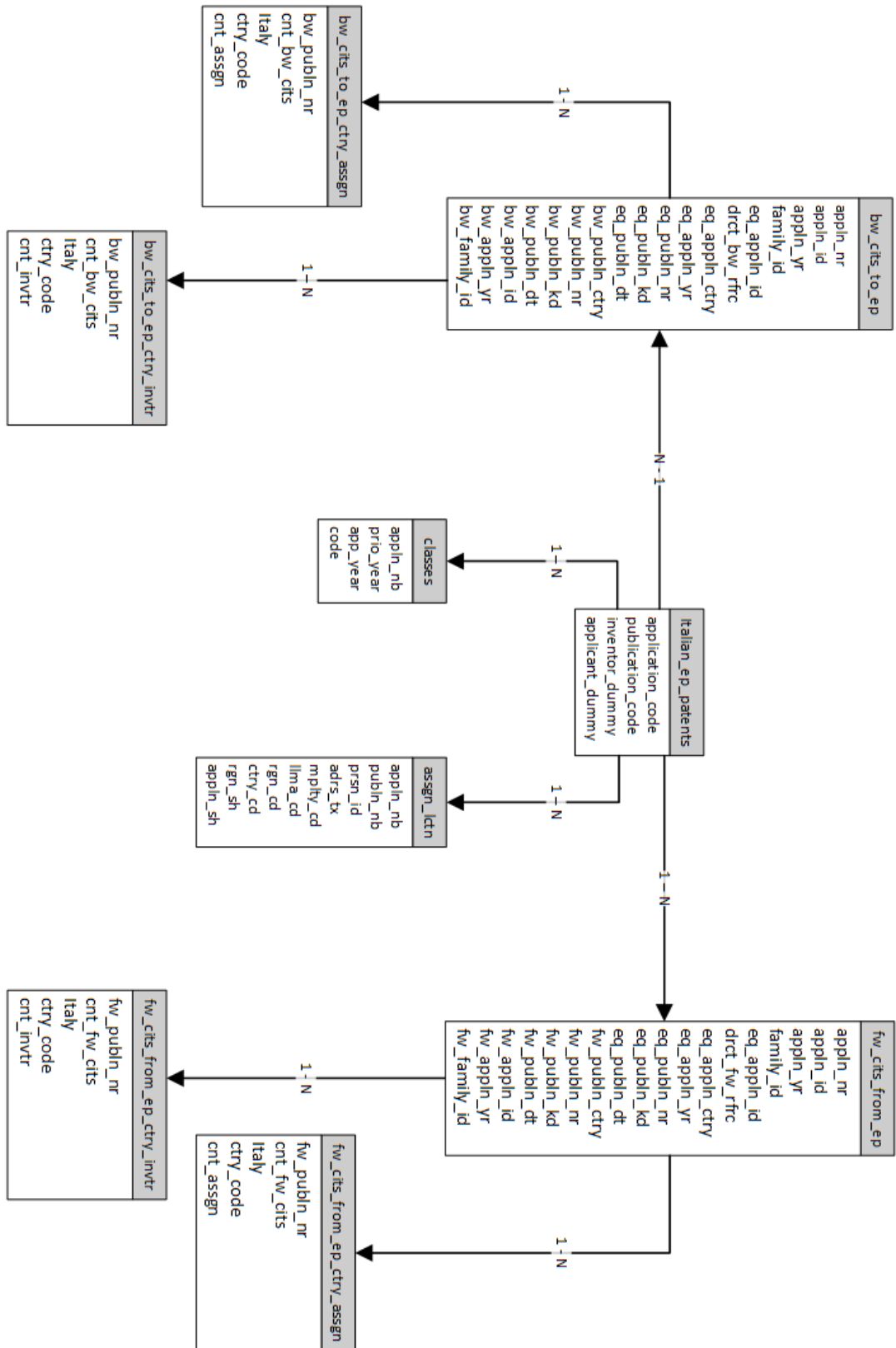
(71) Applicant : **NITTA GELATIN INC.**
8-12, Honmachi 1-chome Chuo-ku
Osaka-shi Osaka 541 (JP)

(72) Inventor : **Ueno, Seiki**
401 Eternak 21, 2-4-3, Higashitoyonaka
Izumiotu-shi, Osaka (JP)
Inventor : **Nakamura, Masaaki**
3-1-2, Shiki-cho nishi
Yao-shi, Osaka (JP)

(74) Representative : **Geering, Keith Edwin et al**
REDDIE & GROSE 16 Theobalds Road
London WC1X 8PL (GB)

(54) **Adhesive composition.**

(57) An adhesive composition containing biological calcium compound as an adhesion improver. The biological calcium compound can be selected from, for example, hydroxyapatite, seashells and egg shells. The adhesive composition can give good adhesion to metals without surface pretreatment.



Allegato 3 - Numero di brevetti per provincia/regione

	Numero di brevetti
Abruzzo	1.060
Chieti	432
L'Aquila	222
Pescara	227
Teramo	179
Basilicata	104
Matera	32
Potenza	72
Calabria	261
Catanzaro	73
Cosenza	101
Crotone	9
Reggio Calabria	58
Vibo Valentia	20
Campania	1.310
Avellino	78
Benevento	34
Caserta	142
Napoli	766
Salerno	290
Emilia-Romagna	15.840
Bologna	6.672
Ferrara	273
Forlì-Cesena	610
Modena	2.813
Parma	1.800
Piacenza	433
Ravenna	714
Reggio nell'Emilia	1.960
Rimini	565
Friuli-Venezia Giulia	3.776
Gorizia	140
Pordenone	1.680
Trieste	405
Udine	1.551
Lazio	6.335
Frosinone	253
Latina	210
Rieti	51
Roma	5.748
Viterbo	73
Liguria	2.172

Genova	1.778
Imperia	89
La Spezia	134
Savona	171
Lombardia	39.864
Bergamo	2.967
Brescia	2.868
Como	1.390
Cremona	587
Lecco	959
Lodi	296
Mantova	843
Milano	21.781
Monza e della Brianza	5.226
Pavia	755
Sondrio	107
Varese	2.085
Marche	2.769
Ancona	1.433
Ascoli Piceno	145
Fermo	180
Macerata	419
Pesaro e Urbino	592
Molise	75
Campobasso	33
Isernia	42
Piemonte	13.461
Alessandria	970
Asti	186
Biella	227
Cuneo	1.018
Novara	1.044
Torino	9.621
Verbano-Cusio-Ossola	128
Vercelli	267
Puglia	924
Bari	411
Barletta-Andria-Trani	23
Brindisi	182
Foggia	75
Lecce	145
Taranto	88
Sardegna	388
Cagliari	192

Nuoro	27	Pisa	898
Oristano	21	Pistoia	228
Sassari	113	Prato	405
Sud Sardegna	35	Siena	649
Sicilia	1.038	Trentino-Alto Adige/Südtirol	1.738
Agrigento	18	Bolzano/Bozen	864
Caltanissetta	28	Trento	874
Catania	388	Umbria	695
Enna	10	Perugia	536
Messina	99	Terni	159
Palermo	398	Valle d'Aosta	118
Ragusa	37	Valle d'Aosta	118
Siracusa	35	Veneto	12.584
Trapani	25	Belluno	278
Toscana	6.262	Padova	2.491
Arezzo	357	Rovigo	173
Firenze	2.574	Treviso	3.299
Grosseto	60	Venezia	671
Livorno	194	Verona	1.715
Lucca	781	Vicenza	3.957
Massa-Carrara	116	Totale complessivo	110.774

Allegato 4 - Numero di brevetti in ogni sezione IPC
diviso per regione

	Numero di brevetti
Abruzzo	3.693
A	992
B	806
C	775
D	37
E	134
F	516
G	236
H	197
Basilicata	291
A	48
B	64
C	54
D	2
E	27
F	42
G	36
H	18
Calabria	735
A	253
B	155
C	56
D	22
E	68
F	61
G	86
H	34
Campania	3.906
A	1.183
B	966
C	622
D	21
E	201
F	417
G	336
H	160
Emilia-Romagna	44.424
A	9.696
B	19.849
C	2.692
D	429

E	2.793
F	4.353
G	3.125
H	1.487
Friuli-Venezia Giulia	9.341
A	1.718
B	3.152
C	809
D	666
E	557
F	1.257
G	642
H	540
Lazio	23.446
A	7.687
B	3.179
C	6.635
D	119
E	750
F	1.132
G	2.255
H	1.689
Liguria	5.953
A	1.161
B	1.351
C	739
D	40
E	144
F	1.079
G	794
H	645
Lombardia	132.385
A	27.341
B	25.247
C	31.588
D	4.508
E	4.437
F	11.949
G	10.677
H	16.638
Marche	7.078
A	1.761
B	1.674
C	380

D	591
E	407
F	1.523
G	312
H	430
Molise	180
A	28
B	53
C	20
E	24
F	31
G	14
H	10
Piemonte	37.743
A	4.731
B	12.888
C	3.040
D	791
E	1.931
F	7.623
G	3.589
H	3.150
Puglia	2.955
A	695
B	532
C	820
D	34
E	302
F	263
G	213
H	96
Sardegna	1.449
A	591
B	203
C	348
D	12
E	71
F	87
G	100
H	37
Sicilia	4.124
A	700
B	522
C	1.562

D	36
E	126
F	135
G	243
H	800
Toscana	19.861
A	5.346
B	4.807
C	2.743
D	1.212
E	600
F	2.687
G	1.428
H	1.038
Trentino-Alto Adige/Südtirol	4.357
A	980
B	1.443
C	212
D	44
E	514
F	577
G	437
H	150
Umbria	1.949
A	517
B	557
C	334
D	37
E	110
F	195
G	119
H	80
Valle d'Aosta	287
A	25
B	59
C	13
E	23
F	47
G	43
H	77
Veneto	35.071
A	10.676
B	9.050
C	3.424

D		858	G	1.795
E		2.690	H	2.032
F		4.546	Totale	339.228

Allegato 5 - Numero brevetti per anno in ogni sezione IPC

	A	B	C	D	E	F	G	H
1978	6	10	7	2	0	4	3	5
1979	41	61	57	4	15	24	29	33
1980	77	138	91	26	25	56	60	52
1981	162	237	118	37	51	110	76	63
1982	186	311	169	58	56	133	111	72
1983	192	268	236	72	51	122	95	72
1984	266	366	239	85	82	133	131	113
1985	331	400	292	65	72	167	160	138
1986	352	499	372	85	83	224	175	153
1987	392	592	399	111	97	246	171	186
1988	494	728	424	132	122	287	228	249
1989	553	682	472	148	128	289	261	251
1990	581	847	525	155	177	323	322	309
1991	525	740	462	162	119	310	283	287
1992	629	877	580	162	137	338	332	320
1993	563	740	517	155	168	298	341	329
1994	550	780	452	133	151	304	354	375
1995	614	845	439	154	136	323	328	359
1996	700	915	521	132	150	333	417	384
1997	795	1.037	590	157	181	428	443	402
1998	894	1.191	606	176	208	502	440	494
1999	941	1.203	643	190	230	478	499	575
2000	1.111	1.405	680	185	265	558	582	557
2001	1.145	1.454	721	187	284	634	597	581
2002	1.234	1.483	795	198	258	650	630	657
2003	1.233	1.606	724	204	321	741	575	668
2004	1.302	1.583	768	234	324	807	709	713
2005	1.366	1.659	789	205	377	804	712	679
2006	1.418	1.601	817	260	373	844	628	680
2007	1.399	1.724	771	231	386	865	654	624
2008	1.368	1.607	763	237	442	873	653	641
2009	1.223	1.340	716	209	366	703	579	545
2010	1.141	1.401	693	198	357	888	590	603
2011	1.301	1.477	737	304	368	913	584	578
2012	1.192	1.507	681	318	331	867	564	627
2013	1.195	1.425	713	281	336	935	571	554
2014	1.246	1.533	614	215	359	873	598	553
2015	1.313	1.583	656	182	373	869	648	542
2016	1.351	1.662	662	196	322	958	659	539
2017	1.071	1.382	488	137	289	724	557	428
2018	398	629	85	89	163	308	230	187
2019	10	19	3	0	8	10	9	13

Allegato 6 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle citazioni da/a brevetti italiani

Grado	Frequenza	Distribuzione			
1	149.636	0,6192056543	42	20	0,0000827616
2	38.301	0,1584925804	43	14	0,0000579331
3	18.214	0,0753709788	44	8	0,0000331046
4	10.869	0,0449767854	45	13	0,0000537950
5	6.792	0,0281058355	46	14	0,0000579331
6	4.682	0,0193744879	47	10	0,0000413808
7	3.238	0,0133991012	48	11	0,0000455189
8	2.234	0,0092444695	49	5	0,0000206904
9	1.595	0,0066002367	50	11	0,0000455189
10	1.198	0,0049574192	51	8	0,0000331046
11	840	0,0034759867	52	5	0,0000206904
12	683	0,0028263083	53	6	0,0000248285
13	525	0,0021724917	54	11	0,0000455189
14	383	0,0015848844	55	9	0,0000372427
15	308	0,0012745285	56	10	0,0000413808
16	252	0,0010427960	57	12	0,0000496570
17	243	0,0010055533	58	3	0,0000124142
18	178	0,0007365781	59	5	0,0000206904
19	171	0,0007076116	60	3	0,0000124142
20	108	0,0004469126	61	13	0,0000537950
21	103	0,0004262222	62	4	0,0000165523
22	89	0,0003682891	63	5	0,0000206904
23	65	0,0002689752	64	2	0,0000082762
24	63	0,0002606990	65	1	0,0000041381
25	55	0,0002275944	66	3	0,0000124142
26	36	0,0001489709	67	2	0,0000082762
27	49	0,0002027659	68	26	0,0001075901
28	51	0,0002110421	69	6	0,0000248285
29	33	0,0001365566	70	1	0,0000041381
30	37	0,0001531089	71	8	0,0000331046
31	31	0,0001282805	72	7	0,0000289666
32	28	0,0001158662	73	3	0,0000124142
33	31	0,0001282805	74	2	0,0000082762
34	17	0,0000703474	75	1	0,0000041381
35	18	0,0000744854	76	5	0,0000206904
36	17	0,0000703474	77	1	0,0000041381
37	20	0,0000827616	78	1	0,0000041381
38	17	0,0000703474	79	2	0,0000082762
39	19	0,0000786235	80	4	0,0000165523
40	14	0,0000579331	81	4	0,0000165523
41	19	0,0000786235	83	4	0,0000165523
			84	3	0,0000124142
			85	2	0,0000082762
			86	4	0,0000165523

87	2	0,0000082762	147	1	0,0000041381
88	2	0,0000082762	150	1	0,0000041381
90	2	0,0000082762	151	1	0,0000041381
92	2	0,0000082762	152	6	0,0000248285
95	2	0,0000082762	155	1	0,0000041381
96	2	0,0000082762	157	1	0,0000041381
97	2	0,0000082762	162	1	0,0000041381
99	1	0,0000041381	163	3	0,0000124142
102	2	0,0000082762	164	1	0,0000041381
103	4	0,0000165523	165	3	0,0000124142
105	3	0,0000124142	166	1	0,0000041381
106	1	0,0000041381	168	1	0,0000041381
107	2	0,0000082762	170	1	0,0000041381
108	1	0,0000041381	171	2	0,0000082762
110	1	0,0000041381	173	1	0,0000041381
111	2	0,0000082762	176	1	0,0000041381
112	1	0,0000041381	179	1	0,0000041381
118	1	0,0000041381	182	3	0,0000124142
119	1	0,0000041381	188	1	0,0000041381
122	3	0,0000124142	201	1	0,0000041381
124	1	0,0000041381	208	1	0,0000041381
125	1	0,0000041381	213	1	0,0000041381
126	6	0,0000248285	218	1	0,0000041381
127	1	0,0000041381	221	1	0,0000041381
131	1	0,0000041381	224	6	0,0000248285
134	1	0,0000041381	260	1	0,0000041381
135	3	0,0000124142	267	1	0,0000041381
136	3	0,0000124142	292	1	0,0000041381
138	1	0,0000041381	446	1	0,0000041381
144	1	0,0000041381	447	1	0,0000041381
145	1	0,0000041381	Totale	241.658	1

Allegato 7 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle citazioni tra brevetti italiani

Grado	Frequenza	Distribuzione
1	22.900	0,4888983775
2	10.322	0,2203672075
3	5.274	0,1125960717
4	2.862	0,0611016225
5	1.661	0,0354611443
6	1.112	0,0237403928
7	694	0,0148163962
8	474	0,0101195559
9	362	0,0077284372
10	234	0,0049957301
11	187	0,0039923143
12	137	0,0029248506
13	107	0,0022843723
14	77	0,0016438941
15	65	0,0013877028
16	41	0,0008753202
17	32	0,0006831768
18	27	0,0005764304
19	32	0,0006831768
20	21	0,0004483348
21	16	0,0003415884
22	20	0,0004269855
23	18	0,0003842869
24	8	0,0001707942
25	16	0,0003415884
26	7	0,0001494449
27	7	0,0001494449
28	9	0,0001921435
29	5	0,0001067464
30	9	0,0001921435
31	13	0,0002775406
32	8	0,0001707942
33	2	0,0000426985

34	4	0,0000853971
35	5	0,0001067464
36	1	0,0000213493
37	2	0,0000426985
38	2	0,0000426985
39	2	0,0000426985
40	3	0,0000640478
42	5	0,0001067464
44	1	0,0000213493
45	3	0,0000640478
46	2	0,0000426985
47	9	0,0001921435
48	6	0,0001280956
49	1	0,0000213493
50	4	0,0000853971
51	4	0,0000853971
52	1	0,0000213493
53	1	0,0000213493
54	2	0,0000426985
55	1	0,0000213493
56	2	0,0000426985
57	4	0,0000853971
58	4	0,0000853971
59	1	0,0000213493
61	1	0,0000213493
65	1	0,0000213493
70	1	0,0000213493
75	1	0,0000213493
78	1	0,0000213493
83	1	0,0000213493
87	1	0,0000213493
93	1	0,0000213493
97	2	0,0000426985
160	1	0,0000213493
Totale	46.840	1

Allegato 8 - Distribuzione dei gradi nel grafo delle co-assegnazioni

Grado	Frequenza	Distribuzione
1	4.450	0,5607358871
2	1.810	0,2280745968
3	685	0,0863155242
4	390	0,0491431452
5	183	0,0230594758
6	143	0,0180191532
7	68	0,0085685484
8	63	0,0079385081
9	20	0,0025201613
10	15	0,0018901210
11	33	0,0041582661
12	7	0,0008820565
13	23	0,0028981855
14	2	0,0002520161
15	5	0,0006300403
16	1	0,0001260081
17	5	0,0006300403
18	4	0,0005040323
19	3	0,0003780242
20	2	0,0002520161
21	2	0,0002520161
22	1	0,0001260081
23	1	0,0001260081
24	1	0,0001260081
26	2	0,0002520161
27	1	0,0001260081
28	1	0,0001260081
29	1	0,0001260081
32	2	0,0002520161
36	2	0,0002520161
38	1	0,0001260081
40	1	0,0001260081
42	1	0,0001260081
60	1	0,0001260081
61	1	0,0001260081
62	1	0,0001260081
65	1	0,0001260081
73	1	0,0001260081
88	1	0,0001260081
99	1	0,0001260081
Totale	7.936	1

Allegato 9 - Andamento delle citazioni tra brevetti per ogni periodo di vita del brevetto

Periodo	Totale citazioni	Match geografico				
		Ripartizione geografica	Regione	Provincia	SLL	Comune
1	1.226	965	889	814	787	692
2	3.723	2.876	2.643	2.323	2.268	1.920
3	5.288	4.060	3.678	3.255	3.119	2.673
4	4.785	3.527	3.161	2.770	2.678	2.249
5	4.332	3.312	2.968	2.551	2.485	2.061
6	3.643	2.684	2.399	2.029	1.977	1.614
7	3.150	2.313	2.095	1.860	1.767	1.461
8	2.939	2.120	1.892	1.583	1.510	1.208
9	2.395	1.784	1.598	1.370	1.328	1.079
10	2.096	1.522	1.391	1.221	1.149	941
11	1.973	1.416	1.277	1.108	1.043	838
12	1.752	1.239	1.093	936	874	683
13	1.428	1.023	925	789	747	569
14	1.235	886	785	648	608	483
15	1.047	759	693	601	555	441
16	873	620	567	495	476	354
17	832	622	556	477	446	337
18	699	537	472	404	384	272
19	660	506	451	383	351	251
20	549	402	368	319	297	221
21	420	302	268	226	213	159
22	410	307	280	248	234	165
23	319	239	226	192	188	128
24	314	244	226	199	189	138
25	237	179	159	142	136	94
26	182	148	132	116	110	55
27	153	111	95	84	79	58
28	149	106	100	91	87	51
29	168	130	119	110	108	87
30	166	140	133	125	125	109
31	149	123	118	111	110	89
32	96	85	82	79	79	73
33	63	47	44	43	44	34
34	17	13	11	11	11	10
35	24	23	20	20	20	18
36	33	29	25	24	25	23
37	5	2	1	1	1	0
38	2	2	2	2	2	2

Allegato 10 - Numero di brevetti green per ogni regione

Regione	Numero di brevetti Green	Totale brevetti	%
Abruzzo	81	1.060	7,60%
Basilicata	13	104	12,50%
Calabria	27	261	10,30%
Campania	134	1.310	10,20%
Emilia-Romagna	956	15.840	6,00%
Friuli-Venezia Giulia	241	3.776	6,40%
Lazio	998	6.335	15,80%
Liguria	305	2.172	14,00%
Lombardia	3.078	39.864	7,70%
Marche	171	2.769	6,20%
Molise	7	75	9,30%
Piemonte	1.190	13.461	8,80%
Puglia	111	924	12,00%
Sardegna	50	388	12,90%
Sicilia	150	1.038	14,50%
Toscana	535	6.262	8,50%
Trentino-Alto Adige	196	1.738	11,30%
Umbria	73	695	10,50%
Valle d'Aosta	4	118	3,40%
Veneto	959	12.584	7,60%
Totale	9.279	110.774	

Allegato 11 - Ambiti green per numero di brevetti

Ambito	Numero di brevetti green
Pollution control	1.436
Bio-fuels	1.085
Commuting	657
Measurement if electricity consumption	608
Solar energy	607
Vehicles other than rail vehicles	496
Carbon / Emissions trading	456
Vehicles in general	431
Pesticide alternatives	402
Thermal building insulation, in general	393
Rail vehicles	392
Waste disposal	390
Power supply circuitry	370
Reuse of waste materials	354
Harnessing energy from manmade waste	279
Fuel cells	250
Wind energy	223
Using waste heat	207
Geothermal energy	177
Treatment of waste	172
Hydro energy	144
Nuclear engineering	144
Low energy lighting	143
Consuming waste of combustion	124
Soil improvement	105
Storage of electrical energy	96
Pyrolysis or gasification of biomass	64
Storage of thermal energy	53
Other production or use of heat, not delivered from combustion	34
Recovering mechanical energy	17
Alternative irrigation techniques	12
Integrated gasification combined cycle (IGCC)	6
Gas turbine power plants using heat source of nuclear origin	6
Static structure design	5
Marine vessel propulsion	4
Cosmonautic vehicles using solar energy	3
Ocean thermal energy conversion (OTEC)	1
Forestry techniques	1
Totale complessivo	10.347

Allegato 12 - Numero brevetti per anno in ogni sezione IPCGI

	Alternative energy production	Transportation	Energy conservation	Waste management	Agriculture / Forestry	Administrative, regulatory or design aspects	Nuclear power generation
1979	6	1	1	4	0	1	0
1980	16	3	4	1	2	0	0
1981	26	5	7	11	7	4	1
1982	36	7	5	20	10	0	1
1983	42	8	6	7	8	2	0
1984	36	17	8	15	11	2	0
1985	48	20	7	9	11	0	1
1986	72	13	13	31	7	2	3
1987	72	26	12	19	15	1	2
1988	72	28	10	30	12	3	1
1989	48	25	18	36	9	4	3
1990	32	24	21	68	7	2	7
1991	43	18	24	42	15	3	1
1992	39	30	32	62	16	2	6
1993	24	18	30	36	12	7	1
1994	39	16	33	54	10	5	8
1995	34	33	31	39	5	3	5
1996	31	27	29	40	9	1	6
1997	45	16	36	46	15	4	2
1998	53	26	36	61	11	10	4
1999	59	34	51	43	11	7	3
2000	63	27	48	58	18	26	3
2001	63	31	53	61	10	40	4
2002	100	51	60	78	19	25	2
2003	84	61	58	86	19	16	3
2004	94	62	57	93	18	31	2
2005	85	54	64	91	10	32	8
2006	82	44	67	101	30	39	9
2007	109	57	64	82	30	29	5
2008	113	61	72	96	12	35	8
2009	123	40	63	82	17	14	7
2010	141	47	69	84	22	37	4
2011	138	53	67	92	20	26	6
2012	149	54	67	88	17	31	8
2013	149	58	69	90	11	44	5
2014	116	44	69	89	12	36	5
2015	105	44	69	106	13	45	4
2016	113	57	71	92	22	39	5
2017	75	58	41	68	14	37	5
2018	29	26	27	31	2	17	2
2019	1	0	1	3	0	0	0

Bibliografia

Accetturo, A. (2018). Origini storiche e dinamiche di sviluppo delle città italiane.

Aghion, P., Howitt, P., Howitt, P. W., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). Endogenous growth theory. *MIT press*.

Aldieri, L., Kotsemir, M., & Vinci, C. P. (2020). The role of environmental innovation through the technological proximity in the implementation of the sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 29(2), 493-502.

Archibugi, D., & Planta, M. (1996). Measuring technological change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451-519.

Bizzi, L. (2015). Social Capital in organizations. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 181-185.

Bossle, M. B., de Barcellos, M. D., Vieira, L. M., & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner production*, 113, 861-872.

Burt, Ronald S. (1992). Structural holes: the social structure of competition. *Harvard University Press*.

Buzard, K., Carlino, G. A., Hunt, R. M., Carr, J., & Smith, T. E. (2015). Localized Knowledge Spillovers: Evidence from the Agglomeration of American R & D Labs and Patent Data. *Federal Reserve Bank of Philadelphia, Research Department*.

Cai, W., & Li, G. (2018). The drivers of eco-innovation and its impact on performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 176, 110-118.

Carlino, G., Hunt, R., Duranton, G., & Weinberg, B. A. (2009). What explains the quantity and quality of local inventive activity? *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs*, 65-123.

- Chai, K. C., Yang, Y., Sui, Z., & Chang, K. C. (2020). Determinants of highly-cited green patents: The perspective of network characteristics. *Plos one*, 15(10), e0240679.
- Coppola, G., & Mazzotta, F. (2005). I sistemi locali del Lavoro in Italia: Aspetti teorici ed empirici.
- Fish, B., Bashardoust, A., Boyd, D., Friedler, S., Scheidegger, C., & Venkatasubramanian, S. (2019, May). Gaps in Information Access in Social Networks? In *The World Wide Web Conference* (pp. 480-490).
- Guglielmetti, L. Statistics on Italian Patent Applications. A general overview and highlights on specific technological sectors.
- Hall, B. H., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (2005). Market value and patent citations. *RAND Journal of economics*, 16-38.
- Innovation in transforming the photovoltaic industry, *World Intellectual Property Report* (2017).
- Jackson, M. O. (2014). Networks in the understanding of economic behaviors. *Journal of Economic Perspectives*, 28(4), 3-22.
- Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg, and Michael S. Fogarty. "Knowledge spillovers and patent citations: Evidence from a survey of inventors." *American Economic Review* 90.2 (2000): 215-218.
- Jaffe, A. B., & De Rassenfosse, G. (2019). Patent citation data in social science research: Overview and best practices. *Research handbook on the economics of intellectual property law*.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3), 577-598.

Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring eco-innovation. *UM Merit, Maastricht*, 10(2).

Lanjouw, J. O., & Schankerman, M. (1999). *The quality of ideas: measuring innovation with multiple indicators* (No. w7345). National bureau of economic research.

Montresor, S., & Quatraro, F. (2020). Green technologies and Smart Specialisation Strategies: a European patent-based analysis of the intertwining of technological relatedness and key enabling technologies. *Regional Studies*, 54(10), 1354-1365.

Özsoy, Seren, Hakan Tunahan, and E. S. E. N. Sinan. "Effect of Knowledge Spillover on the Logistics Performance." *Alphanumeric Journal* 7 (2019): 45-58.

Phillips, R. (2003). Stakeholder theory and organizational ethics. Berrett-Koehler Publishers.

Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth. *Journal of Economic perspectives*, 8(1), 3-22.

Smelser, N. J., & Baltes, P. B. (Eds.). (2001). *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (Vol. 11). Amsterdam: Elsevier.

van den Berge, M., Weterings, A., & Alkemade, F. (2020). Do existing regional specialisations stimulate or hinder diversification into cleantech? *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 185-201.

Van der Panne, G. (2004). Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs. *Journal of evolutionary economics*, 14(5), 593-604.

Sitografia

<https://agriregionieuropa.univpm.it/it/content/article/31/9/i-biocarburanti-siamo-di-fronte-ad-unalternativa-energetica-sostenibile>

https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/altri-atti-convegni/2018-sviluppo-urbano/Slides_Accetturo.pdf

<https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl3.htm>

<https://www.confindustriaenergia.org/biocarburanti/>

<https://www.dima.unige.it/~dibenede/2gg/Slides/Bozzo.pdf>

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_13_831

https://ec.europa.eu/environment/green-growth/eco-innovation/index_en.htm

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>

<https://www.fasi.biz/it/notizie/approfondimenti/22857-manovra-2021-ricerca-innovazione.html>

<https://financecue.it/green-innovation-unanalisi-sperimentale/9504/#:~:text=Green%20patents&text=Con%20%E2%80%9Cverdi%E2%80%9D%20si%20intendono%20tutti,dell%27azienda%20sull%27ambiente.>

<https://ggplot2.tidyverse.org/>

https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Solare%20Fotovoltaico%20-%20Rapporto%20Statistico%202018.pdf

<https://www.heidisql.com/>

<https://homes.di.unimi.it/ceravolo/StageSNA/Lez8-9.pdf>

<https://igraph.org/r/>

<https://www.investopedia.com/terms/e/endogenousgrowththeory.asp>

<https://www.istat.it/it/archivio/6789>

<https://www.istat.it/it/informazioni-territoriali-e-cartografiche/sistemi-locali-del-lavoro>

<https://www.istat.it/it/archivio/252261>

<https://local.disia.unifi.it/gmm/eco/lez/cap07-distr.pdf>

<https://www.mamp.info/en/windows/>

<https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/minimizing-gaps-in-information-access-on-social-networks-while-maximizing-the-spread/>

<https://patentimages.storage.googleapis.com/fb/6f/69/8e53f55f7c480c/EP0454471A2.pdf>

<https://www.rdocumentation.org/packages/sqldf/versions/0.4-11>

<http://rentechme.com/photovoltaic.php>

<https://www.rite.or.jp/bio/en/biofuels/>

<https://rstudio.com/>

<https://www.sci.unich.it/~francesco/teaching/network/betweenness-community.html>

<https://stats.stackexchange.com/questions/178854/a-b-tests-z-test-vs-t-test-vs-chi-square-vs-fisher-exact-test>

<https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/evoluzione-mercato-elettrico>

<https://www.tonello-energie.com/come-funziona-un-pannello-fotovoltaico/>

<https://ufficiomarchibrevetti.it/2010/07/il-valore-dei-brevetti-un-confronto-internazionale/>

<https://uibm.mise.gov.it/index.php/it/brevetti>

<https://uibm.mise.gov.it/images/documenti/banche.pdf>

https://uibm.mise.gov.it/images/Seminario4dicembre2019/6_Loredana_Guglielmetti_Statistics_on_Italian_Patent_Applications.pdf

<https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/environmentally-sound>

<https://www.webtutordimatematica.it/materie/statistica-e-probabilita/teoria-dei-campioni/distribuzione-t-student>

<https://www.weforum.org/agenda/2015/06/what-is-endogenous-growth-theory/#:~:text=Economist%20Paul%20Romer%20has%20developed,population%20growth%20and%20capital%20accumulation.>

<https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_944_2017-chapter3.pdf

<https://www.yworks.com/pages/clustering-graphs-and-networks>

Ringraziamenti

Il primo, più importante, ringraziamento va alla mia famiglia, per avermi concesso questa fantastica opportunità e per avermi, più o meno consciamente, sopportato e supportato fin dal primo momento. Conoscendo il mio carattere, so che non è stato un compito semplice.

Un ringraziamento speciale a mio fratello che, quasi per gioco, mi ha convinto ad intraprendere questa avventura, nonostante le mie (a questo punto infondate) perplessità.

Grazie ad Akio, per essere sempre stato una fantastica fonte di distrazione, anche durante i periodi più duri.

Ai miei amici, per essere come sono. Non importa da quanto, per quanto o come lo abbiate fatto, ma siete riusciti (e continuate) ad essere la miglior fonte di supporto ed evasione possibile.

Ai miei compagni di corso, per aver condiviso questo percorso con me, allietando le infinite giornate di lezione/studio con le dovute (e non sempre concesse) pause, sempre pronti a strapparsi un sorriso a vicenda.

A livello didattico, un ringraziamento all'intero sistema PoliTo e, in particolare, ai miei relatori di tesi, per l'enorme disponibilità, competenza e per avermi dato la possibilità di continuare ad imparare dal primo all'ultimo momento di questa esperienza.

Federico