

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Percorso Informatica

Tesi di Laurea Magistrale

L'evoluzione delle innovazioni digitali e verdi negli  
ultimi 20 anni: un'analisi brevettuale



Relatore:  
Prof.ssa Colombelli Alessandra

Candidato:  
Vizzini Ennio

Correlatore:  
Dott.ssa Ravetti Chiara

Anno Accademico 2020/2021

## Abstract (Italiano)

Con l'avvento della quarta rivoluzione industriale, lo sviluppo del settore digitale è stato esponenziale e ciò ha portato ad un notevole incremento del numero delle innovazioni digitali. Tuttavia, molti paesi hanno dato priorità allo sviluppo economico indipendentemente dalle conseguenze ambientali, generando problemi di inquinamento. Queste problematiche, negli ultimi decenni, hanno portato ad aumento della sensibilità ambientale, favorendo lo sviluppo di innovazioni verdi al fine di raggiungere obiettivi di riduzione dell'inquinamento e miglioramento ecologico. Sempre più spesso, le innovazioni verdi e digitali interagiscono tra loro per migliorare la qualità della vita sul nostro pianeta. L'obiettivo di questa tesi è quello di fornire, una mappatura teorica ed una analisi empirica delle innovazioni verdi, digitali e dell'intreccio tra esse, definite innovazioni green-ITC, al fine di avere una panoramica dettagliata delle diverse innovazioni negli ultimi 20 anni. Il seguente lavoro è suddiviso in due parti. Nella prima parte si ha una analisi teorica della letteratura esistente in cui vengono definite le tecnologie ed i concetti di innovazione digitale, verde e green-ITC ed esaminate, nel dettaglio, le classificazioni brevettuali ufficiali per le differenti innovazioni. Nella seconda parte, viene effettuata una analisi empirica dei dati brevettuali, raccolti secondo le classificazioni analizzate nella prima parte e mediante il database brevettuale Orbit Intelligence. In una prima fase viene descritta la raccolta dei dati e la metodologia usata, con la conseguente realizzazione dei 3 dataset finali. Successivamente, vengono analizzate le statistiche descrittive e analisi statistiche dei diversi dataset al fine di studiare l'andamento nel tempo e in differenti paesi delle diverse innovazioni e di analizzare l'evoluzione delle innovazioni digitali e verdi sulle innovazioni green-ITC.

## Abstract (English)

With the fourth industrial revolution, the development of the digital sector has been exponential and this has led to a significant increase in the number of digital innovations. However, many countries have prioritized economic development regardless of the environmental consequences, generating pollution problems. These problems, in recent decades, have led to an increase in environmental sensitivity, favoring the development of green innovations in order to reduce pollution. Increasingly, green and digital innovations interact with each other to improve the quality of life on our planet. The purpose of this thesis is to provide a theoretical mapping and an empirical analysis of green and digital innovations and the intertwining between them, defined as green-ITC innovations, in order to have a detailed overview of the various innovations in the last 20 years. The following work is divided into two parts. In the first part there is a theoretical analysis of the existing literature with the definition of technologies and concepts of digital, green and green-ITC innovation and the study of the official patent classifications for the three types of innovation. In the second part, an empirical analysis of the patent data is carried out, for the various innovations, collected according to the classifications analyzed in the first part and through the Orbit Intelligence patent database. In a first phase the data collection and methodology used are described, with the consequent creation of the 3 final datasets. Subsequently, descriptive statistics and statistical analysis of the various datasets are carried out in order to study the trend over time and in different countries of the innovations and analyze the evolution of digital and green innovations on green-ITC innovations.

## Sommario

<b>CAPITOLO I: ANALISI TEORICA DELLA LETTERATURA ESISTENTE .....</b>	<b>6</b>
<b>I.1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>I.2 L'innovazione digitale .....</b>	<b>10</b>
I.2.1 Macro – trend nelle innovazioni digitali .....	12
I.2.2 I brevetti riguardanti le innovazioni digitali.....	12
I.2.3 La classificazione dei brevetti ICT .....	16
I.2.3.1 IPC ICT OCSE .....	16
I.2.3.2 Tassonomia ISI – OST – INPI .....	17
I.2.3.3 Tassonomia Schmoch .....	18
I.2.3.4 Van Looy et. Al.....	18
I.2.3.5 Tassonomia J – TAG.....	19
<b>I.3 L'Innovazione Verde.....</b>	<b>20</b>
I.3.1 Macro – trend nelle innovazioni verdi e CCMT .....	21
I.3.2 Brevetti riguardanti le innovazioni verdi .....	23
I.3.3 Classificazione brevetti verdi.....	24
I.3.3.1 Classificazione WIPO Green Inventory .....	24
I.3.3.2 Classificazione OCSE ENV – TECH .....	25
I.3.3.3 Classificazione Fraunhofer ISI.....	25
I.3.3.4 Classificazione Y- TAG EPO .....	26
I.3.3.5 Classificazione Amore & Bennedsen .....	29
<b>I.4 Intreccio tra digitale e verde: le innovazioni Green ICT .....</b>	<b>29</b>
I.4.1 Brevetti riguardanti le innovazioni Green ICT .....	33
I.4.2 Classificazione brevetti Green ICT .....	34
<b>CAPITOLO II: ANALISI SPERIMENTALE E RISULTATI</b>	
<b>II.1 Metodologia usata e fonti dei dati .....</b>	<b>37</b>
II.1.1 Ricerca brevettuale innovazioni digitali .....	39
II.1.2 Ricerca brevettuale innovazioni verdi .....	42
II.1.3 Ricerca brevettuale innovazioni Green ICT .....	46
II.1.4 Panoramica generale ricerca brevettuale .....	50
<b>II.2 Struttura dataset.....</b>	<b>53</b>
<b>II.3 Statistiche descrittive dataset e analisi statistiche .....</b>	<b>56</b>
II.3.1 Share brevetti Green ICT .....	56
II.3.1.1 Share brevetti green ICT anni 2000 - 2010 .....	56
II.3.1.2 Share brevetti green ICT anni 2010 – 2020 .....	57
II.3.2 Trend stato legale brevetti .....	59
II.3.3 Settori tecnologici dominanti .....	61
II.3.3.1 Paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti.....	64
II.3.3.2 Innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 – 2010 ..	66
II.3.3.3 Innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 – 2020 ..	67
II.3.4 Trend annuo brevetti concessi .....	69
II.3.4.1 Trend annuo brevetti concessi in differenti paesi .....	71
II.3.5 Suddivisione per nazione.....	74
II.3.5.1 Suddivisione per numero di brevetti pubblicati in differenti paesi.....	74
II.3.5.2 Suddivisione per numero di inventori per differenti paesi .....	76

II.5.3.3 Numero di inventori per paese e relativo tasso di crescita .....	78
II.3.5.4 Numero di inventori nei principali 15 paesi europei .....	82
II.3.5.5 Tasso di crescita inventori nei top 5 paesi europei nel periodo 2016 – 2020 ...	83
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>85</b>
<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>88</b>
<b>ELENCO DELLE FIGURE .....</b>	<b>92</b>
<b>ELENCO DELLE TABELLE .....</b>	<b>94</b>
<b>APPENDICE SEZIONE A.....</b>	<b>96</b>
<b>SEZIONE B.....</b>	<b>98</b>
<b>SEZIONE C.....</b>	<b>99</b>
<b>SEZIONE D.....</b>	<b>100</b>
<b>SEZIONE E .....</b>	<b>102</b>
<b>SEZIONE F .....</b>	<b>107</b>

# CAPITOLO I: ANALISI TEORICA DELLA LETTERATURA ESISTENTE

## I.1 INTRODUZIONE

L'innovazione è un motore del progresso economico e sociale a livello nazionale nonché un driver del successo aziendale e del vantaggio competitivo presso l'azienda.

Michael Porter ha affermato che "l'innovazione è la questione centrale della prosperità economica". Tuttavia, se i paesi vogliono passare a una società più sana e prospera dal punto di vista ecologico, è importante promuovere aree specifiche di innovazione.

Con l'avvento della quarta rivoluzione industriale o industria 4.0, lo sviluppo del settore digitale è stato esponenziale. Il numero di innovazioni digitali e tecnologiche è aumentato sempre di più nel corso degli ultimi anni a un ritmo senza precedenti.

L'innovazione digitale riguarda la creazione e l'immissione di nuovi prodotti e servizi digitali che portano a nuovi attori, strutture, pratiche, valori e convinzioni che cambiano, minacciano, sostituiscono o completano le regole esistenti all'interno di organizzazioni e settori [1].

Per misurare il livello di digitalizzazione raggiunto in un paese, la Commissione Europea ha sviluppato il Digital Economy and Society Index (DESI), una misura composita che riassume gli indicatori relativi alle prestazioni digitali e la competitività digitale degli Stati membri dell'UE [2]. Secondo tale indice, negli ultimi anni c'è stato un enorme sviluppo nell'informazione digitale, comunicazione e nei sistemi digitali.

Tendenze di innovazione nel campo dell'informatizzazione e digitalizzazione dei processi produttivi e le attività di processo come il cloud manufacturing (CMfg), che è emerso come un nuovo paradigma di business per l'industria manifatturiera, ne sono un chiaro esempio. Tali innovazioni, fortemente correlate al concetto di Industria 4.0, consentono scalabilità dinamica e gestione virtualizzata delle risorse e servizi di consumo basati su Internet. Diventa chiaro che la trasformazione digitale può aiutare a promuovere l'innovazione non solo nei prodotti ma anche nei processi e nella strategia aziendale, con un forte contributo dal punto di vista dell'impatto ambientale [3].

Di pari passo con lo sviluppo dell'industria 4.0 e dell'innovazione tecnologica, molti paesi hanno dato priorità allo sviluppo economico indipendentemente dalle conseguenze ambientali, portando a problemi di elevato consumo di energia e inquinamento.

La distruzione dell'ambiente ha ostacolato il ritmo del progresso sociale ed economico e ha danneggiato gli interessi comuni dell'intera umanità. Il mondo deve affrontare crescenti pressioni ambientali, tra cui l'aumento dell'inquinamento atmosferico e idrico, i cambiamenti climatici, la perdita di biodiversità e la produzione di rifiuti. Poiché l'attuale problema dell'esaurimento delle risorse naturali e dell'inquinamento ambientale si intensifica e la minaccia alla sopravvivenza e allo sviluppo degli esseri umani continua ad aumentare, la protezione dell'ambiente e la creazione di un ambiente verde adatto alla sopravvivenza, allo sviluppo delle generazioni future, e allo sviluppo sostenibile è diventata, negli ultimi anni, una tematica importante alla quale si è posta molta attenzione.

Una delle maggiori sfide che l'umanità deve affrontare oggi è sicuramente il cambiamento climatico. Scienziati e ingegneri stanno rispondendo, sviluppando nuove tecnologie per ridurre le emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), catturare i gas serra, generare energia da fonti rinnovabili e distribuire energia in modo più efficiente. Come mostrato in Figura 1, dal 1960 ad oggi, le emissioni globali di gas serra e diossido di carbonio sono aumentate del 50%, con tassi di crescita sempre maggiori registrati a partire dal 2006.

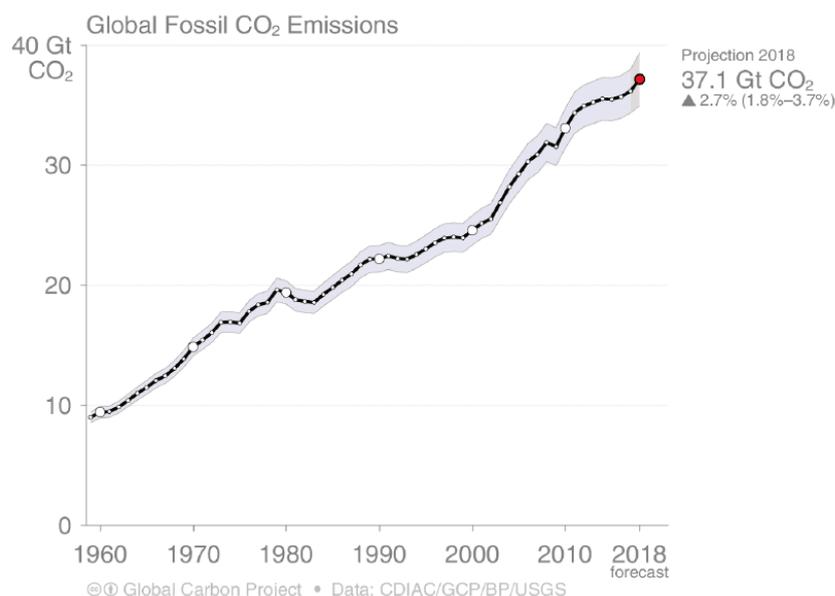


Figura 1- Emissioni CO<sub>2</sub> nel corso degli anni (Fonte: Global Carbon Project)

Numerose politiche e iniziative nei settori verdi e tecnologici sono emerse a livello internazionale per rispondere a queste sfide, con l'obiettivo di mitigare il cambiamento climatico. Alcune di queste riguardano gli obiettivi di sviluppo sostenibile 2030 delle Nazioni Unite, l'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, che mira a garantire una diminuzione delle emissioni di gas raggiungendo un equilibrio tra le fonti di emissioni antropogeniche e gli assorbimenti delle emissioni naturali entro la seconda metà del secolo, e il piano strategico per la biodiversità 2011-2020 della Convenzione sulla diversità biologica. Le politiche ambientali internazionali, quindi, stanno cercando un accordo universale per mantenere il riscaldamento globale al di sotto di una soglia critica, per limitare l'aumento della temperatura a 1,5 ° C (IPCC, 2018). Il raggiungimento di questo obiettivo implica una riduzione delle emissioni di gas serra, responsabili del 55% delle emissioni globali, ed una migrazione verso un'economia a zero emissioni entro il 2050. Nel 2014, l'Unione europea (l'UE) si è impegnata a ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 40% del 2030 rispetto ai livelli del 1990.

In tutto ciò un aspetto fondamentale risiede nella creazione di valore in modo sostenibile, in modo da contribuire direttamente alla problematica del cambiamento climatico [4]. Queste leggi ambientali crescenti non solo costringono gli Stati membri a impegnarsi maggiormente nelle iniziative ambientali, ma forniscono incentivi per le aziende ad abbracciare la sostenibilità verde nel loro modello di business. Il raggiungimento di questi obiettivi ambiziosi richiederà uno sforzo senza precedenti per implementare tecnologie a basse emissioni di carbonio.

I prossimi decenni sono fondamentali per garantire una transizione verso un ambiente più pulito, ma questi cambiamenti dovranno avvenire in un contesto di altre importanti trasformazioni strutturali. Si prevede che il PIL globale raddoppierà nei prossimi 20 anni, mentre la popolazione urbana raddoppierà nei prossimi 40 anni, esercitando ulteriori pressioni sull'ambiente.

Le politiche attuate, il grave inquinamento ambientale e le limitazioni delle risorse naturali hanno reso la protezione ambientale e l'utilizzo sostenibile ed efficiente delle risorse naturali temi importanti in diversi paesi. L'attenzione alla sostenibilità ambientale rappresenta un tema essenziale per le aziende che, per integrare l'ambiente nelle proprie strategie, stanno producendo innovazioni specifiche che hanno anche esiti ambientali positivi. L'innovazione, ovvero la creazione e la diffusione di nuove idee, è al centro della transizione verso un ambiente globale più pulito.

Per guidare le transizioni di sostenibilità su scala globale per un futuro a emissioni zero, sono necessarie innovazioni verdi, un insieme di pratiche innovative che coinvolgono un nuovo processo, un prodotto avanzato e sistemi recenti per ottenere una riduzione del degrado ambientale. La transizione verde dipende dallo sviluppo e dalla diffusione di nuove innovazioni tecnologiche, economiche, sociali, comportamentali e dei modelli di business. Questi includono la produzione, distribuzione e stoccaggio di elettricità; agricoltura e silvicoltura; sfruttamento delle risorse naturali; edifici; trasporto; approvvigionamento e trattamento dell'acqua; gestione dei rifiuti; e risanamento ambientale. Stime recenti indicano che l'economia verde sta crescendo rapidamente e potrebbe rappresentare il 10% della capitalizzazione del mercato globale entro il 2030. Incoraggiate dalle politiche ambientali, le invenzioni di mitigazione dei cambiamenti climatici hanno avuto, negli ultimi anni, una crescita costante, molto più veloce di quella delle invenzioni non verdi.

L'implementazione di innovazioni verdi rappresenta una grande sfida per le aziende non verdi perché spesso richiede l'acquisizione di nuove risorse e competenze che differiscono in modo significativo dalle loro competenze esistenti [5].

Il rapido sviluppo tecnologico e l'ampia applicazione di dati su larga scala negli ultimi anni hanno portato a nuove opportunità e sfide per la risoluzione della problematica ambientale sopra descritta. Si parla infatti di *“tecnologia verde”* o *“ecoinnovazione”*, il cui obiettivo principale è promuovere una maggiore e migliore innovazione e creare una società efficiente sotto il profilo delle risorse, resiliente al clima e in sintonia con l'ambiente naturale.

L'innovazione verde può promuovere lo sviluppo e l'introduzione di tecnologie verdi che possono monitorare, tracciare, controllare e prevenire l'inquinamento alla fonte, garantendo al contempo che l'intero processo di produzione, applicazione e consumo dei prodotti finali abbia un impatto ambientale minimo.

L'innovazione tecnologica verde può raggiungere gli obiettivi di riduzione dell'inquinamento, risparmio energetico, gestione efficace delle esternalità ambientali e miglioramento ecologico.

In tale contesto un aiuto può giungere dalle innovazioni tecnologiche e digitali che assumono un ruolo chiave nella lotta ambientale. L'espansione di tali tecnologie è avvenuta come parte di un progresso ben più ampio del sistema economico:

l'affermazione della Green Economy, come diretta conseguenza delle nuove consapevolezza ambientali cui si è giunti nel tempo, e basata su un miglioramento del benessere umano e dell'equità sociale, accompagnato da una significativa riduzione dei rischi ambientali e delle problematiche ecologiche. Implementando tecnologie intelligenti, è possibile avere un'influenza rilevante sulla qualità della vita sul nostro pianeta.

Digitale e green sono, sempre più, ritenuti fondamentali per migliorare competitività, ripresa e per preparare la formazione di una società maggiormente resiliente.

L'utilizzo delle tecnologie digitali a supporto delle innovazioni verdi può comprendere l'uso di una vasta mole di sensori e di dati digitali, per esempio i sensori negli impianti eolici o per le reti idriche; lo sviluppo di sistemi intelligenti di efficienza e gestione energetica; l'utilizzo di tecnologia a stampa3D che permettono di realizzare parti di edifici risparmiando materiale; lo sviluppo di interfacce digitali fra le imprese e i loro clienti e utenti, per esempio gli utenti ricevono dati sul consumo energetico e possono misurare la propria impronta carbonica; l'utilizzo della rete digitale per lo scambio di informazioni; la promozione di una mobilità più sostenibile; l'uso efficiente dei materiali e sistemi intelligenti di gestione delle reti idriche con il controllo dei consumi e delle perdite di rete.

Un intreccio tra la digitalizzazione e verde si ha nel cosiddetto paradigma *Green IS* che si riferisce all'obiettivo di raggiungere l'efficienza energetica e la riduzione delle emissioni di carbonio attraverso il *Greening of IT*, ovvero la creazione di prodotti e servizi verdi, tramite l'information technology (IT) al fine di ridurre gli impatti ambientali [6].

Il paradigma è basato su tre elementi:

- 1) affrontare le sfide che circondano l'infrastruttura IT,
- 2) il contributo dell'IT alla riduzione dell'impatto ambientale delle attività IT aziendali,
- 3) il supporto dell'IT per pratiche aziendali sostenibili dal punto di vista ambientale e il ruolo dell'IT in un'economia a basse emissioni di carbonio

Green IS fa riferimento anche ai sistemi informativo verdi, ovvero ai sistemi che inducono cambiamenti nei processi aziendali come le attività di produzione per migliorare in maniera positiva i loro impatti ambientali. Il processo di sostenibilità ambientale può, dunque, essere facilitato grazie allo sviluppo di recenti innovazioni abilitanti come l'intelligenza artificiale (AI), l'Internet delle cose (IoT) e le tecnologie blockchain.

## I.2 L'innovazione digitale

Gli ultimi decenni, caratterizzati dalla quarta rivoluzione industriale, sono contrassegnati da rapidi sviluppi nelle tecnologie digitali come informatica pervasiva, convergenza digitale, web 2.0, architetture orientate ai servizi, cloud informatico e la rivoluzione open source. Queste e molte altre tecnologie digitali emergenti stanno ridisegnando organizzazioni e mercati, creando discontinuità tecnologica che sconvolge i confini del settore e i modelli di business tradizionali. Dalla banda larga globale e infrastrutture mobili ad uso pervasivo di chip RFID; dalle reti elettriche intelligenti all'elettronica sistemi di cartelle cliniche dei pazienti e da una nuova generazione di sistemi aziendali, la tecnologia digitale è una fonte primaria di innovazioni.

La rapida miniaturizzazione del computer e dell'hardware di comunicazione, combinata con l'aumento della potenza di elaborazione, capacità di archiviazione, larghezza di banda di comunicazione e maggiore efficacia la gestione energetica ha reso possibile una digitalizzazione sempre più ampia e diffusa in tutti i settori.

Le organizzazioni sono, dunque, sottoposte a crescenti pressioni per applicare le tecnologie digitali per rinnovare e trasformare i loro modelli di business.

Per innovazione digitale, intendiamo un'innovazione abilitata dalle tecnologie digitali e informatiche che porta alla creazione di nuove forme di digitalizzazione.

Nella letteratura esistente sono state utilizzate tre definizioni di innovazione digitale [7]. Tutti e tre condividono un orientamento al processo che concettualizza l'innovazione in base alle evoluzioni tecnologiche avute nel tempo.

- La prima definizione, "**innovazione della tecnologia dell'informazione (IT)**", è stata utilizzata per riferirsi all'adozione e alla diffusione organizzativa di nuovi processi, prodotti e servizi abilitati dall'IT (Fichman, 2004; Jeyaraj, Rottman e Lacity, 2006).

- La seconda, "**innovazione digitale**", è usata per riferirsi a una prospettiva incentrata sul prodotto che coinvolge nuove combinazioni di prodotti fisici e digitali per formare nuovi prodotti (Lee e Berente, 2012; Yoo et al., 2010). L'innovazione si riferisce al ruolo delle architetture sottostanti agli artefatti IT nel consentire e limitare lo sviluppo di nuovi artefatti IT e riguarda anche le implicazioni per la strutturazione e la gestione dell'innovazione all'interno delle aziende.

- La terza, "**innovazione IS**", viene utilizzata per denotare l'applicazione di artefatti IT all'interno di organizzazioni che richiedono cambiamenti significativi e portano a nuovi prodotti, servizi o processi (Fichman, Dos Santos e Zheng, 2014). Questa concettualizzazione coinvolge dimensioni tecnologiche e organizzative associate allo sviluppo di nuovi servizi abilitati dalle tecnologie dell'informazione.

Riassumendo, l'innovazione digitale include attività di avvio (fattori scatenanti, identificazione di opportunità, processo decisionale), sviluppo (progettazione, adozione), implementazione (installazione, manutenzione, formazione, incentivi) e sfruttamento (massimizzazione dei rendimenti, sfruttamento dei sistemi esistenti e dati per nuovi scopi). Le quattro attività non devono essere presenti in tutti gli sforzi di innovazione digitale e non rispettano alcun ordine sequenziale.

L'innovazione digitale, come mostrato in Figura 2, non dipende soltanto dalle quattro attività appena citate, ma dipende anche da fattori interni all'organizzazione e fattori ambientali esterni.

## Digital Innovation Actions

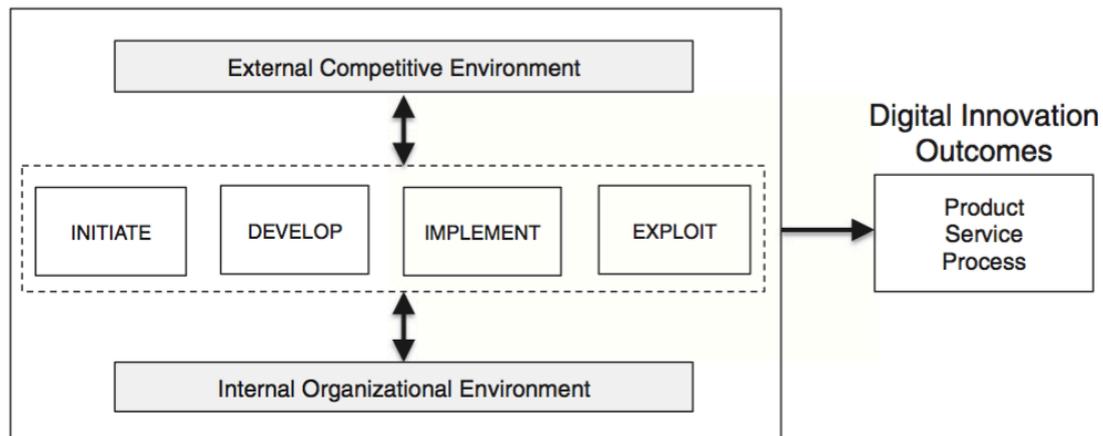


Figura 2 - Theoretical framework innovazione digitale (Fonte: [7])

L'innovazione digitale, dunque, può essere inquadrata come un'iniziativa strategica organizzata e realizzata all'interno della funzione dei servizi IT. Tra i risultati delle innovazioni digitali vi sono l'impatto sulla produttività, la redditività, la mitigazione del rischio e la fedeltà dei clienti.

Le innovazioni digitali si compongono di tre caratteristiche di progettazione fondamentali:

### 1) l'omogeneizzazione dei dati digitali

Attraverso la digitalizzazione di dati analogici, qualsiasi tipo di contenuti (audio, video, testo e immagini) possono essere archiviati e trasmessi utilizzando lo stesso dispositivo. Una volta digitalizzati, i dati provenienti da diverse fonti possono essere trasformati e manipolati e ulteriormente combinati con altri dati tra i diversi media e dispositivi.

### 2) l'architettura informatica digitale programmabile

Basati sull'architettura Von Neumann, i computer digitali moderni utilizzano un'unità di elaborazione e un'unità di memorizzazione per contenere le istruzioni o i programmi. A differenza dei dispositivi non digitali, quelli digitali possono essere programmati e riprogrammati in modo flessibile.

### 3) la natura autoreferenziale delle tecnologie digitali

La natura autoreferenziale di innovazione digitale si riferisce al fatto che l'ampia diffusione dell'innovazione digitale richiede l'accesso onnipresente a strumenti digitali, come i PC e Internet per la comunicazione di rete.

Queste tre caratteristiche di progettazione formano un insieme di elementi caratterizzante che determinano in maniera univoca l'innovazione digitale [8].

## I.2.1 Macro – trend nelle innovazioni digitali

La caratteristica più importante dell'innovazione digitale è la generazione di successo di nuovi prodotti, processi e servizi abilitati per l'IT. I risultati dell'innovazione digitale compaiono in numerosi luoghi e in diverse forme. Tra questi vi sono l'impatto sulla produttività, la redditività, la mitigazione del rischio, la fedeltà dei clienti, il time-to-market e le caratteristiche del prodotto giocano un ruolo importante nella misurazione dei risultati dell'innovazione.

Possono essere individuati tre macro-trend emergenti negli ultimi anni per quanto riguarda le innovazioni digitali:

- Internet of Things (IoT)
- Intelligenza artificiale (AI) e robotica
- Big Data e cloud

L'Internet delle Cose, tradotto da *Internet of Things (IoT)*, prevede la connessione in rete, grazie a dei dispositivi identificabili con un indirizzo IP e collegati ad un software che consente lo scambio di dati senza bisogno dell'intervento umano. La connessione di oggetti in rete può consentire l'ottimizzazione in tempo reale di processi produttivi, attività economiche e servizi infrastrutturali, riducendo in maniera sensibile l'inquinamento e il consumo di risorse.

L'intelligenza artificiale (AI) è una tecnologia informatica che enfatizza la creazione di macchine intelligenti che funzionano e reagiscono come gli umani con l'aiuto della programmazione e progettazione di sistemi sia hardware che software. L'AI è in grado di rendere un robot o un software "intelligente", cioè capace di imparare e di migliorare, apprendendo, grazie ad algoritmi di apprendimento o machine learning. Consente, inoltre, alle aziende di sfruttare la tecnologia dell'automazione, migliorando la produttività e l'efficienza.

Big Data Analytics è il processo mediante il quale vengono esaminate grandi moli di dati per scoprire pattern nascosti, correlazioni non note, trend di marketing, preferenze dei clienti e altre informazioni utili dell'azienda. I risultati analitici possono portare a marketing più efficace, nuove opportunità di guadagno, un servizio clienti migliore, una migliore efficienza operativa e altri benefici di business.

## I.2.2 I brevetti riguardanti le innovazioni digitali

Misurare l'innovazione e poter catalogarla, non è abbastanza semplice.

Poiché l'innovazione è spesso considerata il risultato di iniziative di ricerca e sviluppo, il numero di brevetti è il parametro più comune per misurare l'innovazione digitale.

Le banche dati brevettuali sono lo strumento più importante e potente in termini di analisi del progresso tecnologico e permettono di analizzare lo scenario economico con lo specifico obiettivo di misurare la diffusione di nuove tecnologie.

I brevetti relative alle innovazioni digitali si riferiscono a brevetti che coprono invenzioni relative all'Information and Communication Technology (ICT).

Questi brevetti sono tipicamente costituiti da diagrammi di flusso. Spesso includono un'architettura generale del programma o del sistema che deve svolgere la funzione desiderata, un diagramma di flusso principale che descrive come funziona il software in generale, dal punto di vista computazionale, e una serie di diagrammi di flusso che mostrano la logica delle principali routine e subroutine che insieme svolgono una funzione più ampia.

Possono essere suddivisi in tre categorie in base al loro contenuto tecnologico:

**1) brevetti per approccio tecnico**

Invenzioni incentrate su metodi fondamentali e tecnologie di piattaforma che consentono a sistemi e programmi software di eseguire le operazioni, come ad esempio machine learning, reti neurali, fuzzy logic o deep learning.

**2) brevetti per operazioni funzionali**

Invenzioni incentrate sull'applicazione di metodi fondamentali per raggiungere obiettivi funzionali, indipendentemente dal campo di applicazione, come tracciamento di oggetti, metodi di controllo, analisi predittiva o robot.

**3) brevetti per applicazioni di casi d'uso**

Invenzioni che catturano casi d'uso specifici, riguardanti gli approcci e le funzioni vengono applicati per un determinato scopo, come ad esempio innovazioni in scienze mediche, dispositivi personali, agricoltura, sicurezza o telecomunicazioni.

I brevetti digitali possono coprire una, due o tutte e tre le categorie. La maggior parte delle domande di brevetto si trova tipicamente nell'intersezione delle categorie di applicazioni di operazione funzionale e caso d'uso [9].

Negli ultimi anni i brevetti sulle tecnologie 4.0 nel campo dell'ICT sono in un aumento. Lo rivelano i dati dell'Ufficio brevetti europeo (EPO), che ha condotto un'analisi sulle invenzioni alla base della trasformazione digitale dei sistemi produttivi. L'European Patent Office (EPO) ha realizzato un report [10] sui brevetti e la quarta rivoluzione industriale, con l'obiettivo di analizzare l'evoluzione in corso delle tecnologie 4.0. L'EPO classifica le invenzioni 4.0 in tre categorie:

- 1) **Core technologies** (hardware, software e connettività),
- 2) **Enabling technologies** (sistemi 3D, intelligenza artificiale, interfaccia utente, security, analytics),
- 3) **Application domains** (casa, impresa, veicoli, settore industriale).

Nella prima categoria rientrano le innovazioni che consentono di trasformare un oggetto in un dispositivo intelligente connesso tramite Internet. La seconda categoria, invece, è dedicata alle tecnologie abilitanti che sono complementari alle 'core technologies', ossia ai dispositivi connessi alla rete.

La terza categoria, infine, individua gli ambiti di applicazione delle tecnologie 4.0, dall'uso personale, come ad esempio i dispositivi digitali che permettono di monitorare

il proprio stato di salute, all'applicazione industriale, come nel caso delle fabbriche intelligenti.

In base al report, si evince che i brevetti sulle tecnologie digitali o 4.0 hanno iniziato ad aumentare dalla metà degli anni '90, con un picco nell'ultimo triennio, pari ad un tasso di crescita del 54% come mostrato in Figura 3.

4IR patent applications at the EPO 1991-2016

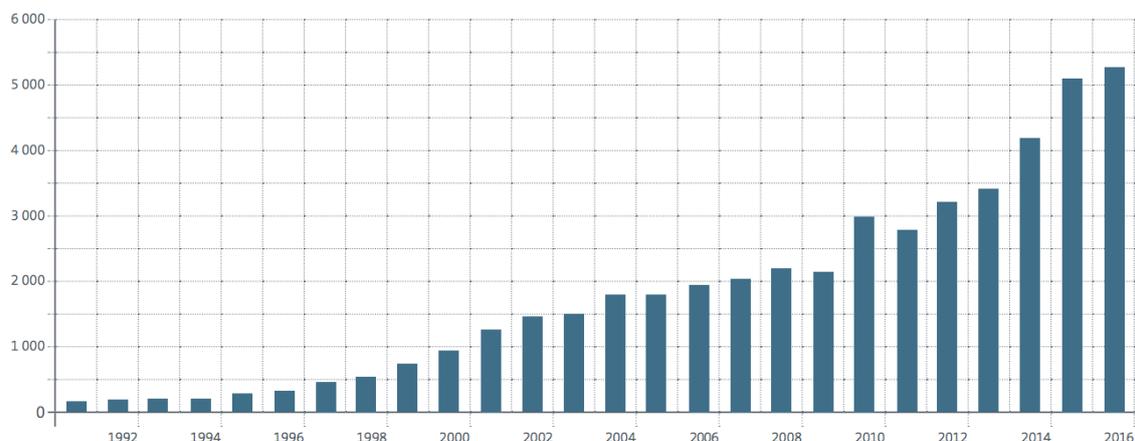


Figura 3 - Crescita brevetti innovazioni digitali (Fonte: EPO 2017)

La maggior parte dei brevetti riguardano nuovi ambiti di applicazione e innovazioni legate alle 'core technologies'. Tuttavia sono le tecnologie abilitanti ad essere cresciute più rapidamente e ciò riflette il recente sviluppo nelle tecnologie IoT.

Le statistiche sui brevetti pubblicate oggi dall'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) mostrano che per la prima volta in oltre un decennio le tecnologie digitali hanno assunto un ruolo guida nelle domande di brevetto depositate. Nel 2019, la comunicazione digitale, un campo tecnologico a cavallo tra telecomunicazioni e computer, è diventata il nuovo campo principale di domande di brevetto all'EPO, mentre la tecnologia informatica è stata la seconda in più rapida crescita, favorita dallo sviluppo di tecnologie come l'intelligenza artificiale e il 5G.

Secondo l'EPO Patent Index 2019, nel 2019 le domande di di brevetto in questo campo presso l'EPO sono aumentate notevolmente (+ 20%), come mostrato in Figura 4.

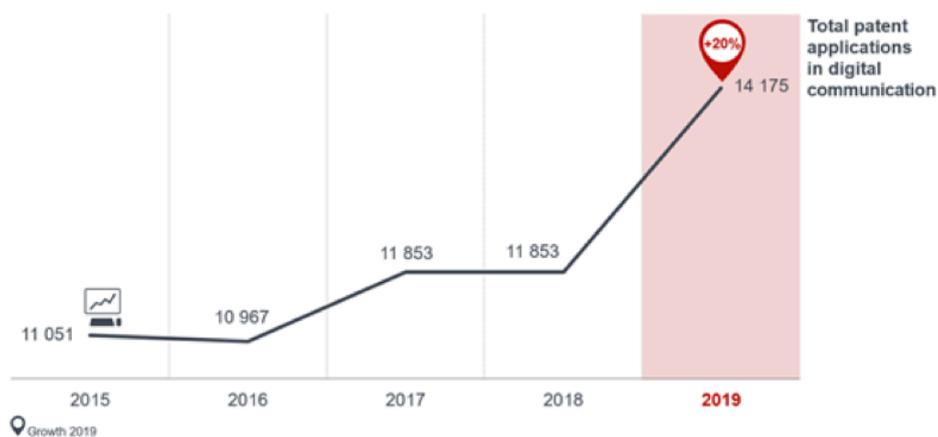


Figura 4 – Crescita brevetti campo Digital communication (Fonte: EPO 2019)

Anche la tecnologia informatica ha registrato un forte aumento delle domande di brevetto all'EPO nel 2019. Con un aumento del 10% delle domande di brevetto, infatti, è stata il secondo campo tecnologico in più rapida crescita nel 2019, come mostrato in Figura 5.



Figura 5 - Crescita brevetti campo Computer Technology (Fonte EPO 2019)

Tre sottocampi in particolare, apprendimento automatico e riconoscimento di modelli, l'elaborazione e generazione di dati di immagine e il recupero dei dati stanno contribuendo al crescente numero di domande di brevetto nel campo Computer Technology. L'apprendimento automatico e il riconoscimento di modelli sono cresciuti notevolmente negli ultimi cinque anni.

La crescita delle domande nel campo ICT è dovuta al fatto che l'innovazione digitale interessa ambiti settoriali diversi, alcuni esempi possono interessare il settore medico che utilizza la tecnologia di apprendimento automatico per diagnosi migliori, oppure le società di logistica che migliorano l'elaborazione delle immagini per consentire alle macchine di identificare, imballare e inventariare meglio gli articoli in un magazzino, o le case automobilistiche che stanno entrando nel ramo delle aziende IT sviluppando tecnologie intelligenti per facilitare la transizione alla guida autonoma. Tutto ciò porta ad un interesse sempre più ampio da parte dei diversi settori allo sviluppo e brevettazione di nuove tecnologie ICT.

### 1.2.3 La classificazione dei brevetti ICT

In letteratura esistono diversi schemi di classificazione ufficiale dei brevetti di innovazioni digitali che riguardano il campo dell'ICT ovvero tecnologie riguardanti i sistemi integrati di telecomunicazione i computer, le tecnologie audio-video e relativi software, che permettono agli utenti di creare, immagazzinare e scambiare informazioni. Tra le tassonomie relative alle tecnologie ICT proposte negli ultimi anni di seguito vengono esaminate: la classificazione IPC ICT OCSE (2003), ISI-OST-INPI (2005), Schmoch (2008), Van Looy et al. (2014) e la classificazione J – TAG (2017).

#### 1.2.3.1 IPC ICT OCSE

Le informazioni sui brevetti sono organizzate secondo schemi di classificazione come l'International Classification Patent (IPC) sviluppata da World Intellectual Property Organization (WIPO) e utilizzata da oltre 100 uffici di brevetti in tutto il mondo. Il sistema IPC divide tutti i campi della tecnologia in insiemi gerarchici di sezioni, classi, sottoclassi e gruppi. È uno strumento indispensabile nel condurre ricerche per stabilire la novità di un'invenzione, o per determinare lo stato dell'arte in una particolare area tecnologica. L'IPC è anche utilizzato dall'industria per cercare brevetti e per trovare informazioni tecnologiche e commerciali.

La classificazione ICT OCSE [11], proposta nel 2003, in linea con la definizione OCSE del 2002 del settore ICT, è basata sulle classi tecnologiche dell'International Patent Classification (IPC) e copre una gamma più ampia di domini tecnologici legati al campo ICT.

La classificazione suddivide le tecnologie ICT in quattro categorie:

#### 1) **Telecomunicazioni**

Include vari tipi di tecnologie relative alla comunicazione, che vanno dai dispositivi, come quelli a guida d'onda, a funzioni e metodologie di base come ad esempio il multiplexing.

#### 2) **Elettronica di consumo**

In questa categoria le classi IPC si riferiscono principalmente alle tecnologie dei dispositivi audiovisivi, sebbene siano incluse anche le tecnologie ICT di uso generale.

### 3) **Computer e macchine per ufficio**

Vengono incluse le tecnologie relative a vari dispositivi elettronici diversi, dai dispositivi audiovisivi ai computer.

### 4) **Altre tecnologie ICT**

Comprende dispositivi metodici generici e applicazioni speciali, come tecnologie relative ad apparecchi educativi o di controllo del traffico.

Tale classificazione è rimasta sostanzialmente intatta nel corso degli anni, con aggiornamenti minori per riflettere i cambiamenti avvenuti nel campo ICT. La tassonomia descritta appare molto strettamente correlata ai prodotti ICT, con le prime tre categorie che corrispondono alle categorie di prodotti 'apparecchiature di comunicazione', 'attrezzatura elettronica di consumo e 'computer e apparecchiature periferiche' elencate nella definizione OCSE 2008 dei prodotti ICT. Tuttavia, poiché le tecnologie ICT sono spesso incorporate in diverse varietà di prodotti e il loro utilizzo cambia rapidamente, classificare le tecnologie sulla base dei prodotti potrebbe non essere il modo migliore per identificare le tecnologie correlate alle ICT. Pur svolgendo un ruolo importante nell'identificazione e nel monitoraggio degli sviluppi tecnologici nelle ICT per oltre un decennio, la classificazione del 2003 sembra attualmente obsoleta, disallineata con le definizioni più recenti di ICT, poiché la tecnologia è cambiata radicalmente negli ultimi dieci anni. Alcune classificazioni presenti attualmente non fanno più parte del settore ICT, altre più recenti, come le innovazioni riguardanti l'internet delle cose (IoT) o la domotica non vengono invece prese in considerazione.

#### *1.2.3.2 Tassonomia ISI – OST – INPI*

La tassonomia ISI-OST-INPI (2005) [12] può essere considerata un precursore della classificazione di Schmoch (2008) ed è stato il risultato del lavoro congiunto del Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research (ISI, Germany), il French Office of Science and Technology (OST) e l'Istituto nazionale francese di proprietà industriale (INPI). Sulla base di una matrice di concordanza con le classi IPC, tale classificazione codifica i brevetti in 6 macro-settori o aree principali:

#### 1) **Electrical engineering**

nel quale rientrano macchine, apparecchi elettrici, tecnologie audiovisive, telecomunicazioni, comunicazioni digitali e processi di comunicazione di base.

#### 2) **Instruments**

categoria che comprende tecnologie ottiche, di analisi di materiali biologici, di misurazione, mediche.

#### 3) **Chemistry**

riguardante settori come la biotecnologia, chimica alimentare, nanotecnologia.

#### 4) **Mechanical engineering**

che comprende innovazioni relative ai processi di ingegneria meccanica.

#### 5) **Other fields**

in cui sono presenti tecnologie relative a vari campi, come videogames, forniture, ingegneria civile.

Il vantaggio di questa classificazione è, dunque, quello di avere un numero più limitato di classi omogenee da utilizzare per le analisi di specializzazione tecnologica. Tuttavia, la classificazione appare in qualche modo meno raffinata quando si considerano livelli più elevati di disaggregazione, soprattutto nella sottocategoria “Telecomunicazioni” che trascura le comunicazioni digitali e i processi di comunicazione di base.

### *1.2.3.3 Tassonomia Schmoch*

La tassonomia Schmoch [12] è nata come perfezionamento della classificazione ISI-OST-INPI. Rispetto a questa, l'area della tecnologia dell'informazione è suddivisa in più campi ed è quindi differenziata a un livello più dettagliato, inoltre introduce nuovi campi con una precisa relazione con l'ingegneria meccanica e la chimica.

La classificazione di Schmoch (2008), rivista l'ultima volta nel 2013, suddivide tutte le tecnologie brevettabili in sei aree tecnologiche principali:

- 1) Ingegneria elettrica
- 2) Strumenti
- 3) Chimica e prodotti farmaceutici
- 4) Ingegneria di processo e attrezzature speciali
- 5) Ingegneria meccanica e macchinari
- 6) Consumi

Sebbene non esista alcun gruppo ICT, in quanto tale, le tecnologie ICT fanno parte dell'area "Ingegneria elettrica" e sono suddivise in 8 gruppi principali:

"Ingegneria elettrica"; "Tecnologia audiovisiva"; "Telecomunicazioni"; "Comunicazioni digitali"; "Processi di comunicazione di base"; "Tecnologia informatica"; "metodi IT per la gestione"; e "Semiconduttori".

### *1.2.3.4 Van Looy et. Al*

La seguente classificazione, presente in [13] è stata realizzata nel 2014 da un gruppo di ricercatori (Van Looy et al.) in collaborazione con Sogeti Luxembourg SA e l'Ufficio europeo dei brevetti e fornisce una concordanza tra la classificazione IPC versione 8 e la Classificazione statistica delle attività economiche nella Comunità europea (NACE Rev.

2). Abbina sottoclassi della classificazione IPC a 70 classi di settori industriali.

Sebbene non includa classi denominate esplicitamente come ICT, include 9 classi relative al settore che possono essere rilevanti per le innovazioni digitali:

- 1) "Fabbricazione di componenti e schede elettroniche"
- 2) "Fabbricazione di computer e apparecchiature periferiche"
- 3) "Fabbricazione di apparecchiature di comunicazione"
- 4) "Produzione di elettronica di consumo"
- 5) "Fabbricazione di strumenti e apparecchiature per la misurazione"
- 6) "Apparecchiature elettromedicali ed elettroterapiche"
- 7) "Fabbricazione di strumenti ottici e apparecchiature fotografiche"
- 8) "Produzione di supporti magnetici e ottici"
- 9) "Programmazione di computer. Consulenza e attività correlate"

Una pecca di questa tassonomia, è quella di essere una classificazione che riguarda diversi settori industriali, e quindi non è consigliata nello specifico per l'individuazione di innovazioni digitali, poiché la sua ampiezza settoriale potrebbe essere un fattore negativo, non comprendendo nel dettaglio tutti i codici relativi alle tecnologie ICT esistenti.

#### *1.2.3.5 Tassonomia J - TAG*

La classificazione, J - TAG [14] in linea con le definizioni di settore ICT (2007) e di prodotti ICT (2008) avanzate dall'OCSE, nasce nel 2017 da un lavoro effettuato dagli esperti del Japan Patent Office che partecipano alla IP Task Force guidata dall'OCSE. È una delle classificazioni più complete e suddivide le tecnologie ICT in 13 classi definite dalle caratteristiche tecniche specifiche e dalle funzioni che dovrebbero svolgere.

- 1) Rete ad alta velocità
- 2) Comunicazione mobile
- 3) Sicurezza
- 4) Rete di sensori e dispositivi
- 5) Elaborazione ad alta velocità
- 6) Memoria di grande capacità e ad alta velocità
- 7) Analisi delle informazioni di grande capacità
- 8) Apprendimento digitale e processi cognitivi
- 9) Interfaccia umana
- 10) Imaging e tecnologia del suono
- 11) Dispositivi di comunicazione delle informazioni
- 12) Misure elettroniche
- 13) Altre tecnologie ICT

Rispetto alla classificazione IPC ICT OCSE del 2003, esclude le classi di brevetti originariamente etichettate come ICT ma che riguardano principalmente o esclusivamente altri domini tecnologici e che non possono essere utilizzate in combinazione con le tecnologie relative al campo dell'ICT.

Inoltre, include classi di brevetti che non esistevano al momento della classificazione del 2003, poiché apparse per la prima volta nelle versioni successive della tassonomia IPC, come le nanotecnologie per l'elaborazione, l'archiviazione o la trasmissione delle informazioni o il calcolo quantistico.

### I.3 L'Innovazione Verde

L'attuazione delle politiche sul cambiamento climatico, come detto, è stata essenziale per stimolare l'innovazione tecnologica verde. Il numero di invenzioni nella mitigazione del cambiamento climatico è aumentato costantemente dal protocollo di Kyoto firmato nel 1997, e oggi rappresentano quasi il 6% di tutte le invenzioni in tutto il mondo. L'innovazione verde è vista come un modo per conciliare le priorità economiche e ambientali, ridurre il consumo di energia e risorse e aprire nuovi percorsi sostenibili per l'industria.

Nell'Unione europea (UE), l'ecoinnovazione o innovazione verde è vista come un contributo importante per la competitività e la crescita economica, ed è anche un elemento chiave della nuova strategia Europa 2020 a favore della sostenibilità ambientale. Anche gli altri governi sostengono l'innovazione verde, alcuni esempi includono la nuova strategia di crescita del Giappone che include l'innovazione verde come una delle due linee fondamentali per l'innovazione futura e la strategia nazionale oppure la Corea per la crescita verde che mira a creazione di nuovi motori di crescita economica attraverso tecnologie verdi, industrie verdi e realizzazione di fondazioni strutturali per una green economy [15].

L'Environmental Technology Action Plan (ETAP), definisce l'ecoinnovazione come *“la produzione, assimilazione o sfruttamento di una novità in prodotti, processi di produzione, servizi o in metodi di gestione e di business, che mira, durante tutto il suo ciclo di vita, a prevenire o sostanzialmente ridurre il rischio ambientale, l'inquinamento e altri impatti negativi dell'uso delle risorse (inclusa l'energia)”*.

L'ecoinnovazione è essenziale per facilitare la transizione globale verso lo sviluppo sostenibile. L'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) definisce l'ecoinnovazione come lo sviluppo di prodotti, processi, strategie di marketing, strutture e accordi aziendali che mirano a ridurre gli impatti ambientali rispetto ad altre pratiche (OCSE, 2009). Allo stesso modo, studiosi come Bossle et al. (2016) e Hall et al. (2013) descrivono l'innovazione verde in linea con il concetto OCSE:

*“l'ecoinnovazione non si riferisce solo alla tecnologia, ma si applica ampiamente a nuovi modelli di business, prodotti, servizi e innovazioni basate sulla conoscenza che consentono una maggiore estensione delle eco-pratiche”* [16].

Basandosi sulla letteratura esistente sull'innovazione e l'ecoinnovazione (Charter e Clark [17], Reid e Miedzinski [18]), l'innovazione verde può essere compresa e analizzata in termini di:

#### 1) **obiettivi (target)**

L'obiettivo si riferisce al focus di base dell'ecoinnovazione e può riguardare sia prodotti (che coinvolgono sia beni che servizi), processi, metodi di marketing per la promozione di determinati prodotti o strategie orientate al mercato, organizzazioni e istituzioni (accordi istituzionali, norme sociali).

## 2) meccanismi

Il meccanismo si riferisce al metodo con cui avviene il cambiamento relativo all'ecoinnovazione che può essere di carattere tecnologico o non tecnologico.

È possibile che il meccanismo sia di tipo incrementale, ovvero piccoli aggiustamenti progressivi del prodotto o processo esistente. In alternativa, il meccanismo porta ad un nuovo metodo di creazione dell'innovazione verde che non prende spunto da innovazioni già esistenti.

## 3) impatto dell'innovazione

L'impatto si riferisce all'effetto dell'ecoinnovazione sull'ambiente, durante il suo ciclo di vita o in parte. I potenziali impatti ambientali derivano dall'obiettivo dell'ecoinnovazione, il meccanismo e la loro interazione con l'ambiente [19].

In linea con Kemp e Pearson [20], le innovazioni verdi sono definite come beni e servizi, processi, metodi di marketing, strutture organizzative e accordi istituzionali nuovi o notevolmente migliorati che portano a miglioramenti ambientali rispetto alle alternative pertinenti. In linea con la definizione del Manuale di Oslo, anche la diffusione e l'adozione di soluzioni verdi nuove per l'azienda, ma già esistenti sul mercato, è considerata un'innovazione verde (OECD, 2018).

Si possono distinguere due grandi categorie di innovazioni green (IG):

- **Product IG:** un bene o servizio nuovo o migliorato che porta a significativi miglioramenti ambientali rispetto al bene o servizio precedentemente prodotto o utilizzato dall'azienda.
- **Business - Process IG:** un processo aziendale nuovo o migliorato per una o più funzioni aziendali che è stato messo in uso dall'azienda e che genera miglioramenti ambientali rispetto ai processi aziendali precedentemente utilizzati dall'azienda innovatrice.

Questi tipi di IG non si escludono a vicenda, ovvero, un'innovazione verde potrebbe essere contemporaneamente un prodotto che un processo aziendale.

### I.3.1 Macro – trend nelle innovazioni verdi e CCMT

I macro trend emergenti negli ultimi anni nel campo delle innovazioni verdi includono:

- Tecnologia energetica verde (fonti rinnovabili inclusa l'energia idroelettrica e tecnologie di conversione dell'energia più efficienti in termini di consumo)
- Pratiche agricole che utilizzano meno pesticidi ed erbicidi (riducendo i danni alle piante, alle api e agli esseri umani)
- Tecnologie di processo ad alta efficienza energetica
- Trattamento e riutilizzo dei rifiuti
- Conservazione e trattamento dell'acqua inquinata
- Migliore logistica con conseguente minore spreco di cibo e consumo di energia

- Case ad alta efficienza energetica e prodotti di consumo
- Forme di imballaggio più sostenibili
- Mobilità sostenibile nel settore automobilistico (riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili e l'emissione di inquinanti nell'aria mediante innovazioni nei motori elettrici, ad idrogeno e ibridi [21]).

Per meglio definire le innovazioni verdi l'EPO ha sviluppato uno schema di classificazione, utilizzando le linee guida tecnologiche prodotte dalla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e dal Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC).

Tale schema definisce le innovazioni green con il termine “Climate Change Mitigation Technologies (CCMTs)”, con il quale si intendono tutte quelle tecnologie e applicazioni che contribuiscono alla riduzione del cambiamento climatico, o all'adattamento a questo, attraverso il controllo, la riduzione o la prevenzione di emissioni antropogeniche di gas serra, specialmente di CO<sub>2</sub>. Tecnologie il cui obiettivo non è tanto quello di attutire l'inquinamento che si ha sull'ambiente con condotte compensatorie, di tipo addizionale, bensì quello di ripensare in maniera radicale il proprio processo produttivo, trasformandolo a livello di tecnologia utilizzata, al fine di ottenere un progresso scientifico sostenibile. [22]

Lo schema, rappresentato in Tabella 1, semplifica il recupero rapido e accurato delle informazioni rilevanti e consente, inoltre, di mappare le tecnologie sostenibili, identificare le tendenze e facilitare ulteriori attività di ricerca e sviluppo, ed incorpora sia CCMT che reti intelligenti [23]

*Tabella 1 – Schema di classificazione delle CCMT*

<b>Schema di classificazione tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico</b>
Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico nell'edilizia, compreso il settore residenziale
Cattura e stoccaggio dei gas serra
Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico nella generazione, trasmissione e distribuzione di energia
Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico nel trasporto di merci e persone
Tecnologie smart grid

### I.3.2 Brevetti riguardanti le innovazioni verdi

Non esiste una definizione formale, chiara e ampiamente accettata di tecnologie verdi e conseguentemente dei “brevetti verdi”. Anche l'idea di ciò che è considerato verde è in continua evoluzione e dipende dal consenso tra le parti interessate. Il concetto di verde è dinamico e dipende dalle sfide e risultati già realizzati verso l'economia verde.

Tecnologie oggi considerate green potrebbero non essere considerati tali in futuro. Il denominatore comune tra accademici e politici è che le tecnologie verdi hanno un impatto ambientale inferiore rispetto alle loro alternative sia per scopi di produzione di elettricità, trasporto passeggeri o merci, produzione processi, ecc. (OCSE, 2011).

Si può dare una definizione generica di brevetti verdi, definendoli come tutti quei documenti riguardanti le tecnologie che hanno qualche effetto positivo sull'ambiente, indipendentemente dal loro campo tecnologico. L'ultimo decennio ha visto investimenti senza precedenti nelle energie rinnovabili, nonché uno sviluppo significativo di nuove tecnologie. Da uno studio condotto dalla divisione di Economia e Statistica del WIPO [24], come mostrato in Tabella 2, si evince che il numero totale di domande internazionali depositate e pubblicate nell'ambito del PCT per le tecnologie rinnovabili è aumentato ogni anno dal 2002 al 2012, quando ha raggiunto il picco di 4.541 domande brevettuali. Sebbene il numero di brevetti nelle energie rinnovabili sia inferiore rispetto ad altri settori, come la medicina, la farmaceutica, i computer e la tecnologia della comunicazione digitale, la crescita individuale raggiunta dal settore delle energie rinnovabili è notevole. Il tasso di crescita delle energie rinnovabili è aumentato negli anni in modo considerevole, in particolare il numero di domande di brevetto PCT pubblicate per le energie rinnovabili è aumentato del 547%. Sebbene il numero totale di pubblicazioni PCT sia diminuito dal picco del 2012, nel 2019 era ancora 3,5 volte superiore rispetto al 2002.

Tabella 2 – Numero brevetti verdi per anni di pubblicazione (Fonte: Economics and Statistics Division, WIPO)

Anno di pubblicazione	Numero Brevetti Green
2002	831
2003	1084
2004	1123
2006	1464
2006	1701
2007	2048
2008	2575
2009	3090
2010	3662
2011	4272
2012	4541
2013	4308
2014	3556
2015	2752
2016	2477
2017	2606
2018	2689
2019	2863

Secondo il rapporto redatto dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite e Bloomberg NEF [25], nel 2019 le domande di brevetto relative all'energia solare sono aumentate drasticamente, contribuendo a oltre la metà dei brevetti sulle energie rinnovabili. In particolare, l'energia eolica e la geotermia hanno contribuito rispettivamente al 28% e all'14% del totale dei brevetti.

Questi dati dimostrano che negli ultimi anni l'attenzione si è spostata sulle tecnologie verde e gli investimenti fatti nel settore delle energie rinnovabili continuano a crescere ogni anno.

### I.3.3 Classificazione brevetti verdi

Per la classificazione dei brevetti verdi è stata condotta una ricerca in letteratura dalla quale è emerso che esistono diverse classificazioni per individuare le innovazioni verdi. Esistono classificazioni ufficiali, redatte da enti internazionali, come il WIPO Green Inventory, l'OCSE Env-Tech, Y-Tag EPO, l'elenco delle classi IPC per Societal Grand Challenges del Fraunhofer ISI e altre realizzate da ricercatori e studiosi che hanno sviluppato una propria classificazione durante le attività di ricerca, come ad esempio Carrión-Flores & Innes e Amore & Bennedsen. Alcuni studi hanno anche combinato due o più sistemi di classificazione per definire il gruppo dei brevetti verdi: l'ENV-TECH e il Green Inventory.

#### *I.3.3.1 Classificazione WIPO Green Inventory*

L'inventario WIPO Green [26] è stato lanciato il 16 settembre 2010, in tale classificazione i brevetti verdi sono identificati sulla base del sistema di classificazione internazionale dei brevetti (IPC) dell'Organizzazione mondiale della proprietà intellettuale (WIPO).

Il WIPO Green Inventory, è un catalogo sviluppato dal comitato di esperti dell'IPC per identificare e facilitare la ricerca di brevetti verdi, secondo la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Fornisce un elenco completo di codici IPC per identificare i brevetti verdi in diversi domini tecnologici.

La classificazione include tutte le classi IPC associate a tecnologie rispettose dell'ambiente in diversi campi. In particolare, comprende sei aree tecnologiche connesse ai codici IPC:

- 1) produzione di energia alternativa
- 2) trasporti
- 3) risparmio energetico e gestione dei rifiuti
- 4) agricoltura / silvicoltura
- 5) aspetti amministrativi, normativi e progettuali
- 6) produzione di energia nucleare.

Secondo Veefkind et al. [27], il principale svantaggio di questa classificazione è che cerca di associare direttamente i codici IPC a categorie di tecnologie rispettose dell'ambiente, quindi spesso le aree tecnologiche indicate dall'inventario non sono sufficientemente specifiche per essere considerate come brevetti verdi, aumentando la probabilità di incorrere in errori di tipo I, ovvero, errori che si riferiscono all'inclusione di documenti brevettuali che non sono tecnologie verdi anche se appartengono a categorie che vengono definite verdi in queste classificazioni.

### *1.3.3.2 Classificazione OCSE ENV – TECH*

La classificazione OCSE ENV-TECH per le tecnologie a sostenibilità ambientale è stata creata dal Gruppo di lavoro OCSE sull'integrazione delle politiche economiche e ambientali (WPIEEP) e dal Gruppo di lavoro su clima, investimenti e sviluppo (WPCID). Tale classificazione combina i codici dell'International Patent Classification (IPC) e della Collaborative Patent Classification (CPC) basandosi principalmente sulla classificazione dell'EPO del 2015 [28].

Le classi IPC / CPC selezionate sono raggruppate in 80 campi tecnologici appartenenti ad otto famiglie ambientali, separate in 5 aree differenti:

- 1) Gestione ambientale
- 2) Tecnologie di adattamento legate all'acqua
- 3) Protezione della biodiversità e salute dell'ecosistema
- 4) Tecnologie per la mitigazione dei cambiamenti climatici (CCMT)
- 5) Cattura, stoccaggio e smaltimento dei gas serra

In particolare, l'area delle CCMT è abbastanza vasta e comprende tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico relative al trasporto, edifici, trattamento delle acque reflue o gestione dei rifiuti, generazione, trasmissione e distribuzione di energia. ENV-TECH è una classificazione gerarchica e le famiglie sopra citate corrispondono al primo livello di aggregazione (1 cifra). Ogni famiglia è divisa in gruppi (2 cifre) e sottogruppi (3 cifre) [29]. La copertura della corrispondenza presente in questa classificazione è ampia [30], pertanto, includere tutti i campi sotto il termine generico di verde potrebbe essere fuorviante a seconda di ciò che include la definizione.

### *1.3.3.3 Classificazione Fraunhofer ISI*

L'elenco delle classi IPC del Fraunhofer ISI [31], realizzato con il contributo della Commissione UE, per le grandi sfide sociali estende diversi schemi - come la classificazione WIPO di Schmoch (2008) e le tecnologie per il cambiamento climatico e la mitigazione dell'EPO (2013) - per creare una connessione tra i codici IPC e i campi tecnologici che possono essere associati alle grandi sfide della società, inclusi i cambiamenti climatici e altre aree verdi.

Le grandi sfide sono raggruppate in sei categorie (Salute, Bioeconomia, Energia, Trasporti, Clima e Sicurezza) e riguardano nello specifico:

- Salute, cambiamento demografico e benessere,
- Sicurezza alimentare, agricoltura sostenibile, ricerca marina, marittima e bioeconomia
- Energia sicura, pulita ed efficiente
- Trasporti intelligenti, verdi e integrati
- Azione per il clima, efficienza delle risorse e materie prime
- Società sicure - la libertà e la sicurezza dell'Europa e dei suoi cittadini

Nella classificazione vengono elencate le classi IPC per ciascuna delle sei grandi sfide societarie orientate alla tecnologia (SGC).

Le tecnologie che possono essere considerate "verdi" si trovano principalmente all'interno delle categorie di bioeconomia, energia, trasporti e clima.

Un limite di questa classificazione risiede nel fatto che l'implementazione di tutti gli attuali sistemi di classificazione che sono sintetizzati nel rapporto SGC tenderebbe ad aumentare la probabilità di incorrere nell'errore di tipo I a seconda di quanto rigorosa sia la definizione di verde. Inoltre, ci sono casi in cui gli SGC possono sovrapporsi perché sono definiti dagli stessi codici IPC e ciò può facilmente creare confusione.

#### *1.3.3.4 Classificazione Y- TAG EPO*

A partire da Gennaio 2013 l'European Patent Office (EPO) ha introdotto uno schema di codifica dedicata per tutti i documenti di brevetto relativi alle tecnologie mitigazione del Cambiamento Climatico (CCMTs), denominato "Y02 – Y04S tagging scheme" [32].

Il nuovo schema, anche in combinazione con strumenti statistici di brevetti (come Patstat dell'EPO), rende possibile mappare tecnologie sostenibili.

Ciò consente anche agli esperti non brevettuali di cercare tecnologie legate ai cambiamenti climatici in modo più intuitivo. Lo schema è stato continuamente ampliato negli ultimi anni ed è ora considerato completo per le tecnologie CCMT.

Come mostrato in Tabella 3, la classificazione copre sette categorie principali: energia, cattura dei gas serra, tecnologie verdi all'interno di abitazioni ed edifici, industria compresa l'agricoltura, trasporti e gestione dei rifiuti e delle acque reflue.

È stato inoltre sviluppato uno schema di classificazione per le reti intelligenti, Y04S (uno spin-off di Y02).

Tabella 3 Schema di classificazione Y02-Y04S per le tecnologie di mitigazione ambientale (Fonte: EPO 2018)

<b>Gruppo</b>	<b>Titolo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>Y02A</b>	Adattamento ai cambiamenti climatici	
<b>Y02B</b>	Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico relative agli edifici, inclusi alloggi e elettrodomestici o relative applicazioni per l'utente finale	Integrazione di energie rinnovabili negli edifici, illuminazione, riscaldamento, ventilazione e condizionamento, elettrodomestici, ascensori e scale mobili, elementi costruttivi o architettonici, ICT, gestione dell'energia
<b>Y02C</b>	Cattura, stoccaggio, sequestro o smaltimento di gas a effetto serra	Cattura e stoccaggio della CO <sub>2</sub> , anche di altri gas serra rilevanti
<b>Y02D</b>	ICT che mira alla riduzione del proprio consumo energetico	
<b>Y02E</b>	Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico nella generazione, trasmissione e distribuzione di energia	Energia rinnovabile, combustione efficiente, energia nucleare, biocarburanti, trasmissione e distribuzione efficienti, stoccaggio dell'energia, tecnologia dell'idrogeno
<b>Y02P</b>	Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico nella produzione o lavorazione di merci	Lavorazione dei metalli, industria chimica / petrolchimica, lavorazione dei minerali (es. Cemento, calce, vetro), industrie agroalimentari
<b>Y02T</b>	Tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici legate ai trasporti	Mobilità elettrica, auto ibride, motori a combustione interna efficienti, tecnologie efficienti nelle ferrovie e nel trasporto aereo e fluviale
<b>Y02W</b>	Tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico relative al trattamento delle acque reflue o alla gestione dei rifiuti	Trattamento acque reflue, gestione rifiuti solidi, imballaggi bio
<b>Y04S</b>	Tecnologie per reti intelligenti (smart grid)	Funzionamento delle reti elettriche, gestione delle applicazioni degli utenti finali, smart metering, elettrico e ibrido

Il gruppo **Y02** si riferisce alle “tecnologie o applicazioni di mitigazione o adattamento contro il cambiamento climatico”. Lo schema, illustrato in Tabella 3, copre gli ambiti tecnici in cui è possibile identificare la mitigazione del cambiamento climatico e in particolare le seguenti sottoclassi: Y02B relativo agli edifici, Y02C relativo alla cattura, stoccaggio e smaltimento dei gas serra, Y02E relativo all'energia, Y02P relativo all'industria e all'agricoltura, al trasporto Y02T e al trattamento delle acque reflue e alla gestione dei rifiuti Y02W.

## Y02B

Effettuando una ricerca su Y02B gli utenti possono trovare documenti brevettuali relativi all'integrazione di fonti di energia rinnovabile come piccole turbine eoliche o pannelli solari negli edifici (Y02B10), tecnologie di illuminazione ad alta efficienza energetica come luci a LED (Y02B20) e riscaldamento, ventilazione e aria condizionata efficienti dal punto di vista energetico (Y02B30).

## Y02C

L'Y02C è la sezione più piccola dello schema di classificazione. Questa sottoclasse copre tutte le tecniche per la cattura, lo stoccaggio e il sequestro dei gas serra.

## Y02E

La Tabella 4 elenca tutte le sottoclassi di Y02E, che comprende oltre alle fonti di energia rinnovabile, le tecnologie relative al nucleare, più precisamente sotto il codice Y02E30.

*Tabella 4 - Schema di classificazione Y02E (Fonte: EPO 2018)*

<b>Codice Y02E</b>	<b>Descrizione</b>
10/00	Produzione di energia attraverso fonti energetiche rinnovabili
20/00	Tecnologie di combustione con potenziale di mitigazione
30/00	Produzione di energia di origine nucleare
40/00	Tecnologie per una generazione, trasmissione o distribuzione efficiente di energia elettrica
50/00	Tecnologie per la produzione di combustibili di origine non fossile
60/00	Tecnologie con contributo potenziale o indiretto alla mitigazione delle emissioni di gas serra
70/00	Altri sistemi di conversione o gestione dell'energia che riducono le emissioni di gas serra

## Y02P

Il gruppo Y02P comprende i dettagli dei processi di produzione industriale che si traducono nella mitigazione del cambiamento climatico. La sottoclasse spazia dall'industria primaria che raccoglie e produce materie prime per la manifattura, compresa l'agricoltura, all'industria secondaria che realizza prodotti consumati dagli individui.

## **Y02T**

Comprende i brevetti di elettromobilità che proteggono le tecnologie che riducono l'uso di combustibili fossili, quelli relativi al trasporto ferroviario, aeronautico e marittimo, e tecnologie basate su motori a combustione interna più efficiente.

## **Y02W**

La sottoclasse Y02W classifica le tecnologie relative allo smantellamento o lavorazione meccanica dei rifiuti per il recupero dei materiali. È suddivisa in due parti principali: una relativa al trattamento delle acque reflue e l'altra alla gestione dei rifiuti solidi.

## **Y04S**

L'Y04S è uno schema separato, strettamente connesso all'Y02, dedicato alle smart grid, ovvero alle reti intelligenti. Infatti, due terzi dei suoi codici di classificazione sono presenti anche in Y02, nello specifico nelle sottoclassi Y02E a causa d'utilizzo delle reti intelligenti nella generazione e trasmissione di energia elettrica, Y02B per il ruolo svolto dalle reti intelligenti nelle applicazioni degli utenti finali, e Y02T a causa dell'interoperabilità dei veicoli elettrici e ibridi con la rete elettrica.

L'Y04S è diviso in cinque gruppi principali: sistemi che supportano la generazione, trasmissione o distribuzione di energia elettrica (Y04S10 / 00), sistemi che supportano la gestione o il funzionamento di applicazioni dell'utente finale (Y04S20 / 00), applicazioni utente nel settore dei trasporti (Y04S30 / 00) e comunicazioni specifiche o tecnologie dell'informazione (Y04S40 / 00).

### *1.3.3.5 Classificazione Amore & Bennedsen*

La classificazione effettuata da Amore e Bennedsen [33] estende e migliora la classificazione dei brevetti verdi effettuata da Carrion-Flores e Innes nel 2010 [34]. Quest'ultima classificazione abbastanza ampia è stata aggiornata mediante un test di robustezza adottando una classificazione più precisa basandosi sulla definizione di brevetti verdi ed energetici fornita da Popp e Newell nel 2012 [35]. Questa definizione è in grado di identificare le tecnologie rinnovabili e le nuove fonti energetiche basate sui combustibili fossili e quindi cattura gli sforzi tecnologici sia per migliorare l'uso delle attuali risorse energetiche sia per sviluppare fonti completamente nuove.

La classificazione creata da Amore & Bennedsen si basa sulla classificazione primaria a 3 cifre dei brevetti fornita dall'ufficio brevetti e marchi statunitense (USPTO).

Le principali categorie tecnologiche considerate sono ampiamente correlate all'inquinamento atmosferico o idrico, alla prevenzione, allo smaltimento e controllo dei rifiuti pericolosi, al riciclaggio e alle energie alternative.

Tuttavia, tale classificazione non tiene conto delle recenti tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico, rimanendo generica su alcuni aspetti, come le reti intelligenti.

## I.4 Intreccio tra digitale e verde: le innovazioni Green ICT

In termini industriali tradizionali, la tecnologia digitale e la sostenibilità ambientale sembrano escludersi a vicenda. La prima è guidata dal radicale cambiamento tecnologico determinato dall'Internet of Things, dall'intelligenza artificiale (AI) e dalla robotica che riguardano i processi industriali, mentre la seconda fornisce priorità alla conservazione delle risorse e alla governance ambientale. Tuttavia, i due concetti, spesso si rafforzano a vicenda. In termini pratici, i due concetti, opportunamente combinati, possono portare una miriade di vantaggi. Senza la tecnologia digitale, è difficile per le aziende ridurre l'impatto ambientale. Riunire abilità digitali e pratiche sostenibili dovrebbe essere in prima linea nel pensiero strategico per qualsiasi azienda, come un modo per differenziarsi e ottenere redditività a lungo termine tra i clienti, le autorità di regolamentazione e le comunità in cui operano le imprese.

Negli ultimi anni c'è stata una crescita esponenziale nel tentativo di combinare tecnologia digitale e sostenibilità. Una digitalizzazione globale offre una grande opportunità per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità. Si parla infatti di sostenibilità digitale, ovvero un insieme di fattori e principi ecologicamente sicuri e stabili che si riferiscono alla prospettiva a lungo termine per lo sviluppo sociale ed economico. Queste iniziative vengono realizzate attraverso un'ampia gamma di implementazioni della tecnologia digitale, come l'intelligenza artificiale (AI), machine learning (ML), Internet of Things, Big Data, Edge computing, automazione dei processi robotici.

Si parla, infatti, di innovazioni *Green ICT*, ovvero innovazioni verdi che presentano una forte componente digitale. Situate all'incrocio tra eco-tecnologie e ICT, le green ICT costituiscono la combinazione di due paradigmi tecnologici, che hanno visto l'emergere di una varietà di traiettorie tecnologiche differenti. Le Green ICT possono essere definite come apparecchiature e software ICT che riducono i propri impatti ambientali o quelli di altri settori dell'economia e della società.

Tra queste, in particolare, l'intelligenza artificiale sta svolgendo un ruolo cruciale nelle innovazioni green ICT in aree riguardanti il cambiamento climatico, la sicurezza dell'aria e dell'acqua, la conservazione della biodiversità, la resilienza ai disastri, ecc. I potenziali investimenti in tecnologia green tech sono stimati in miliardi di dollari all'anno, gli esperti dell'International Data Corporation (IDC) prevedono che la spesa mondiale per i soli sistemi di intelligenza artificiale raggiungerà fino a \$ 79,2 miliardi entro il 2022 [36].

In un rapporto pubblicato nel gennaio 2018 [37], il network internazionale PwC ha identificato 80 modi in cui le tecnologie di intelligenza artificiale e le innovazioni digitali potrebbero essere utilizzate a vantaggio dell'ambiente, tra cui previsioni ottimizzate del sistema energetico; infrastruttura di ricarica demand-response nei trasporti; analisi e automazione per la pianificazione urbana intelligente; previsioni meteorologiche locali per la gestione delle colture; e monitoraggio e trasparenza della catena di approvvigionamento.

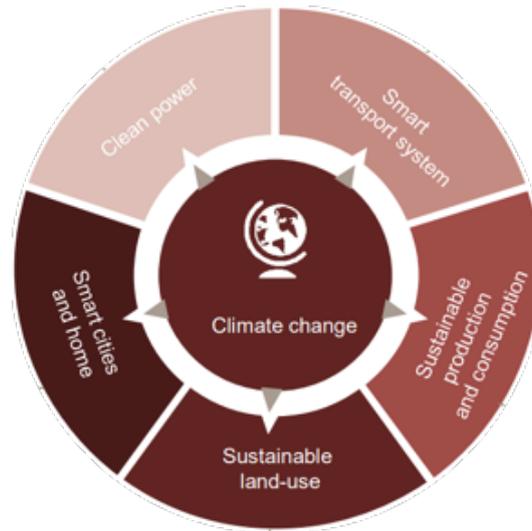


Figura 6 - Applicazioni dell'innovazione digitale per il cambiamento climatico (Fonte: PwC research)

Come mostrato in Figura 6, le applicazioni di innovazione digitale, tra cui l'AI, per il cambiamento climatico sono suddivise in 5 aree:

### 1) Clean power

Nell'area dell'energia pulita, le innovazioni digitali vengono utilizzate per creare sistemi intelligenti per l'utilizzo dell'energia elettrica, e sistemi in grado di diminuire imprevedibilità e al tempo stesso aumentare l'efficienza, della potenza, utilizzo e stoccaggio delle energie rinnovabili. Algoritmi di apprendimento automatico vengono utilizzati anche in fase di progettazione per modellare il layout di un edificio ad alta efficienza energetica. Le centrali elettriche virtuali (VPP) capaci di intelligenza artificiale possono integrare, aggregare e ottimizzare l'uso di pannelli solari, microgrid, installazioni di stoccaggio di energia e altri sistemi green.

### 2) Smart transport system

Per il trasporto intelligente, algoritmi di apprendimento automatico vengono utilizzati per ottimizzare la navigazione, la congestione e i flussi di traffico a livello urbano. In tale area, particolare importanza hanno le tecnologie a guida autonoma che offrono opportunità di riduzioni di gas serra per le aree urbane mediante l'ottimizzazione del percorso che riduce i chilometri di guida e la congestione, la guida ecologica mediante auto elettriche, con l'utilizzo algoritmi che danno la priorità all'efficienza energetica e servizi di ride sharing autonomi che riducono il numero di veicoli in circolazione. In particolare, una connessione tra verde e digitale si sta avendo nel settore automotive mediante la diffusione delle tecnologie V2X (Vehicle-to-Anything) sulle automobili del prossimo futuro con l'obiettivo dell'auto a zero emissioni o più realisticamente a basse emissioni, oltre che aumentare la sicurezza dei veicoli e l'efficienza dei trasporti. Nel cosiddetto paradigma V2X l'automobile è dotata di sistemi di comunicazione wireless per connetterla ad altri veicoli, con infrastruttura di bordo strada ed il web. Con il rilascio e diffusione dello standard 5G, dal punto di vista della sicurezza, l'integrazione dell'informazione proveniente in tempo reale da altri veicoli con quella raccolta dai sensori di bordo può estendere la capacità del guidatore di adattare il proprio comportamento all'ambiente circostante. L'obiettivo dell'auto a zero emissione passa per l'ottimizzazione del funzionamento dei propulsori ibridi, in parte a combustione, in parte elettrici [38].

### **3) Smart cities and home**

Oltre ai veicoli autonomi, il deep learning permette anche una migliore pianificazione urbana, che porta a città resilienti, incentrate sull'uomo, a basso inquinamento e impatto ambientale. Una smart city è un'area urbana in cui, grazie all'utilizzo delle tecnologie digitali e dell'innovazione tecnologica, è possibile ottimizzare e migliorare le infrastrutture e i servizi ai cittadini rendendoli più efficienti.

Una città intelligente privilegia l'uso di fonti energetiche sostenibili, la progettazione di edifici green a basso impatto ambientale, in grado di sfruttare le risorse rinnovabili per la produzione di elettricità e calore. La connettività è fondamentale per una città intelligente e per il suo sviluppo economico. Lo sviluppo delle telecomunicazioni digitali in chiave intelligente vede la disponibilità di piattaforme e applicazioni per il monitoraggio della mobilità, dei consumi energetici e per l'ottimizzazione della vita cittadina. Alcune delle tecnologie utilizzate per migliorare la sostenibilità ambientale delle città e delle abitazioni comprendono l'illuminazione pubblica di ultima generazione, lampade LED che monitorano i livelli di traffico e l'inquinamento urbano, veicoli ibridi ed elettrici, parcheggi intelligenti, sistemi intelligenti per evitare lo spreco di risorse idriche. Tutti i dispositivi legati ai dati urbani, costituiti da tutti i dati che la città quotidianamente produce in particolare, vengono raccolti da sensori che hanno il compito di misurare e rendere disponibili, in tempo reale, i diversi dati al fine di avere un monitoraggio in tempo reale [39].

### **4) Sustainable production and consumption**

L'utilizzo dell'intelligenza artificiale consente di ridurre i consumi dei data center, responsabili di circa lo 0,3 % delle emissioni complessive di carbonio, migliorandone l'efficienza energetica, creando sistemi di gestione di risparmio energetico e fruendo dell'energia rinnovabile. Altri sistemi basati sull'AI sono invece in grado di minimizzare lo spreco di cibo per la grande distribuzione. In questo particolare ambito, la Blockchain è in grado di fornire soluzioni che contribuiscono alla riduzione delle emissioni di CO2 e alla valutazione dell'impatto ambientale. La combinazione di blockchain con intelligenza artificiale e IoT permette di estrarre, elaborare e interpretare dati migliori per la valutazione dell'impatto delle azioni, ottenendo trasparenza informativa sui comportamenti di sostenibilità collettiva, senza limitazioni di tipo geografico, portando a risultati e cicli di feedback più rapidi e all'affermazione di standard green globali [40].

### **5) Sustainable land-use**

Attraverso applicazioni, combinate con immagini satellitari, si è in grado di rilevare automaticamente i cambiamenti del suolo, inclusa l'analisi della vegetazione, foreste e monitoraggio di alluvioni, fornendo una risorsa per la gestione di habitat naturali ed affrontare le sfide presentate da disturbi legati al cambiamento climatico come dissesti idrogeologici, siccità e incendi.

Le innovazioni green ICT interessano anche la cosiddetta smart agriculture o agricoltura intelligente, che riguarda l'evoluzione verso il digitale dell'attività agricola tradizionale sui campi e negli allevamenti.

Come mostrato in Figura 7, si può notare come l'impatto dell'agricoltura digitale sia distribuito sull'intera filiera agroindustriale (supply chain) e comprende diversi tipi di tecnologie nel campo dell'ICT.

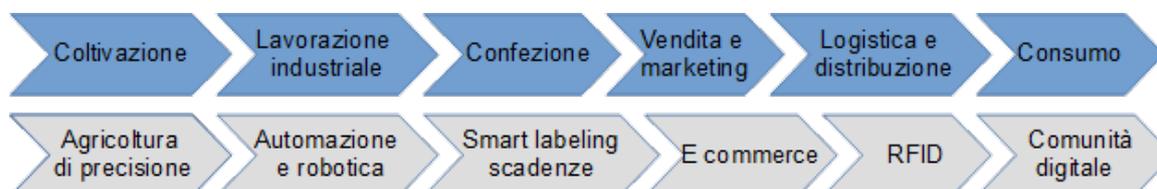


Figura 7 - Impatto delle tecnologie ICT sulla filiera agroalimentare

Combinando tecnologie come machine learning, l'Internet of Things e la blockchain è possibile creare un sistema di gestione dell'acqua decentralizzato con gestione efficiente e riciclaggio dell'acqua. Mediante l'intelligenza artificiale è possibile, inoltre, ottimizzare l'utilizzo e il flusso dell'acqua nei canali idrici fornendo incentivi per il risparmio di acqua [41].

L'agricoltura intelligente permette di monitorare lo stato dei campi, del bestiame, compiere colture in modo ottimale, aumentando l'efficienza nell'utilizzo delle risorse, limitando il consumo eccessivo fertilizzanti e pesticidi che spesso hanno un elevato impatto negativo sull'ecosistema ambientale. Il digitale interessa anche innovativi come idroponica ed acquaponica, dove la coltivazione e la produzione sono innervate dalle nuove tecnologie, dai sensori, alle applicazioni per il monitoraggio e controllo, all'internet delle cose (IoT) in modo da far crescere le piante in un contesto controllato e protetto, riducendo le variazioni e i rischi, con un controllo di tutto il processo, delle temperature, delle illuminazioni, dei nutrienti [42].

#### I.4.1 Brevetti riguardanti le innovazioni Green ICT

In ambito brevettuale si ci riferisce a brevetti relativi ad innovazioni denominate **CleanTech o Green ICT**.

L'ampio impatto e i potenziali benefici di tali brevetti sono sottolineati dalla diversità dei principali depositanti. Dalle aziende automobilistiche ai produttori di elettrodomestici ad aziende di prodotti di consumo personali, aziende in diversi settori dell'economia stanno investendo in innovazioni e brevettando nel settore Cleantech. I brevetti Cleantech coprono un'ampia gamma di settori e tecnologie che comprendono la generazione di elettricità e produzione di carburante, veicoli elettrici e reti intelligenti, automotive, prodotti elettronici, smart Home e IoT Green.

Come mostrato in Figura 8, l'Europa è la regione maggiormente specializzata e leader nelle tecnologie green ICT. L'ultimo rapporto EPO / UNEP [43] mostra che l'Europa è la regione leader mondiale per l'innovazione nell'area di tecnologie green ICT, infatti, un quinto delle invenzioni green tech a basse emissioni di carbonio in tutto il mondo provengono dall'Europa.

## A boom in green tech inventions

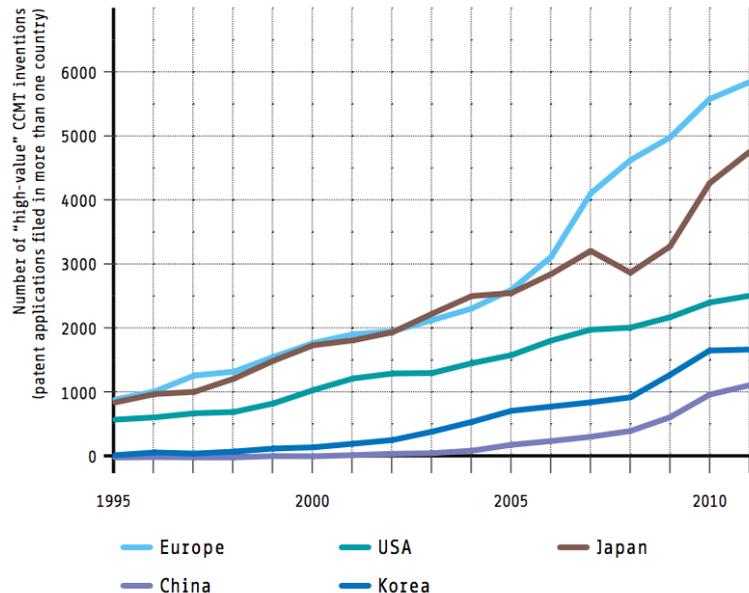


Figura 8 - Numero di brevetti Green ICT (Fonte: UNEP/EPO Report, 2015)

### 1.4.2 Classificazione brevetti Green ICT

Le ICT verdi, come detto, si trovano all'intersezione di due ampi domini: le tecnologie ambientali e le ICT. Non esiste una vera e propria classificazione brevettuale per quanto riguarda questa tipologia di innovazioni. Durante diversi studi di ricerca e analisi sono state create delle metodologie al fine di individuare queste tipologie di innovazioni. Di seguito vengono riportate tre metodologie trovate in letteratura.

La prima metodologia proposta è stata utilizzata in uno studio condotto all'Università di Parigi nel 2018 [44], per far luce sul ruolo delle opportunità tecnologiche per l'innovazione verde studiando il caso dell'innovazione Green ICT. La classificazione dei brevetti per domini tecnologici viene effettuata utilizzando l'International Patent Classification (IPC). L'identificazione delle tecnologie ICT, invece, segue l'elenco OCSE IPC per codici nel campo ICT (OCSE 2016). Sono, inoltre, utilizzati i codici IPC per identificare le tecnologie verdi che sono elencate nell'inventario dell'Organizzazione mondiale della proprietà intellettuale (WIPO Green Inventory).

Come mostrato in Figura 9, la metodologia esaminata definisce un'invenzione (brevetto) come un ICT verde, se il rispettivo brevetto ha almeno un codice IPC nell'area ICT e almeno un codice IPC nell'area delle tecnologie verdi.

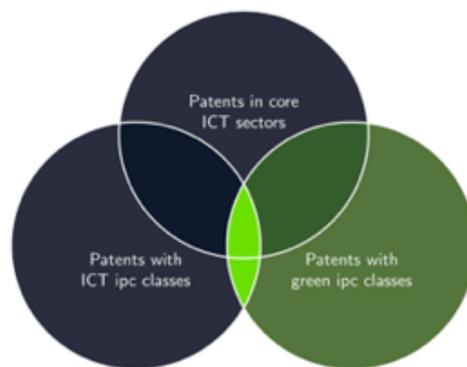


Figura 9 – Prima metodologia di estrazione brevetti Green ICT (Fonte: [44])

La seconda metodologia, simile alla prima, è stata realizzata in uno studio condotto dai ricercatori del CRIOS (Center for Research in Innovation, Organization and Strategy) e Institut Mines-Télécom/Télécom École de Management [45], basato su un'analisi empirica per indagare i modelli di attività innovativa nei domini tecnologici delle Green ICT. Nello specifico, la metodologia consiste nella selezione del set di brevetti da includere nel campo green ICT. A tal fine, l'analisi svolta si è basata su un set di dati di brevetti concessi dall'Ufficio europeo dei brevetti (EPO) nei settori delle ICT e delle tecnologie verdi. Per selezionare i brevetti ICT verdi, sono state considerate due fonti di informazione: l'elenco OCSE dei codici IPC nel campo ICT, che include sia le apparecchiature IT che le tecnologie di comunicazione, e l'elenco dei codici IPC realizzato dal WIPO nel campo verde.

Innanzitutto, sono estratti tutti i brevetti EPO che contengono almeno un codice IPC incluso nell'elenco ICT dell'OCSE e un codice IPC che appare nell'Inventario verde dell'OMPI. Dopo la formazione di un set di brevetti per le ICT verdi, la metodologia prevede due passaggi. Nella prima fase si identificano i principali domini tecnologici all'interno della Green ICT, nella seconda fase si analizzano le proprietà strutturali di questi domini tecnologici, in modo da rivelare modelli di attività innovativa in ciascuno di essi. L'analisi della rete di brevetti viene utilizzata per identificare i principali domini tecnologici nelle ICT verdi. Questo metodo consente di identificare le coppie di codici IPC che si verificano più frequentemente all'interno del set di brevetti. Per ogni possibile coppia di codici ICT-Green, viene contato il numero di volte che compaiono insieme su un documento di brevetto e vengono selezionate le coppie di classi più frequenti dell'1%.

Tuttavia, considerare solo i brevetti sotto questi codici IPC potrebbe portare a sottovalutare l'attività innovativa relativa alla Green ICT, poiché alcuni domini tecnologici che intersecano i due campi - tecnologie verdi e ICT - non sono rappresentati da queste classi. Pertanto, questa metodologia a differenza della prima, durante la formazione del set di dati iniziale, include sia i brevetti ICT verdi puri che i brevetti che contengono almeno un codice IPC dall'elenco ICT e uno dall'elenco dell'inventario verde.

In Figura 10, viene mostrata la metodologia di estrazione dei brevetti descritta.

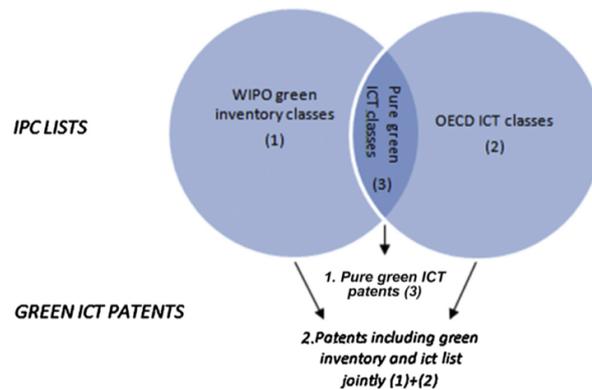


Figura 10 – Seconda metodologia estrazione brevetti Green ICT (Fonte [45])

Un terzo studio condotto nel 2019 da Correcher et al. [45] indaga se e come le aziende diversificate nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) innovano nelle tecnologie verdi e valuta il potenziale impatto di queste innovazioni sulla performance aziendale. In tale studio i dati utilizzati per l'analisi provengono dall'EPO Patstat (European Patent Office - EPO - Worldwide Patent Statistical Database). Questa terza metodologia, si basa su una selezione settoriale dei brevetti depositati da sole aziende ICT, in modo da escludere altri settori. Al fine di includere solo brevetti nel campo ICT, l'estrazione dei dati sui brevetti è stata eseguita selezionando aziende ICT proprietarie di brevetti sulla base del codice NACE Rev.2, appartenenti ai settori "ICT category", "ICT Manufacturing Industries", "ICT Trade Industries", "ICT Services Industries" in 15 paesi europei (Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Irlanda, Lussemburgo, Paesi Bassi, Portogallo, Spagna, Svezia, Regno Unito). Per ogni brevetto è stato raccolto il codice principale di classificazione internazionale dei brevetti (IPC). I brevetti verdi sono stati identificati sulla base del World Intellectual Property Organization (WIPO) IPC Green Inventory. I brevetti inclusi nel database Patstat sono stati confrontati sulla base del loro codice IPC, con l'elenco dei brevetti nell'inventario verde WIPO permettendo di valutare se il brevetto considerato fosse relativo ad una tecnologia rispettosa dell'ambiente. Nel lavoro di tesi effettuato, la prima metodologia sopra descritta sarà quella usata in fase di analisi empirica, classificando le innovazioni green ICT come quelle aventi almeno un codice appartenente alla classificazione digitale e almeno un codice appartenente alla classificazione verde.

## CAPITOLO II: ANALISI SPERIMENTALE E RISULTATI

### II.1 Metodologia usata e fonti dei dati

Il lavoro di ricerca proposto è basato sull'analisi dei brevetti riguardanti le innovazioni digitali e verdi. La ricerca brevettuale è stata condotta attraverso il database Orbit Intelligence, un software di business intelligence della proprietà intellettuale (IP) dedicato alla ricerca e all'analisi dei brevetti. Orbit Intelligence è un software fornito da Questel, azienda di servizi e software di proprietà intellettuale, che sviluppa prodotti SaaS e una piattaforma automatizzata di servizi di marca e deposito di brevetti, offrendo la gestione di brevetti e marchi dall'invenzione fino al deposito e al rinnovo. La piattaforma Orbit Intelligence fornisce l'accesso al più ampio database accurato di brevetti e letteratura scientifica [46].

Tutti i documenti brevettuali, presenti nel database Orbit, sono classificati in maniera sistematica mediante uno o più simboli alfanumerici che indicano l'appartenenza ad un determinato settore tecnologico. Queste classificazioni forniscono uno strumento di ricerca di accesso ai documenti brevettuali.

La prima fase di analisi sperimentale riguarda la ricerca brevettuale tramite codici di classificazione. In particolare, dopo aver analizzato, nella sezione precedente, le classificazioni presenti in letteratura, attraverso il database Orbit viene effettuato un lavoro di raccolta di brevetti appartenenti a differenti classificazioni e categorie. Poiché un brevetto per invenzione industriale ha una validità pari a 20 anni, ad eccezione dei brevetti per modello di utilità che presentano una durata ridotta di 10 anni, durante l'analisi sono stati considerati i brevetti registrati e pubblicati negli ultimi 20 anni, in quanto le invenzioni brevettate precedentemente a questo periodo non sono più protette e quindi possono essere sfruttate anche da altre imprese, oltre a quella che le ha inventate.

In particolare, nella ricerca avanzata condotta su Orbit Intelligence, sono stati settati i seguenti parametri:

- Stato del brevetto: Attivo / Valido
- Data di pubblicazione: dal 01-01-2000 al 24-12-2020
- Codici utilizzati: IPC, CPC.
- Regione (Stato) di provenienza del brevetto: copertura a livello mondiale (WO)

La famiglia di ricerca brevettuale utilizzata è stata la famiglia FamPat. Una famiglia FamPat raggruppa tutte le pubblicazioni per i brevetti di una singola invenzione e contiene informazioni dinamiche, ovvero, la loro composizione cambia quando vengono ricevute nuove informazioni, avendo così una lista di brevetti recente e continuamente aggiornata. Ogni brevetto è unico nel database FamPat, nessun numero di brevetto singolo può apparire in due distinte famiglie. Poiché le famiglie sono raggruppate per invenzioni singole, la ricerca brevettuale per famiglia FamPat genera risultati più precisi e completi, evitando duplicati all'inserimento dei codici di classificazione.

Inoltre, il database FamPat aggrega i record dei brevetti di molti uffici brevetti in tutto il mondo, avendo una copertura brevettuale ampia e completa [47].

Settati questi parametri, si procede ad analizzare i brevetti per singole classificazioni, inserendo nella ricerca avanzata i relativi codici delle varie classificazioni. Inizialmente sono state effettuate ricerche per i brevetti riguardanti innovazioni digitali e innovazioni verdi.

I brevetti raccolti sono stati esportati su Excel e le variabili di interesse esportate per ogni brevetto comprendono:

- il numero di pubblicazione
- le date di pubblicazione (publication date; earliest publication date; latest publication date)
- le date di priorità (priority date; earliest priority date; latest priority date)
- le date di applicazione (application date; earliest application date; latest application date)
- le date di concessione (grant date; earliest grant date; latest grant date)
- il titolo
- l'abstract
- il nome dell'inventore
- la nazione dell'inventore
- il paese assegnatario
- il codice di classificazione internazionale IPC
- il codice di classificazione cooperativa CPC
- il dominio tecnologico

In una seconda fase, dai brevetti raccolti per singole classificazioni per innovazioni digitali e verdi, si procede ad analizzare i singoli brevetti riguardanti le innovazioni digitali e vengono estratti solo i brevetti che presentano almeno un codice di classificazione verde. La stessa operazione viene effettuata per i brevetti riguardanti le innovazioni verdi dai quali vengono estratti solo quelli che presentano almeno un codice di classificazione digitale, in modo da ottenere i brevetti riguardanti le innovazioni green ICT. Questo lavoro di ricerca viene effettuato, sempre, mediante la ricerca avanzata messa a disposizione da Orbit Intelligence, andando ad “incrociare” i brevetti per innovazioni digitali trovati in precedenza con i codici di classificazione delle differenti classificazioni per innovazioni verdi utilizzate per l'analisi, che verranno enunciate nel paragrafo II.1.2. Trovato il numero complessivo di brevetti digitali, green e green ICT, si analizzano separatamente i vari dataset raccolti, riportando i vari pregi e difetti delle varie classificazioni, al fine di trovare i risultati più idonei della ricerca brevettuale condotta per trovare le innovazioni green ICT, creando così un dataset da poter caricare su Stata sotto forma di file (.dta) su cui poter effettuare nella seconda parte di ricerca diverse analisi statistiche.

## II.1.1 Ricerca brevettuale innovazioni digitali

La ricerca dei brevetti riguardanti innovazioni digitali (ICT) è stata effettuata mediante una ricerca avanzata nel database per codici di classificazione appartenenti alle diverse classificazioni ufficiali e per domini tecnologici in base alla categoria di appartenenza dei singoli codici. In particolare, sono state utilizzate la classificazione IPC ICT dell'OCSE, la classificazione Schmoch e la classificazione J –TAG.

Delle classificazioni analizzate e presenti in letteratura, non sono state considerate la classificazione ISI – OST – NPI e quella realizzata da Van Looy et Al.

La prima non è stata utilizzata, poiché la classificazione Schmoch è una sua evoluzione e comprende maggiori categorie, mentre la classificazione di Van Looy non è stata considerata perché considera le aziende appartenenti a settori basati sulla classificazione NACE Rev.2 [48] e potrebbero non essere inclusi tutti i codici relativi alle tecnologie ICT esistenti.

### Ricerca per classificazione IPC ICT OCSE

La ricerca per classificazione IPC ICT OCSE è stata realizzata analizzando i brevetti mediante i codici appartenenti a 4 gruppi ICT: telecomunicazioni, elettronica di consumo – computer – device per ufficio, e altre ICT. Per ognuna delle categorie elencate, sono state utilizzate le corrispondenti sotto classi di codici IPC e i relativi domini tecnologici, in modo da ottenere un numero completo di brevetti, senza trascurare alcuna innovazione appartenente alla classificazione analizzata.

Nella sezione A dell'Appendice, vengono riportati i codici della classificazione IPC ICT OCSE utilizzati durante la ricerca brevettuale.

Tabella 5 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE

IPC ICT OCSE		
Categoria	Numero Brevetti database Orbit	Numero Brevetti in Italia
Telecommunications	43.636	67
Computers, office, machinery	155.813	126
Other ICT	64.650	282
TOTALE	264.099	475

Da una prima analisi dei dati raccolti si può notare come il numero di brevetti trovato è abbastanza elevato, inoltre nella categoria relativa a brevetti riguardanti i computer, dispositivi per ufficio ed elettronica di consumo la quantità di brevetti è più del 50 % rispetto alle altre due categorie analizzate. Il numero di brevetti riportato, come citato in precedenza, ha una copertura a livello mondiale. In particolare, è stata analizzato il contesto Italiano, e si può notare come il totale dei brevetti trovati è pari allo 0.17 % rispetto al contesto mondiale.

## Ricerca per classificazione Schmoch

La ricerca brevettuale per classificazione Schmoch è stata effettuata tramite ricerca avanzata per codici appartenenti alle innovazioni digitali, ovvero del campo ICT, che in tale classificazione appartengono all'area dell'Ingegneria elettrica, suddivisa in 8 gruppi principali: ingegneria elettrica, tecnologia audiovisiva, telecomunicazioni, comunicazioni digitali, processi di comunicazione di base, tecnologia informatica, metodi IT per la gestione e semiconduttori.

Nella sezione B dell'Appendice, vengono riportati i codici IPC della classificazione Schmoch, utilizzati durante la ricerca brevettuale, relativi al campo delle innovazioni digitali.

Tabella 6 - Ricerca brevettuale per classificazione Schmoch

<b>SCHMOCH</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Electrical machinery, apparatus, energy</b>	33.578	74
<b>Audio-visual technology</b>	55.389	55
<b>Telecommunications</b>	26.792	46
<b>Digital communication</b>	22.834	42
<b>Basic communication processes</b>	35.435	92
<b>Computer technology</b>	82.028	87
<b>IT methods for management</b>	38.664	55
<b>Semiconductors</b>	43.594	58
<b>TOTALE</b>	<b>338.314</b>	<b>509</b>

Il numero totale di brevetti trovato è maggiore del 7.8 % rispetto alla classificazione precedente. Ciò è dovuto al fatto che tale classificazione analizza e comprende in maniera più dettagliata alcuni campi delle innovazioni tecnologiche come quello audiovisivo, della comunicazione digitale e dei metodi IT per la gestione, che la classificazione IPC ICT OCSE non tiene in considerazione. In termini di categoria, da una prima analisi, il settore computer technology è quello che presenta il maggior numero di brevetti (24.2 %), seguito dalla tecnologia audio-visiva (16.3 %). Anche per questa classificazione, è stato analizzato il contesto italiano che presenta un totale di 509 brevetti, pari allo 0.15 % dei brevetti depositati a livello mondiale.

## Ricerca per classificazione J – TAG

Nella ricerca per classificazione J – TAG i codici di classificazione IPC riguardano 13 categorie: rete ad alta velocità, comunicazione mobile, sicurezza, rete di sensori e dispositivi, elaborazione ad alta velocità, dispositivi con memoria di grande capacità ad alta velocità, analisi delle informazioni digitali, apprendimento digitale e processi cognitivi, human interface, imaging e tecnologia del suono, dispositivi di comunicazione delle informazioni, misure elettronica e altre tecnologie ICT.

Dalle categorie enunciate, si nota come tale classificazione comprende molti campi delle innovazioni digitali, per tale motivo la ricerca per classificazione J – TAG risulta essere una delle più complete.

Nella sezione C dell'Appendice, vengono riportati i codici IPC della classificazione J-TAG, utilizzati durante la ricerca brevettuale, relativi al campo delle innovazioni digitali.

Tabella 7 - Ricerca brevettuale per classificazione J-TAG

<b>J – TAG</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>High speed network</b>	50.457	79
<b>Mobile communication</b>	50.298	57
<b>Security</b>	17.633	18
<b>Sensor and device network</b>	63.707	109
<b>High speed computing</b>	80.251	73
<b>Large-capacity and high speed storage</b>	87.310	305
<b>Large-capacity information analysis</b>	103.216	198
<b>Cognition and meaning understanding</b>	42.890	12
<b>Human interface</b>	43.577	53
<b>Imaging and sound technology</b>	46.677	58
<b>Information communication device</b>	32.248	53
<b>Electronic measurement</b>	29.850	54
<b>Others</b>	103.102	43
<b>TOTALE</b>	<b>751.216</b>	<b>1112</b>

Essendo una delle ricerche più complete, il numero di brevetti trovato è abbastanza elevato, in particolare risulta essere di +35 % rispetto al numero di brevetti individuati con la classificazione IPC ICT OCSE e di +45 % rispetto alla classificazione Schmoch. Le categorie con maggiori brevetti sono quelle relative alle analisi delle informazioni di grandi capacità, nei quali rientrano i Big Data (13.7 %), dispositivi computazionali ad alta elaborazione di velocità (10.7 %), con memoria a grande capacità (11.6 %) e riguardanti sensoristica e device network, nei quali rientrano anche l'IoT (8.5 %). Per quanto riguarda il contesto italiano, il numero di brevetti risulta essere maggiore, circa il +50 %, rispetto alle due classificazioni analizzate in precedenza.

Tuttavia rispetto al contesto mondiale, il numero di brevetti risulta essere abbastanza piccolo, infatti è pari allo 0.15 % rispetto alla totalità di brevetti.

## II.1.2 Ricerca brevettuale innovazioni verdi

La ricerca dei brevetti riguardanti innovazioni verdi è stata effettuata mediante una ricerca avanzata nel database per codici di classificazione appartenenti alle diverse classificazioni ufficiali. In particolare, sono state utilizzate la classificazione WIPO Green Inventory, la classificazione OCSE ENV – TECH e la classificazione Y-TAG dell'EPO. Delle classificazioni analizzate e presenti in letteratura, non sono state considerate la classificazione realizzata dal Fraunhofer ISI e quella realizzata da Amore & Bennedsen, poiché relative a studi di ricerca specifici, e sono meno dettagliate a livello di copertura delle tecnologie e categorie delle innovazioni green.

### Ricerca per classificazione IPC WIPO Green Inventory

La ricerca è stata condotta mediante ricerca avanzata sul database Orbit per codici di classificazione appartenenti all'inventario verde redatto dal WIPO, comprendente 7 categorie (produzione di energia alternativa, trasporto, conservazione dell'energia, gestione dei rifiuti, agricoltura, aspetti amministrativi, regolatori e di design e generazione di energia nucleare) ognuna delle quali caratterizzata da diversi codici di sottoclasse IPC. Inoltre, per tale classificazione è stato utilizzato il filtro “environmental technology” presente su Orbit in modo da avere una migliore precisione sui risultati ottenuti in termini di tecnologie legate al verde.

Nella sezione D dell'Appendice, vengono riportati i codici IPC della classificazione WIPO Green Inventory, utilizzati durante la ricerca brevettuale, relativi al campo delle innovazioni digitali.

*Tabella 8 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC WIPO Green Inventory*

<b>IPC WIPO GREEN INVENTORY</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Alternative Energy Production</b>	18.071	81
<b>Transportation</b>	11.782	46
<b>Energy Conservation</b>	4.130	15
<b>Waste Management</b>	94.737	332
<b>Agriculture / Forestry</b>	4.984	21
<b>Administrative, Regulatory or Design Aspects</b>	4.173	20
<b>Nuclear Power Generation</b>	1.779	15
<b>TOTALE</b>	<b>139.656</b>	<b>530</b>

Il numero di brevetti trovato è elevato, la categoria che presenta il maggior numero di brevetti risulta essere quella riguardante la gestione dei rifiuti (67.8 %), seguita dalle tecnologie relative alla produzione di energia elettrica (12.9 %). Si evince, dunque, un divario abbastanza elevato tra le tecnologie riguardanti la gestione dei rifiuti e le altre tecnologie delle altre categorie. Anche per le innovazioni verdi è stata condotta una ricerca, più dettagliata, per il contesto italiano. Anche in questo caso il maggior numero di brevetti riguarda le tecnologie di gestione dei rifiuti (325 brevetti), seguite da quelle inerenti la produzione di energia alternativa, rispecchiando l'andamento a livello globale, seppur con numeri abbastanza inferiori, infatti i brevetti depositati da inventori italiani riguardano solo lo 0.37 % della totalità dei brevetti trovati nel database Orbit.

### Ricerca per classificazione Y – TAG EPO

La ricerca per classificazione Y – TAG è stata effettuata mediante ricerca avanzata su Orbit, utilizzando i codici di classificazione relativi alle tecnologie di cambiamento climatico (CCMT), che comprendono innovazioni relative al settore edilizio, di cattura e stoccaggio dei gas serra, distribuzione e produzione di energia, produzione di beni, trasporti, gestione dei rifiuti e acque reflue e reti intelligenti.

*Tabella 9 - Ricerca brevettuale per classificazione Y-TAG EPO*

<b>Y – TAG EPO</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Y02B CCMTS in building</b>	17.670	372
<b>Y02C Greenhouses gas capture and storage</b>	3.947	16
<b>Y02E CCMTs in energy generation, transmission and distribution</b>	14.218	32
<b>Y02P CCMTs in the production or processing of goods</b>	1.482	5
<b>Y02T CCMTs in transportation</b>	4.179	21
<b>Y02W CCMTs related to wastewater treatment and waste management</b>	630	10
<b>Y04S Smart grids</b>	1.744	4
<b>TOTALE</b>	<b>43.870</b>	<b>460</b>

Il numero di brevetti trovato, è inferiore rispetto alla classificazione WIPO Green, circa il 29 % in meno, poiché non vengono prese in considerazione alcune classi di brevetto relative alla gestione e monitoraggio ambientale, e viene posta l'attenzione principalmente sulle tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico. Dai brevetti raccolti, si nota come le innovazioni maggiormente presenti risultano essere quelle relative al settore edilizio, inteso come edifici e singole abitazioni (43.8 %), seguite dalle innovazioni inerenti la produzione, distribuzione di energia (26.6 %). Per quanto riguarda il contesto italiano, anche con questa classificazione il numero di brevetti è minimo rispetto al contesto globale, infatti, rappresentano solo lo 1.05 % dei brevetti, mostrando tuttavia una percentuale più alta rispetto alla classificazione WIPO Green.

### Ricerca per classificazione OCSE ENV - TECH

La ricerca comprende sia i codici relativi alle tecnologie di cambiamento climatico, visti precedentemente, sia i codici di classificazione relativi alla gestione e monitoraggio ambientale

*Tabella 10 - Ricerca brevettuale per classificazione OCSE ENV-TECH*

<b>OCSE ENV – TECH</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Environmental Management</b>		
Air Pollution Abatement	27.122	58
Water pollution abatement	49.647	72
Waste management	66.843	259
Soil remediation	14.980	40
Environmental Monitoring	2.787	5
<b>Water related adaptation technologies</b>	49.094	152
<b>CCMTs related to energy generation, transmission of distribution (Y02E)</b>	14.218	32
<b>Capture, storage, sequestration or disposal of greenhouse gases (Y02C)</b>	3.947	16
<b>CCMTs related to transportation (Y02T)</b>	4.179	21
<b>CCMTs related to buildings (Y02B)</b>	17.670	372
<b>CCMTs related to wastewater treatment or waste management (Y02W)</b>	630	10
<b>CCMTs in the production or processing of goods (Y02P)</b>	1.482	5
<b>TOTALE</b>	<b>252.599</b>	<b>1042</b>

Dalla ricerca avanzata effettuata, il numero di brevetti ottenuto è risultato abbastanza elevato, sia rispetto alla prima classificazione e sia alla classificazione precedente. Ciò è dovuto all'inclusione dei codici IPC relativi all' "environmental management" e "water related adaptation technologies", che rappresentano l'83.4 % dei brevetti individuati. In questo caso, le innovazioni verdi nel contesto italiano risultano essere lo 0.4 % rispetto alla totalità dei brevetti.

### **Ricerca per classificazione OCSE ENV – TECH + SMART GRIDS (Y04S)**

Analizzando nel dettaglio la classificazione ENV – TECH creata dall'OCSE, si nota che è una classificazione che estende la classificazione Y – TAG creata dall'EPO, aggiungendo brevetti riguardanti la categoria "Environmental Management" e "Water related adaptation technologies", ma escludendo le tecnologie di mitigazione del cambiamento climatico relative alle "Smart grids" (Y04S) relative alle reti intelligenti, in particolare ai sistemi che integrano tecnologie connesse al funzionamento della rete elettrica, comunicazione o tecnologie informatiche per migliorare la generazione, distribuzione, gestione o l'utilizzo di energia elettrica [49].

Da questa analisi, per avere una classificazione più completa che comprendesse anche le innovazioni verdi relative alle reti intelligenti, si è creata una nuova classificazione denominata "OCSE ENV – TECH + Smart Grids (Y04S)" che estenda la classificazione ENV – TECH comprendendo anche lo schema di classificazione Y04S.

Attraverso questa metodologia, la ricerca effettuata risulta essere la più completa possibile in ambito innovazioni verdi, come mostrato nella seguente tabella.

*Tabella 11- Ricerca brevettuale per classificazione OCSE ENV-TECH + Smart Grids*

<b>OCSE ENV – TECH + Smart Grids (Y04S)</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Environmental Management</b>	161.379	434
<b>Water related adaptation technologies</b>	49.094	152
<b>CCMTs: Y02E, Y02C, Y02B, Y02T, Y02W, Y02P</b>	42.126	456
<b>CCMTs related to Smart Grids (Y04S)</b>	1.744	4
<b>TOTALE</b>	<b>254.343</b>	<b>1046</b>

### II.1.3 Ricerca brevettuale innovazioni Green ICT

Dopo aver effettuato la ricerca brevettuale per le innovazioni verdi e digitali, l'attenzione si è concentrata sulle innovazioni Green ICT, ovvero le innovazioni digitali con componente green. I brevetti Green ICT sono individuati, attraverso una ricerca brevettuale con classificazione delle innovazioni verdi e digitali. In particolare, dalla lista di brevetti relativi alle innovazioni digitali, raccolti nella prima fase del lavoro di ricerca, sono stati estratti tutti quei brevetti con almeno un codice di classificazione IPC o CPC appartenente ad una delle classificazioni dei brevetti verdi. La metodologia appena enunciata è stata effettuata anche per le innovazioni ottenute utilizzando solamente codici di classificazione verdi. In particolare, dalla lista di brevetti verdi sono stati estratti tutti quei brevetti con almeno un codice di classificazione IPC o CPC appartenente ad una delle classificazioni digitali. Con questa metodologia, tutti i brevetti estratti presentano almeno un codice di classificazione relativo alle innovazioni digitali e almeno un codice relativo alle innovazioni verdi, potendo così definire il brevetto come innovazione Green ICT. La scelta di iniziare ad individuare questo tipo di innovazioni a partire dal dataset realizzato tramite classificazione digitale è stata arbitraria, scegliendo durante l'analisi di iniziare dalle innovazioni che erano maggiori in numero quantitativo e poiché generalmente, come spiegato in letteratura e riportato nella prima parte del lavoro di tesi, sono le innovazioni digitali che più si adattano alla componente verde e non il viceversa. I risultati ottenuti sarebbero stati i medesimi iniziando ad individuare i brevetti dal dataset realizzato tramite classificazione verde. È importante segnalare che l'insieme di brevetti appartenenti alle innovazioni green ICT derivanti dal dataset con classificazione digitale è risultato essere differente dall'insieme di brevetti appartenenti alle innovazioni green ICT derivanti dal dataset con classificazione verde.

Di seguito vengono mostrati i risultati ottenuti durante l'analisi effettuata.

#### **Brevetti ICT con classificazione IPC ICT che presentano almeno un codice appartenente ad una delle classificazioni verdi individuate.**

*Tabella 12 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x WIPO Green*

<b>IPC ICT OCSE X WIPO GREEN</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Telecommunications AND Computers, office, machinery</b>	62.995	98
<b>Other ICT</b>	12.983	48
<b>TOTALE</b>	<b>75.978</b>	<b>146</b>

Tabella 13 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x Y-TAG EPO

<b>IPC ICT OCSE X Y-TAG EPO</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Telecommunications AND Computers, office, machinery</b>	1.473	2
<b>Other ICT</b>	5.193	13
<b>TOTALE</b>	<b>6.666</b>	<b>15</b>

Tabella 14 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x ENV-TECH OSE

<b>IPC ICT OCSE X ENV – TECH OCSE</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Telecommunications AND Computers, office, machinery</b>	2.040	5
<b>Other ICT</b>	9.691	30
<b>TOTALE</b>	<b>11.731</b>	<b>35</b>

Tabella 15 - Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x ENV-TECH OCSE + Smart Grids

<b>IPC ICT OCSE X ENV – TECH OCSE + SMART GRIDS (Y04S)</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Telecommunications AND Computers, office, machinery</b>	2.208	13
<b>Other ICT</b>	10.262	31
<b>TOTALE</b>	<b>12.470</b>	<b>44</b>

Dai risultati ottenuti si può notare come il numero di brevetti che presentano almeno un codice della classificazione IPC ICT OCSE e almeno un codice della classificazione WIPO Green Inventory risultano essere molto più elevati rispetto alle innovazioni digitali con almeno un codice di classificazione appartenente alla classificazione Y – TAG EPO ed ENV – TECH OCSE + Smart Grids. Tuttavia, il principale svantaggio della classificazione WIPO Green Inventory associa direttamente i codici IPC a categorie di tecnologie rispettose dell'ambiente, e spesso le aree tecnologiche indicate dall'inventario non sono sufficientemente specifiche per essere considerate come brevetti verdi, aumentando la probabilità di includere documenti brevettuali che pur avendo codici appartenenti al WIPO Green Inventory, effettivamente non sono tecnologie verdi.

**Brevetti ICT con classificazione Schmoch che presentano almeno un codice appartenente ad una delle classificazioni verdi individuate.**

*Tabella 16 - Ricerca brevettuale per classificazione Schmoch x IPC WIPO Green*

<b>SCHMOCH X IPC WIPO GREEN</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>Electrical machinery, apparatus, energy</b>	7.364	74
<b>Audio-visual technology</b>	11.748	55
<b>Telecommunications</b>	7.924	46
<b>Digital communication</b>	6.272	42
<b>Basic communication processes</b>	3.037	92
<b>Computer Technology</b>	82.028	87
<b>IT methods for management</b>	38.664	55
<b>Semiconductors</b>	5.228	58
<b>TOTALE</b>	<b>162.265</b>	<b>509</b>

Tabella 17 - Ricerca brevettuale classificazione Schmoch x Y-TAG EPO; Schmoch x ENV-TECH OCSE; Schmoch x ENV-TECH OCSE + Smart Grids

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>SCHMOCH X Y – TAG EPO</b>	14.076	44
<b>SCHMOCH X ENV-TECH OCSE</b>	20.160	73
<b>SCHMOCH X ENV-TECH OCSE + SMART GRIDS (Y04S)</b>	21.117	133

Un lavoro analogo alla prima ricerca brevettuale Green ICT, è stato svolto considerando la classificazione Schmoch, individuando brevetti con almeno un codice di classificazione Schmoch e almeno un codice di classificazione appartenente ad una delle classificazioni verdi analizzate. Anche in questo caso, il numero di brevetti che presentano almeno un codice Schmoch e almeno un codice WIPO Green è risultato di gran lunga superiore rispetto al numero di brevetti raccolti con le altre ricerche brevettuali effettuate, tuttavia come per il caso precedente, la classificazione WIPO Green, però, potrebbe includere codici IPC denominati verdi, ma che in realtà non riguardano tecnologie puramente verdi.

**Brevetti ICT con classificazione J – TAG che presentano almeno un codice appartenente ad una delle classificazioni verdi individuate.**

Tabella 18 - Ricerca brevettuale per classificazione J-TAG x IPC WIPO Green

<b>J – TAG X IPC WIPO GREEN</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>High speed network</b>	4.612	70
<b>Mobile communication</b>	7.551	14
<b>Security</b>	2.222	1
<b>Sensor and device network</b>	12.537	16
<b>High speed computing</b>	8.803	5
<b>Large-capacity and high speed storage</b>	4.716	17
<b>Large-capacity information analysis</b>	19.727	34

<b>Cognition and meaning undestanding</b>	2.630	2
<b>Human interface</b>	9.608	8
<b>Imaging and sound technology</b>	3.456	3
<b>Information communication device</b>	2.321	6
<b>Electronic measurement</b>	7.844	18
<b>Others</b>	8.497	10
TOTALE	94.524	204

Tabella 19 - Ricerca brevettuale per classificazione J-TAG x Y-TAG EPO; J-TAG x ENV-TECH OCSE; J-TAG x ENV-TECH OCSE + Smart Grids

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti in Italia</b>
<b>J-TAG X Y-TAG EPO</b>	4.615	4
<b>J-TAG X ENV-TECH OCSE</b>	6.241	9
<b>J-TAG X ENV-TECH OCSE + SMART GRIDS (Y04S)</b>	6.651	9

Dopo aver analizzato i brevetti con classificazione IPC ICT OCSE e Schmoch, sono stati analizzati i brevetti individuati tramite J – TAG incrociati con le differenti classificazioni per innovazioni verdi, al fine di trovare brevetti digitali con componente verde. Anche in questo caso l'intreccio tra J – TAG e WIPO Green ha dato risultati maggiori in termini di numero di brevetti, ma per i motivi già citati sarebbe preferibile non considerare la classificazione WIPO Green.

#### II.1.4 Panoramica generale ricerca brevettuale

Tabella 20 - Panoramica generale ricerche brevettuali per differenti classificazioni verdi e digitali

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti Verdi database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti Digitali database Orbit</b>
<b>IPC WIPO GREEN INVENTORY</b>	139.656	
<b>Y – TAG EPO</b>	43.870	
<b>OCSE ENV – TECH</b>	25.2599	

<b>OCSE ENV – TECH + SMART GRIDS</b>	25.4343	
<b>IPC ICT OCSE</b>		264.099
<b>SCHMOCH</b>		338.314
<b>J - TAG</b>		751.216

La tabella 21, riportata di seguito, mostra il numero di brevetti green ICT, ovvero tutti i tutti i brevetti individuati tramite classificazione di brevetti in innovazioni digitali che comprendono almeno un codice “verde”.

*Tabella 21- Panoramica generale brevetti green ICT per differenti classificazioni*

<b>Classificazione Digitale / Classificazione Verde</b>	<b>IPC ICT OCSE</b>	<b>SCHMOCH</b>	<b>J - TAG</b>
<b>WIPO GREEN</b>	75.978	162.265	94.524
<b>Y-TAG EPO</b>	6.666	14.076	4.615
<b>ENV – TECH OCSE</b>	11.731	20.160	6.241
<b>ENV – TECH OCSE + SMART GRIDS (Y04S)</b>	12.470	21.117	6.651

Le tabelle mostrano una panoramica generale dei risultati ottenuti, durante la raccolta di dati brevettuali sul database Orbit, in ambito di singoli brevetti riguardanti le innovazioni digitali, verdi e green ICT, sia a livello di copertura globale che italiano. Analizzando le singole classificazioni verdi, in termini di precisione, la classificazione OCSE ENV – TECH + Smart Grids (Y04S) risulta essere la più completa. Con questo schema di classificazione vengono incluse molte delle tecnologie innovative relative alle innovazioni verdi e vengono esclusi alcuni brevetti, inclusi dalla classificazione WIPO Green, che però non fanno parte delle tecnologie verdi.

Analizzando, invece, le singole classificazioni digitali, la classificazione IPC ICT OCSE dovrebbe essere esclusa poiché relativa alle definizioni di settore e prodotti ICT del 2006 e sprovvista di codici di classificazione relative alle recenti tecnologie come i Big Data e, soprattutto, tutto ciò che riguarda l’IoT. La classificazione Schmoch, risulta essere un’ottima classificazione per individuare le innovazioni digitali, riferita principalmente al campo ICT dell’ingegneria elettrica. Tuttavia la classificazione J – TAG (2017), risulta essere la classificazione migliore in termini di precisione di precisione e copertura delle innovazioni tecnologiche (IoT, Big Data, human interface). Per questi motivi, per la realizzazione del dataset su Stata, contenente brevetti con innovazioni green ICT, i risultati migliori risultano essere quelli ricerca brevettuale

Schmoch x ENV – TECH + Smart Grids (Y042S) e J – TAG x ENV – TECH + Smart Grids (Y04S).

Le tabelle 22 e 23 forniscono una panoramica generale sulla situazione italiana.

*Tabella 22 - Panoramica generale ricerche brevettuali in Italia per differenti classificazioni verdi e digitali*

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti Verdi in Italia database Orbit</b>	<b>Numero Brevetti Digitali in Italia database Orbit</b>
<b>IPC WIPO GREEN INVENTORY</b>	530	
<b>Y – TAG EPO</b>	460	
<b>OCSE ENV – TECH</b>	1.042	
<b>OCSE ENV – TECH + SMART GRIDS</b>	1.046	
<b>IPC ICT OCSE</b>		475
<b>SCHMOCH</b>		509
<b>J - TAG</b>		1.112

Dalla raccolta di dati brevettuali, si nota come i brevetti riguardanti le innovazioni green ICT, presenti sul database Orbit e depositate da inventori italiani risultano essere un numero abbastanza minimo, a dimostrazione che in Italia il percorso di passaggio ad una tecnologia verde e digitale è in una fase iniziale, in crescita, ma ancora minima rispetto ad altri paesi.

*Tabella 23 - Panoramica generale brevetti green ICT in Italia per differenti classificazioni*

<b>Classificazione Digitale / Classificazione Verde in Italia</b>	<b>IPC ICT OCSE</b>	<b>SCHMOCH</b>	<b>J - TAG</b>
<b>WIPO GREEN</b>	146	509	204
<b>Y-TAG EPO</b>	15	44	4
<b>ENV – TECH OCSE</b>	35	73	9
<b>ENV – TECH OCSE + SMART GRIDS (Y04S)</b>	44	133	9

## II.2 Struttura dataset

Il lavoro di analisi è stato effettuato considerando per le innovazioni digitali la classificazione IPC ICT OCSE e Schmoch, mentre per le innovazioni verdi la classificazione WIPO Green e Y-TAG. I brevetti raccolti per ciascuna di queste, sono stati esportati su Excel ed importati in formato dta su Stata. Sono stati importati, inoltre, i brevetti riguardanti le innovazioni Green ICT risultanti dall'incrocio delle classificazioni verdi e digitali considerate.

In una prima fase, dunque, i dataset sono risultati essere 8:

- Dataset classificazione IPC ICT OCSE (263.899 brevetti)
- Dataset classificazione Schmoch (338.314 brevetti)
- Dataset classificazione WIPO Green (139.656 brevetti)
- Dataset classificazione Y-TAG (43.870 brevetti)
- Dataset IPC ICT x WIPO Green (76.978 brevetti)
- Dataset IPC ICT x Y-TAG (6.666 brevetti)
- Dataset Schmoch x WIPO Green (162.265 brevetti)
- Dataset Schmoch x Y-TAG (14.076 brevetti)

I dataset IPC ICT x WIPO Green, IPC ICT x Y-TAG, Schmoch x WIPO Green e Schmoch x Y-TAG sono stati, successivamente, uniti tramite la funzione “append” di Stata in un unico dataset relativo alle innovazioni Green ICT.

Al fine di compattare ulteriormente il dataset ed evitare possibili brevetti duplicati, dalle singole classificazioni digitali si sono estratti i brevetti relativi alle sole innovazioni digitali, non contenenti codici di classificazioni relativi al campo verde. In particolare dalla classificazione IPC ICT OCSE sono stati rimossi i brevetti aventi un codice di classificazione relativo alla classificazione verde WIPO e Y-TAG. La medesima operazione è stata effettuata per la classificazione Schmoch.

Nella seguente tabella, viene mostrato il numero di brevetti relativo alle sole classificazioni digitali.

*Tabella 24- Numero brevetti puramente digitali per differente classificazione*

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti</b>
Brevetti solo digitali IPC ICT OCSE	239.864
Brevetti solo digitali Schmoch	175.272

Dai risultati ottenuti, si nota come il numero di brevetti puramente digitali provenienti dalla classificazione IPC ICT OCSE sia maggiore rispetto a quelli provenienti dalla classificazione Schmoch, nonostante il fatto che in partenza il numero di brevetti individuati da quest'ultima classificazione era superiore rispetto a quelli individuati con la IPC ICT. Ciò è dovuto, in particolar modo, alla presenza di molti brevetti digitali (141133) che nella classificazione originaria di partenza comprendevano anche il codice “G06Q” IPC per innovazioni verdi, riguardante innovazioni relative al data management, attività finanziarie, commerciali, produttive e previsionali.

Per compattare ulteriormente il dataset relativo alle innovazioni verdi, dalle singole classificazioni WIPO Green e Y-TAG sono stati rimossi i brevetti aventi almeno un codice di classificazione appartenente alla classificazione per innovazioni digitali IPC ICT OCSE o Schmoch. Nella seguente tabella, viene mostrato il numero di brevetti relativo alle sole innovazioni verdi.

*Tabella 25 - Numero brevetti puramente verdi per differente classificazione*

<b>Classificazione</b>	<b>Numero Brevetti</b>
Brevetti solo verdi WIPO Green	129.031
Brevetti solo verdi Y-TAG	27.495

Dai risultati, si evince che la percentuale di brevetti puramente verdi sia per la classificazione WIPO Green che Y-TAG risulta essere di circa il 90 % rispetto ai rispettivi dataset di partenza. Questi numeri elevati di innovazioni verdi pure, come detto in precedenza, sono motivate dal fatto che è più facile che una innovazione classificata come digitale abbia al suo interno una componente verde, piuttosto che il viceversa.

Raccolti i brevetti “Green non digital” e “Digital non green” i rispettivi dataset sono stati compattati in un due differenti dataset, uno relativo alle innovazioni verdi (compattando i dati relativi ai brevetti raccolti con WIPO Green e Y-TAG) e uno alle innovazioni digitali (compattando i dati relativi ai brevetti raccolti con IPC ICT OCSE e Schmoch).

Effettuate queste operazioni i dataset sono risultati essere 3:

- Dataset relativo alle innovazioni pure digitali
- Dataset relativo alle innovazioni pure verdi
- Dataset relativo alle innovazioni Green ICT

La tabella seguente, mostra il numero di brevetti appartenenti a ciascuno dei 3 dataset individuati.

*Tabella 26 - Numero brevetti per differente tipologia di Dataset*

<b>Tipologia Dataset</b>	<b>Numero Brevetti</b>
Brevetti innovazioni puramente digitali	415.136
Brevetti innovazioni puramente verdi	156.526

Brevetti innovazioni Green ICT	259.985
Dataset finale completo *	831.647

\* Il dataset finale completo comprende i 3 dataset individuati, in modo da avere una mappatura completa dei brevetti.

Il dataset finale comprende 831647 brevetti, di questi il 49.9 % è relativo alle innovazioni puramente digitali, mentre il 18.8 % è relativo alle innovazioni puramente verdi. Le innovazioni Green ICT, invece, sono pari al restante 31.3 %.

Si nota come il numero di innovazioni puramente digitali è abbastanza elevato, inoltre il numero di innovazioni Green ICT è maggiore di quello relativo alle innovazioni puramente verdi, nella maggioranza dei casi, infatti, le innovazioni digitali con componente green sono maggiori rispetto a quelle verdi con componente digitale. Questo accade, perché sempre più spesso le nuove tecnologie digitali, soprattutto negli ultimi anni, hanno un orientamento verso la sostenibilità ambientale e quindi si cerca di realizzare nuove tecnologie digitali rispettando il più possibile l'ambiente circostante.

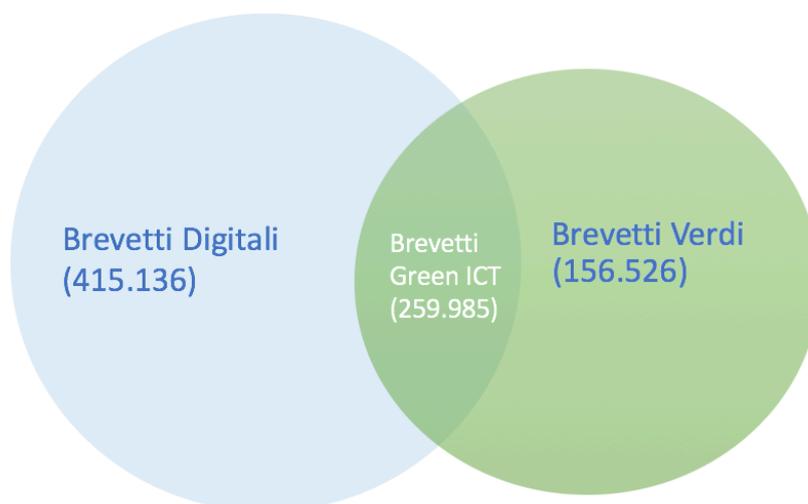


Figura 11 - Diagramma di Venn tipologia di brevetti

Ciascun dataset contiene 22 variabili: numero di pubblicazione; codice di pubblicazione; date di pubblicazione; prima data di pubblicazione; ultima data di pubblicazione; titolo; abstract; inventore; codici di classificazione IPC; codici di classificazione IPC; nazione dell'inventore; settore tecnologico; date di priorità (relative alle date in cui la domanda per invenzione è stata depositata per la prima volta); prima data di priorità; ultima data di priorità; date di concessione; prima data di concessione;

ultima data di concessione; paese assegnatario; indirizzo dell'assegnatario; date di applicazione; classificazione.

L'ultima variabile denominata "classificazione" è una variabile aggiunta a ciascun dataset, inserita sotto forma di "tag" in modo da identificare la tipologia di brevetto (verde, digitale, green ICT) e la relativa provenienza (da quale classificazione verde o digitale) originaria di partenza da cui è stato individuato il brevetto.

Inserendo questa variabile è possibile dunque tenere uno storico sui brevetti raccolti e poterli distinguere facilmente, soprattutto nel dataset finale.

## II.3 Statistiche descrittive dataset e analisi statistiche

In questo paragrafo, prima di procedere alle analisi statistiche riguardanti il dataset completo, al fine di avere una visione più completa e dettagliata dei dati che popolano il dataset, vengono analizzate delle statistiche descrittive relative sia ai 3 dataset separati, prima descritti, sia al dataset completo. Tali statistiche sono state effettuate mediante il software Orbit Intelligence e Stata.

### II.3.1 Share brevetti Green ICT

Dopo la creazione del dataset, la prima attività di analisi di ricerca si è concentrata sulle innovazioni Green ICT. In particolare si è analizzato il trend annuo, per gli anni 2000 – 2010 e 2010 – 2020, del numero di brevetti pubblicati, in modo da vedere se la quota dei brevetti Green ICT costituisca uno share consistente dei brevetti green o dei brevetti digital. In particolare, per i due periodi temporali analizzati, dai dataset non puri sono stati estratti i brevetti digitali e verdi appartenenti alla categoria green ICT. Sono stati raccolti in termini percentuali i brevetti identificati da Orbit come appartenenti al dataset digitale ma aventi anche una componente verde ed i brevetti identificati da Orbit come appartenenti al dataset verde ma in realtà aventi anche una componente digitale.

#### *II.3.1.1 Share brevetti green ICT anni 2000 - 2010*

Per gli anni 2000 – 2010, si nota come la percentuale di brevetti digitali classificati su Orbit come digitali, ma in realtà appartenenti a Green ICT sia di gran lunga superiore a quella verde. In media, negli anni analizzati, i brevetti classificati come digitali costituiscono per il 70.4 % la quota dei brevetti green ICT, mentre quelli classificati come verdi rappresentano, in media, soltanto il 6 %. Un dato di particolare importanza, sia per la quota di brevetti digitali che verdi si ha dal 2000 al 2005. Infatti, tra questi 2 anni la quota relativa ad entrambe le categorie di innovazioni ha subito una improvvisa impennata, nel 2000 la quota di brevetti digitali era pari a 316 per quelli digitali e 15 per quelli verdi, mentre nel 2005 la quota è passata a 9488 e 1007. Lo sviluppo delle tecnologie ICT e informatiche, con il boom nei primi anni 2000 avrà sicuramente favorito le attività di innovazione e brevettazione. Tuttavia già dai primi anni 2000 la quota di brevetti digitali è risultata essere predominante rispetto a quella verde.

Tabella 27 - Quota di brevetti digitali e verdi appartenenti all'intreccio Green ICT per il periodo 2000 - 2010

<b>Dataset</b>	<b>2000</b>	<b>Share</b>	<b>2005</b>	<b>Share</b>	<b>2009</b>	<b>Share</b>	<b>2010</b>	<b>Share</b>
Brevetti Digitali appartenenti a Green ICT	316	75 %	9.488	65.3 %	21.036	70.4 %	23.280	70.8 %
Brevetti Verdi appartenenti a Green ICT	15	3.6 %	1.007	6.9 %	1.996	6.7 %	2.309	7 %

### II.3.1.2 Share brevetti green ICT anni 2010 – 2020

La stessa analisi è stata effettuata per il periodo 2010 – 2020, per vedere se il trend negli ultimi 10 anni fosse cambiato o meno. Dai risultati ottenuti, visibili in Tabella 25, si nota come il trend sia rimasto pressoché inalterato.

La quota di brevetti classificati come digitali appartenenti a green ICT negli ultimi 10 anni in media, è cresciuta di circa il 5 % rispetto al decennio precedente. La quota dei brevetti classificati come verdi risulta essere sempre inferiore, se comparata alla quota delle innovazioni digitali, tuttavia si è avuta una crescita, soprattutto tra il 2015 e il 2019, di circa il 2.5 % rispetto al decennio precedente.

Tabella 28 - Quota di brevetti digitali e verdi appartenenti all'intreccio Green ICT per il periodo 2010 – 2020

<b>Dataset</b>	<b>2010</b>	<b>Share</b>	<b>2015</b>	<b>Share</b>	<b>2019</b>	<b>Share</b>	<b>2020</b>	<b>Share</b>
Brevetti classificati su Orbit come Digitali appartenenti a Green ICT *	23.280	70.8 %	44.317	75.1 %	60.675	76.3 %	59.553	76.8 %
Brevetti classificati su Orbit come Verdi appartenenti a Green ICT	2.309	7 %	4.478	7.6 %	7.537	9.4 %	7.492	9.6 %

\*Con la denominazione “Brevetti classificati su Orbit come Digitali appartenenti a Green ICT” si intendono tutti quei brevetti raccolti sul database di Orbit Intelligence mediante l’utilizzo di codici esclusivamente appartenenti alla classificazione digitale,

ma in realtà aventi anche un codice di classificazione verde. La stessa denominazione, con logica inversa, è stata attuata alle innovazioni verdi.

Dai dati ottenuti, si nota che i brevetti digitali costituiscono in media il 74.75 % dei brevetti Green ICT, mentre i brevetti verdi rappresentano in media l'8.4 % dei brevetti Green ICT. Questo risultato è abbastanza significativo, il divario tra le due percentuali raccolte è abbastanza ampio, e dimostra che in genere, soprattutto negli ultimi anni, sono le innovazioni digitali che si adattano alla componente green. La crescita dei brevetti per le innovazioni digitali è in linea con quanto riscontrato dai dati ufficiali raccolti e analizzati dall'EPO a marzo 2020 che mostrano che nell'ultimo decennio le tecnologie digitali hanno assunto, a livello globale, un ruolo dominante e guida nelle domande di brevetto depositate.

Secondo l'EPO Patent Index 2019 [52], infatti questo aumento è stato dovuto allo sviluppo di nuove tecnologie come IoT, Bluetooth, 4G e più recentemente 5G con una forte crescita dei settori della comunicazione digitale e della tecnologia informatica e che confermano i trend analizzati nella prima parte della tesi in merito alle innovazioni digitali a seguito della quarta rivoluzione industriale.

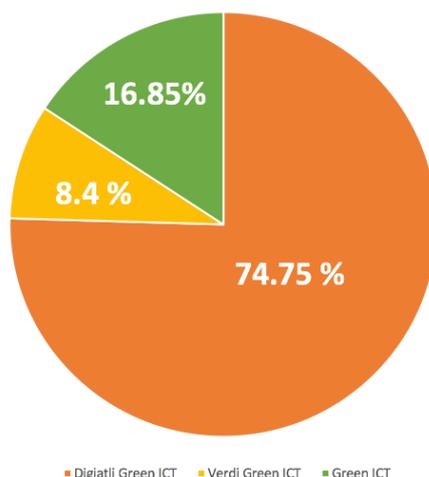


Figura 12- Percentuale di brevetti verdi e digitali appartenenti all'intreccio green ICT

La Figura 12 mostra le quote di brevetti appartenenti all'intreccio green ICT per gli ultimi 10 anni. Si può notare come il 16.85 % rappresenti la quota di brevetti green ICT, ovvero brevetti appartenenti alla categoria green ICT che sono stati ottenuti direttamente dal database Orbit intrecciando i diversi codici di classificazione, come spiegato nei paragrafi precedenti di metodologia usata. Invece, le quote 8.74 % e 74.75 % rappresentano, rispettivamente, le quote di brevetti verdi e digitali che sono stati estratti dai dataset non puri. In termini complessivi, analizzando il trend temporale dal 2000 al 2010 mostrato in Figura 13, si evince che a partire dall'anno 2005 le innovazioni digitali hanno subito una forte impennata, che ha subito un piccolo rallentamento verso il 2008, anno della crisi globale. Dal 2010 il trend per le innovazioni digitali è salito sempre di più fino ad avere una piccola decrescita soltanto nell'ultimo anno. Le innovazioni verdi, invece, hanno avuto una forte impennata a partire dal 2010 e soprattutto dal 2015 in poi, sicuramente la sensibilità ambientale e le leggi a favore dell'ambiente attuate dai diversi paesi negli ultimi anni hanno favorito

tale sviluppo. Il trend delle innovazioni green ICT, segue quello delle innovazioni digitali, seppur in numeri inferiori, e questo risultato è coerente con quelli ottenuti in precedenza, dimostrato che principalmente queste innovazioni sono costituite da innovazioni principalmente con componente digitale.

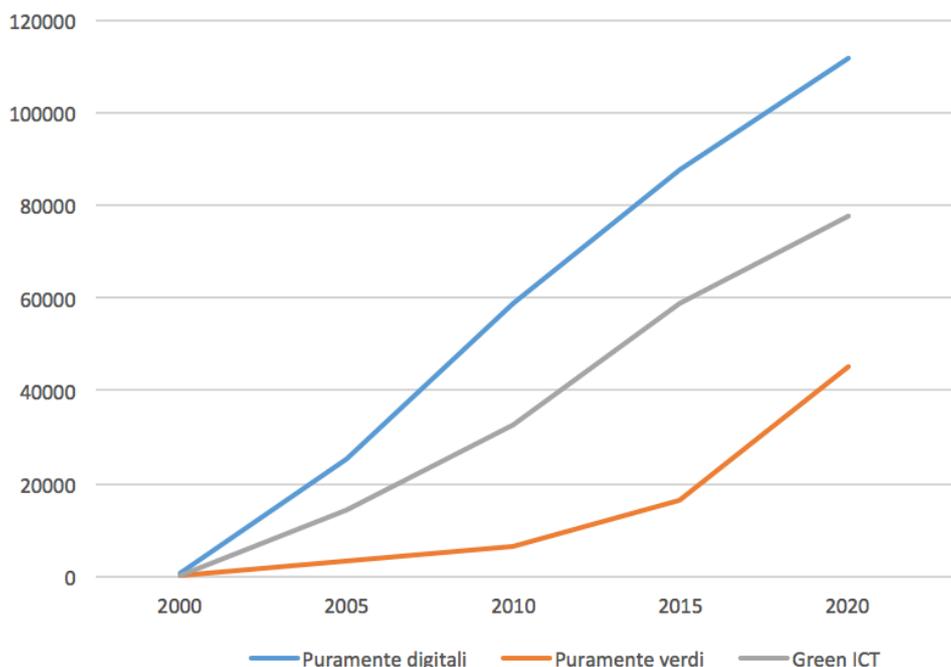


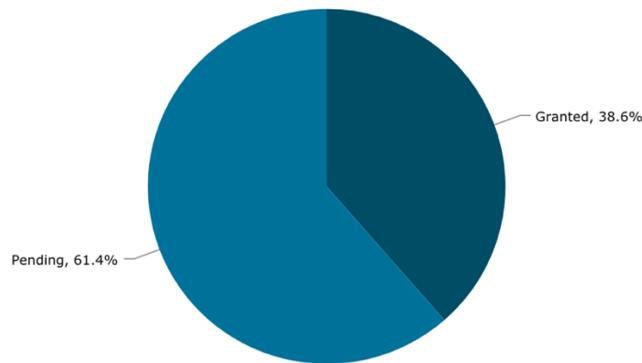
Figura 13 - Trend brevetti di differenti categorie dal 2000 al 2020

### II.3.2 Trend stato legale brevetti

Durante la ricerca brevettuale effettuata su Orbit Intelligence, come detto nel paragrafo II.1, sono stati selezionati solo i brevetti con un status legale attivo. Tuttavia, tali brevetti possono presentare due tipologie di stati a loro volta: “granted” e “pending”. I primi riguardano brevetti che sono già stati concessi, mentre i secondi sono brevetti, in fase di accettazione, ancora non concessi poiché sotto controllo dalle autorità brevettuali.

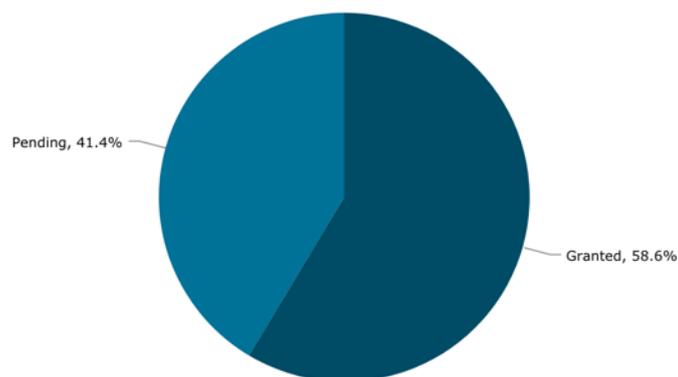
Attraverso questa analisi vengono mostrati, sotto forma di grafico a torta, lo stato legale dei brevetti nei differenti 3 dataset (puramente verde, puramente digitale e Green ICT) che compongono il dataset finale.

Come mostrato in Figura 14, il numero di brevetti, relativo al dataset contenente innovazioni puramente digitali, in stato di pending è pari al 61.4 % mentre quelli concessi sono pari al 38.6 %. Da una analisi più accurata del dataset è risultato che le innovazioni puramente digitali sono le innovazioni ad essere approvate più lentamente rispetto a quelle verdi, con un tempo medio di concessione del brevetto superiore ai 18 mesi canonici. L’elevato numero di brevetti digitali in stato di pending è anche dovuto al fatto che i dati raccolti presentano in prevalenza brevetti di innovazioni digitali abbastanza recenti, degli ultimi anni, e che quindi non sono stati ancora concessi.



*Figura 14- Percentuale stato legale brevetti puramente digitali*

Per le innovazioni puramente verdi, come mostrato in Figura 15, la situazione è opposta, il numero di brevetti concessi (58.6 %) risulta essere maggiore rispetto a quelli in fase di concessione (41.6 %). I brevetti verdi, a differenza di quelli digitali, sembrano rispettare mediamente il tempo di concessione pari ai 18 mesi.



*Figura 15 - Percentuale stato legale brevetti puramente verdi*

Le innovazioni Green ICT, mantengono e aumentano il trend delle innovazioni puramente verdi, infatti circa il 72.1 % dei brevetti è in stato granted, mentre solo il 27.9 % risulta essere in stato di pending, come mostrato in Figura 16. Per le innovazioni green ICT il tempo medio di concessione del brevetto oscilla, mediamente, da 1.5 a 2 anni.

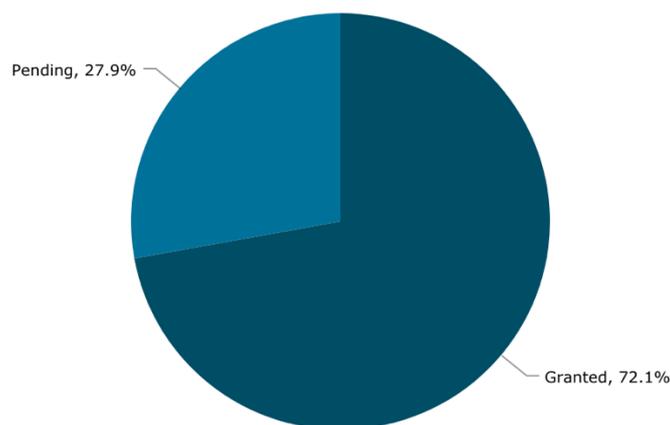


Figura 16 - Percentuale stato legale brevetti green ICT

### II.3.3 Settori tecnologici dominanti

Esistono 35 settori tecnologici individuati da Questel, e presenti su Orbit Intelligence, sulla base di classi e sottoclassi IPC e CPC. Questi settori possono essere raggruppati in 5 domini tra chimica, ingegneria elettrica, strumenti, ingegneria meccanica e altro. In particolare i settori tecnologici interessati sono i seguenti:

#### 1) Chemistry

- Basic materials chemistry
- Biotechnology
- Environmental technology
- Food chemistry
- Materials, metallurgy
- Micro-structure and nano-technology
- Organic fine chemistry
- Surface technology, coating
- Macromolecular chemistry, polymers
- Pharmaceuticals
- Chemical engineering

#### 2) Electrical engineering

- Audio-visual technology
- Basic communication processes
- Computer technology
- Digital communication
- Electrical machinery, apparatus, energy
- IT methods for management
- Semiconductors
- Telecommunications

#### 3) Instruments

- Analysis of biological materials
- Control
- Measurement

Medical technology  
 Optics  
**4) Others**  
 Civil engineering  
 Other consumer goods  
 Furniture, games

Poiché la ricerca brevettuale è stata condotta tramite Orbit, i brevetti raccolti appartengono ad una dei settori elencati.  
 Analizzando le innovazioni puramente digitali, come mostrato in Figura 17, tra i primi 10 settori dominanti rientrano principalmente il settore relativo alla tecnologia informatica (20.61 %), seguito da quello relativo ai macchinari elettrici, dispositivi ed innovazioni energetiche (19.38 %). Rientrano inoltre, con percentuali minori, i settori relativi alla comunicazione digitale e telecomunicazioni e tecnologia audiovisiva, che complessivamente rappresentano il 23.28 %, a dimostrazione di come questi settori siano importanti per lo sviluppo di nuove innovazioni digitali.

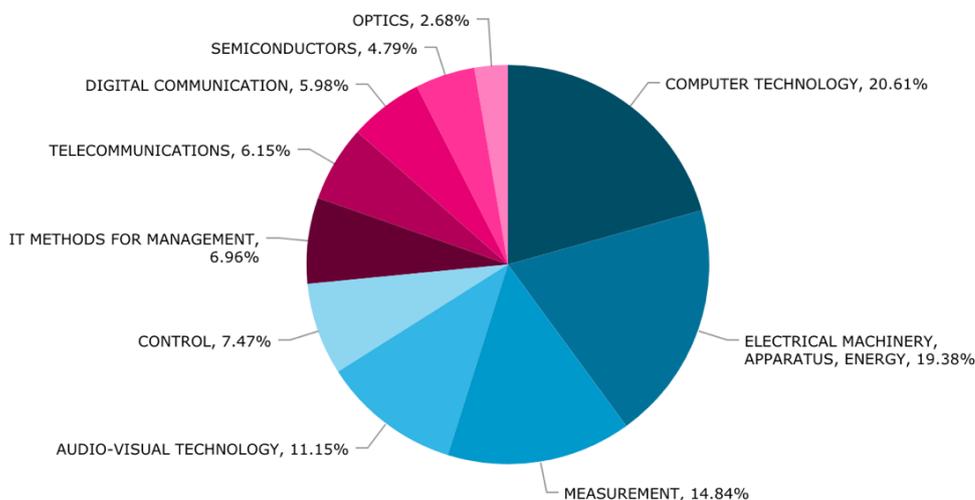


Figura 17 - Top 10 settori innovazioni puramente digitali

Per quanto riguarda, invece, le innovazioni puramente verdi, come mostrato in Figura 18, tra i primi 10 domini tecnologici rientra il settore relativo ad innovazioni riguardanti fonti energetiche, dispositivi elettrici (20.85%), seguito dai settori relativi ad innovazioni ingegneristiche riguardanti pompe, turbine (14.89 %) e processi termici (12.16 %). Particolare importanza ha il settore relativo alle tecnologie ambientali a cui appartengono il 10.95 % dei brevetti.

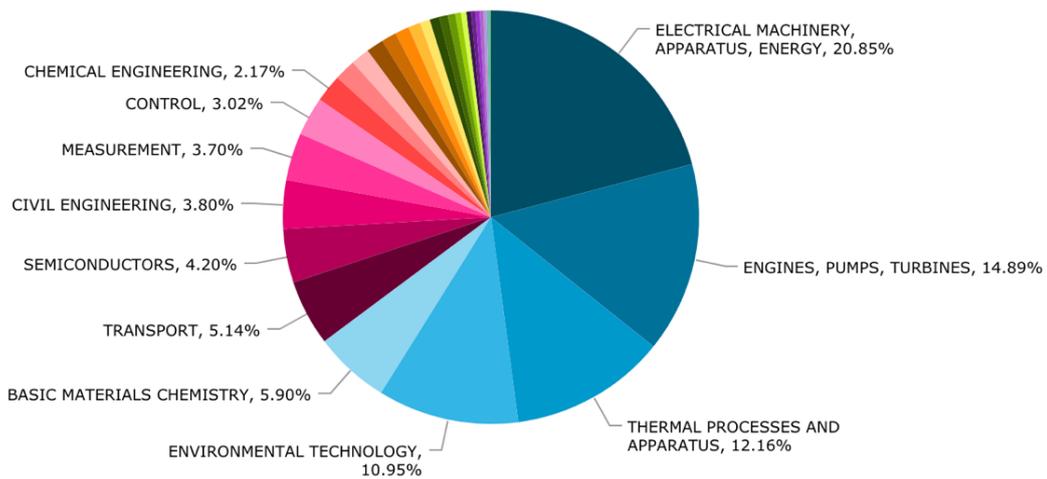


Figura 18 - Top 10 settori innovazioni puramente verdi

Per le innovazioni Green ICT, come visibile in Figura 19, il settore maggiormente presente è quello relativo ai dispositivi elettrici, produzione e conservazione dell'energia e sistemi (36.4 %), seguito dal settore relativo a computer technology (13.2 %). Il divario elevato tra il primo settore e gli altri è abbastanza evidente e rispecchia l'andamento degli ultimi anni sulla realizzazione di innovazioni a rispetto ambientale riguardanti sistemi di generazione ed efficienza energetica, dispositivi green-tech e lo sviluppo di tecnologia green IoT, come discusso nel capitolo I.

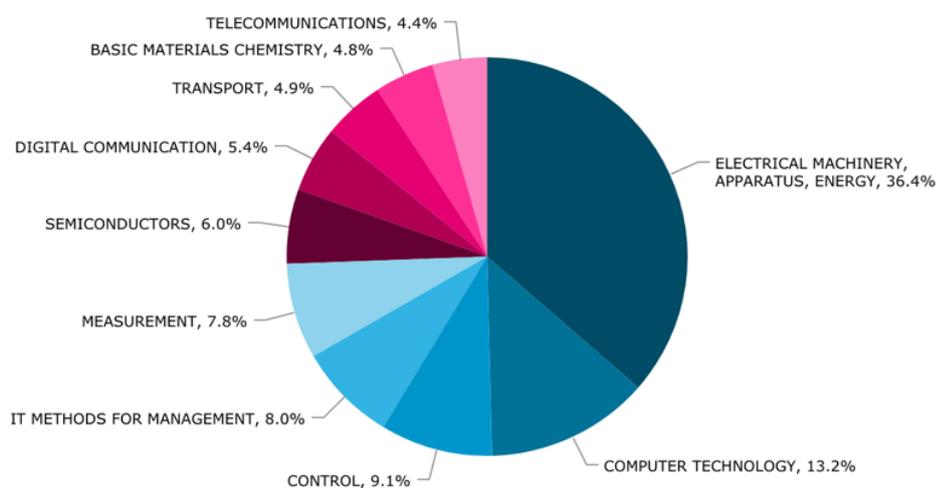


Figura 19 - Top 10 settori innovazioni Green ICT

La tabella 26, mostra i 10 top settori tecnologici e il rispettivo numero di brevetti nel dataset completo.

Tabella 29 - Numero brevetti dataset completo relativi ai top 10 settori

Settore	Numero Brevetti
Computer technology	424.915
Digital communication	243.970
Telecommunications	200.067
Audio-visual technology	171.654
IT methods for management	163.138
Environmental technology	126.046
Electrical machinery, apparatus, energy	105.958
Control	97.725
Measurement	85.722
Semiconductors	84.596

Analizzando il dataset completo, il settore maggiormente diffuso risulta essere quella relativo alla tecnologia informatica (25 %), seguito dalla digital communication (14 %) e dal settore inerente le telecomunicazioni (12 %). Questi risultati ottenuti sono in linea con quelli evidenziati e discussi nel capitolo I e raccolti dall'EPO durante uno studio di analisi brevettuale condotto nel 2019, che mostrano come negli ultimi anni l'attività brevettuale riguardante il campo della tecnologia informatica e comunicazione digitale e telematica sia aumentato ampiamente. Particolare rilievo ha anche il settore legato alla tecnologia ambientale che si colloca in sesta posizione nei primi top 10 settori.

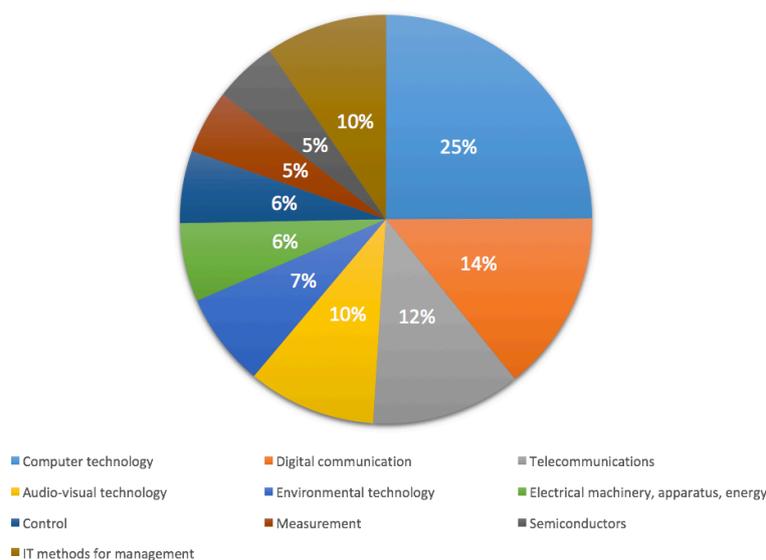


Figura 20- Top 10 settori dataset completo

### II.3.3.1 Paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti

Successivamente, è stata effettuata una analisi per scoprire i paesi leader nei 10 settori risultanti, considerando i 4 paesi più grandi e importanti in termini di uffici e attività brevettuale: Europa, Stati Uniti (denominati America nelle tabelle dei risultati), Giappone e Cina.

*Tabella 30 - Paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti*

<b>Dominio Tecnologico</b>	<b>Europa</b>	<b>America</b>	<b>Cina</b>	<b>Giappone</b>
Computer technology	134.890	317.521	207.678	175.776
Digital communication	100.825	183.159	131.117	89.593
Telecommunications	93.912	163.077	104.381	99.464
Audio-visual technology	53.314	124.733	88.173	79.147
IT methods for management	55.828	118.749	72.992	47.477
Environmental technology	10.729	14.724	91.135	17.886
Electrical machinery, apparatus, energy	30.085	65.036	59.499	43.149
Control	31.794	60.914	53.414	31.077
Measurement	2.853	55.852	43.409	27.299
Semiconductors	19.810	66.618	43.676	45.125

Dai risultati ottenuti, come mostrato in Tabella 27 e in Figura 21, l’America risulta essere il paese leader nel campo computer technology, della comunicazione informatica – digitale e nelle tecnologie audio visive e metodi IT per il management. Nel settore tecnologico dell’environmental technology la Cina, invece risulta essere il paese dominante, e questo è coerente con i risultati ottenuti in termini di innovazioni verdi che verranno esaminati successivamente nel dettaglio. Complessivamente nei top 10 settori si nota come la Cina abbia la prevalenza nel settore ambientale seguita dall’America, mentre l’America in quello informatico – digitale, seguita dalla Cina. Dunque Cina e America possono essere definiti come i 2 paesi dominanti nei settori analizzati, l’Europa e il Giappone si trovano ancora distanti soprattutto nei settori che riguardano la comunicazione digitale, telecomunicazioni e le tecnologie ambientali. Questi due paesi possono essere considerati come paesi “follower”, ovvero paesi costretti ad inseguire gli altri 2 paesi dominanti che hanno un divario in termine di innovazione abbastanza ampio.

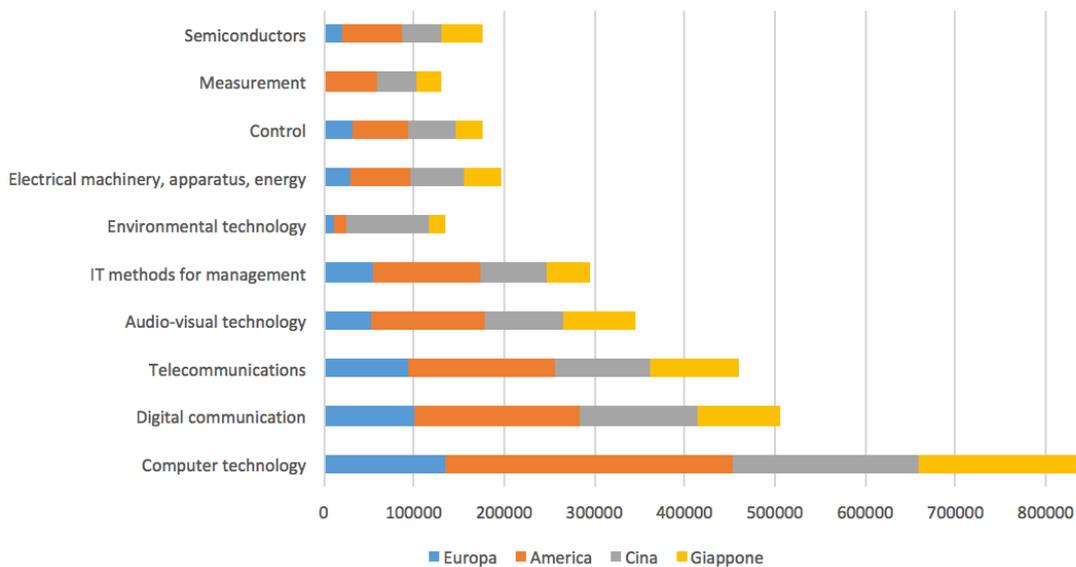


Figura 21- Istogramma paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti

### II.3.3.2 Innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 – 2010

Una ulteriore analisi effettuata ha interessato i top 10 settori tecnologici dominanti del dataset completo per due differenti periodi, 2000 – 2010 e 2010 – 2020, considerando la data di pubblicazione dei brevetti. L’obiettivo di questa analisi è quello di studiare l’andamento temporale in due differenti periodi per capire se nel corso degli anni vi è stato qualche settore che ha preso il sopravvento rispetto ad un altro in termini di innovazioni brevettate.

Tabella 31 - Trend innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 - 2010

<b>Dominio Tecnologico</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Computer technology	830	27.576	55.734	60.933
Digital communication	546	14.483	38.048	42.091
Telecommunications	436	12.783	36.210	40.713
Audio-visual technology	388	12.884	24.664	26.774
IT methods for management	312	7.688	17.041	18.719
Environmental technology	64	2.612	4.586	5.333
Electrical machinery, apparatus, energy	91	5.885	10.868	11.959
Control	177	5.461	11.037	11.610
Measurement	123	5.114	10.277	11.224
Semiconductors	74	7.918	12.751	13.311

Come visibile in Figura 22 ed in Tabella 28, per il periodo 2000 – 2010 i settori tecnologici dominanti hanno riguardato settori inerenti le innovazioni digitali. I risultati ottenuti mostrano coerenza con il numero crescente di innovazioni digitali che si è avuto soprattutto a partire dal 2005, come descritto in precedenza. In particolare il settore leader è risultato essere quello relativo a computer technology seguito dalle comunicazioni digitali. Nel corso degli anni il divario tra questo settore e gli altri è aumentato sempre di più, e solo le innovazioni inerenti le comunicazioni digitali e le telecomunicazioni hanno seguito il trend in maniera pressoché simile, seppur con numeri di invenzioni leggermente inferiori. Il settore riguardante la tecnologia ambientale nel decennio analizzato non ha subito una forte crescita e tale risultato mostra coerenza con i trend delle innovazioni verdi analizzati in precedenza per il periodo 2000 – 2010.

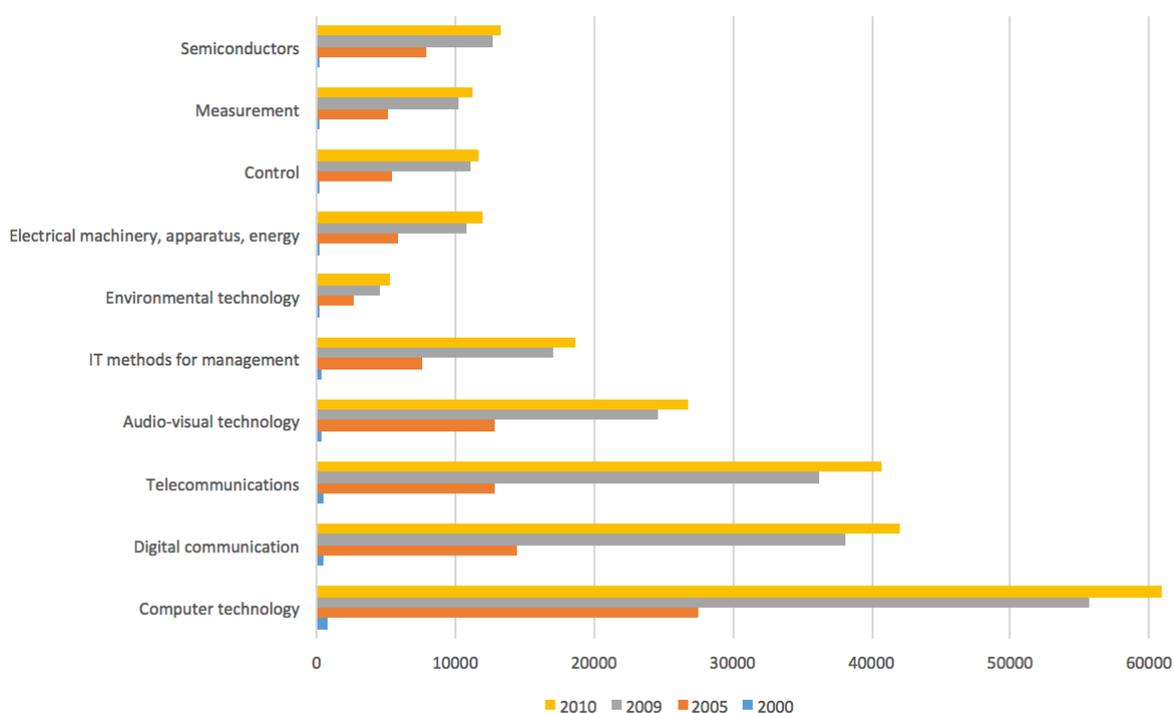


Figura 22 - Istogramma innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 - 2010

### II.3.3.3 Innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 – 2020

Nel periodo 2010 – 2020, grazie anche all'aumento di innovazioni verdi, il settore tecnologico ambientale è cresciuto sempre di più, anche se il numero di innovazioni appartenenti a questo settore è risultato essere sempre inferiore rispetto ai settori delle tecnologie digitali, che risultano essere prevalenti nei dataset analizzati e raccolti.

Tabella 32 - Trend innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 - 2020

<b>Dominio Tecnologico</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Computer technology	60.933	99.532	122.655	117.349
Digital communication	42.091	63.952	75.241	70.387
Telecommunications	40.713	58.458	60.365	51.592
Audio-visual technology	26.774	39.923	47.573	45.145
IT methods for management	18.719	38.821	54.089	52.981
Environmental technology	5.333	12.347	28.133	39.385
Electrical machinery, apparatus, energy	11.959	23.008	30.969	30.637
Control	11.610	19.206	30.646	32.724
Measurement	11.224	18.353	26.124	27.253
Semiconductors	13.311	18.441	23.647	22.593

Anche per questo decennio, come mostrato in Figura 23, il settore leader è risultato essere quello relativo a computer technology seguito dalla comunicazione digitale. I primi 5 settori appartenenti al mondo informatico – digitale hanno avuto una notevole crescita dal 2015 in poi, crescita di circa il 65 %. Anche il settore riguardante le tecnologie ambientali ha avuto una crescita sostanziale dal 2015 in poi con una crescita media di circa il 58 %.

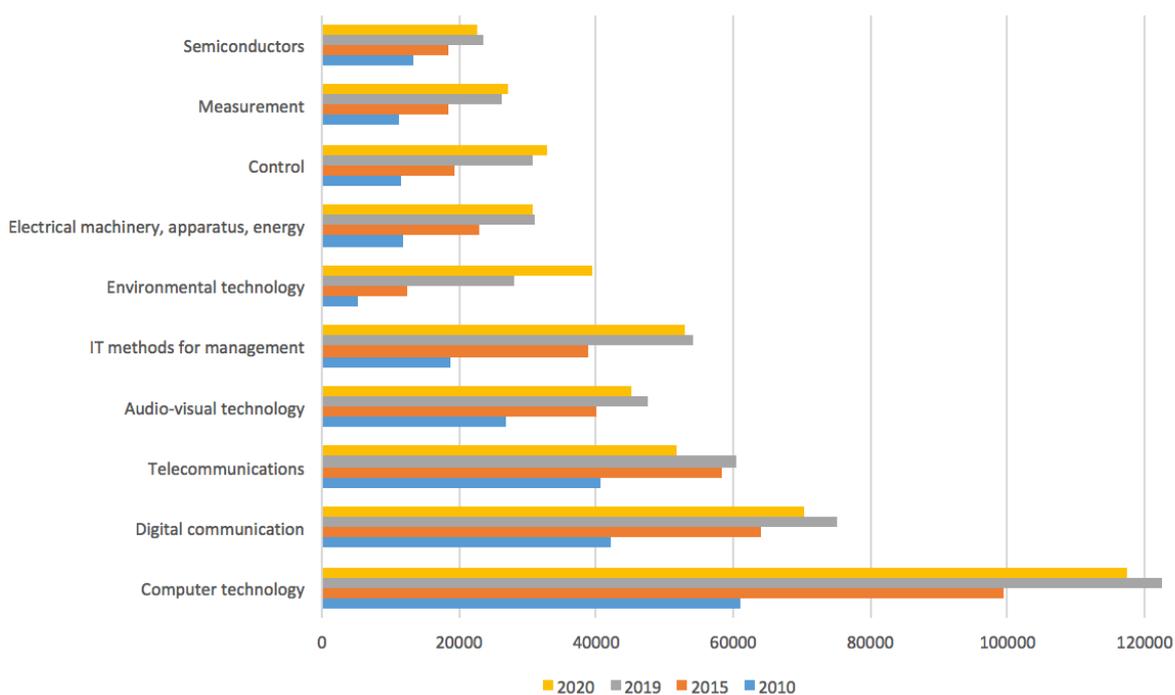


Figura 23 - Istogramma innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 - 2020

### II.3.4 Trend annuo brevetti concessi

Per ciascuno dei 3 dataset, tramite Stata, sono stati analizzati i trend annuali relativi al numero di brevetti che sono stati concessi negli ultimi 10 anni. In particolare, l'analisi ha riguardato la variabile relativa le date di applicazione dei brevetti per il periodo compreso tra lo 01-01-2010 ed il 24-12-2020 (giorno in cui i brevetti sono stati raccolti dal database Orbit).

Per le innovazioni puramente digitali, come mostrato in Tabella 30, il numero di brevetti per quanto concerne la data di applicazione, è aumentato dal 2010 al 2018 con un trend di circa +11 % ogni anno. Nel 2019 si nota un calo di circa il 9 % rispetto al 2018, mentre nel 2020 il calo è del 50 %, probabilmente dovuto alla situazione legata al problema della pandemia COVID-19 che ha interessato tutto il mondo.

Le innovazioni puramente verdi, a differenza di quelle digitali, presentano un trend crescente anche dal 2018 al 2019, con una crescita di circa +11% tra i due anni in esame. Durante gli anni 2010 – 2017 la crescita è stata più lenta rispetto a quelle puramente digitali, ma nel biennio 2017 – 2018 si evidenzia una crescita del +13% rispetto ai precedenti anni, ad indicare come negli ultimi anni l'attenzione verso le tecnologie verdi sia aumentata drasticamente. Come per le innovazioni puramente digitali, anche quelle puramente verdi presentano un forte trend negativo nel 2020 con un calo di circa il 60 %, un calo maggiore in termini percentuali rispetto alle innovazioni digitali.

Anche le innovazioni Green ICT, come le precedenti innovazioni esaminate, mostrano dei trend crescenti nel corso degli anni, con un aumento considerevole (+16 %) tra il 2011 e il 2012. Come le innovazioni puramente digitali, anche quelle green ICT, essendo principalmente brevetti digitali con componente verde, hanno mostrato un lieve calo di circa il 9 % tra il 2018 e il 2019.

Tabella 33 - Numero brevetti dei differenti dataset applicati per anno

<b>Dataset</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Puramente digitali	34.985	38.339	43.298	45.047	46.635	49.139	52.529	57.657	59.951	54.636	25.674
Puramente verdi	5.203	6.683	7.910	8.665	9.749	11.442	15.235	21.067	27.204	32.235	12.839
Green ICT	21.342	25.991	31.068	32.355	34.650	37.237	41.698	44.946	45.049	39.263	18.028
Completo	61.530	71.013	82.276	86.067	91.034	97.818	109.462	123.670	132.204	126.134	56.541

Analizzando l'andamento del dataset completo, come visibile anche in Figura 24, è crescente, in linea con i 3 dataset analizzati. Il numero di brevetti applicati di anno in anno è sempre più crescente ed aumenta sempre di più mostrando un picco, soprattutto, negli ultimi anni tra il 2015 – 2018. Questa crescita esponenziale può essere legata da un lato al crescente sviluppo nelle tecnologie e innovazioni che riguardano il campo digitale, interessando soprattutto ambiti come l'IoT, il 5G, l'intelligenza artificiale e i Big Data, e dall'altro anche alle sempre più stringenti normative ambientali poste dai paesi e alla sempre più elevata attenzione da parte delle aziende (inventori) alla tematica ambientale di mitigazione climatica. Come i tre dataset separatamente analizzati, anche il dataset completo mostra un forte calo nel 2020 (maggiore del 50%), come descritto in precedenza, principalmente legato alla contingenza mondiale del COVID-19. Tale calo, riguarda non solo le tipologie di innovazioni trattate, ma tutta l'attività brevettuale nel complesso. I risultati ottenuti sono coerenti con gli studi effettuati dal WIPO [53] in cui si afferma che sicuramente la pandemia ha impattato sulle attività delle aziende, alcune hanno dovuto sospendere le attività per un determinato periodo, molte sono state e sono tutt'ora costrette ad attuare importanti risparmi sui costi che comporta un taglio sulla attività di R&S. A causa di ciò le domande di brevetto sono inevitabilmente diminuite e drasticamente anche perché molte aziende sono state costrette a tagliare il proprio budget e piccole start-up addirittura a chiudere. Paesi come la Cina, che riceve quasi la metà di tutte le domande di brevetto depositate in tutto il mondo, ha interrotto l'attività brevettuale alla fine del 2019 per fronteggiare il virus, e solo nell'aprile 2020 ha ripreso in piccola parte l'attività di brevettazione. L'Europa è attualmente bloccata e potrebbe rimanere bloccata per tutta l'estate. Gli Stati Uniti, come il Giappone hanno avviato misure di blocco a metà marzo 2020 in alcuni stati e l'attività potrebbe essere interrotta fino ad agosto 2020. La diminuzione delle nuove domande di brevetto nel 2020 è dipesa in gran parte dalla durata dell'interruzione dell'attività e dall'approccio adottato dai dipartimenti IP all'interno di aziende e organizzazioni durante e dopo questo periodo di interruzione.

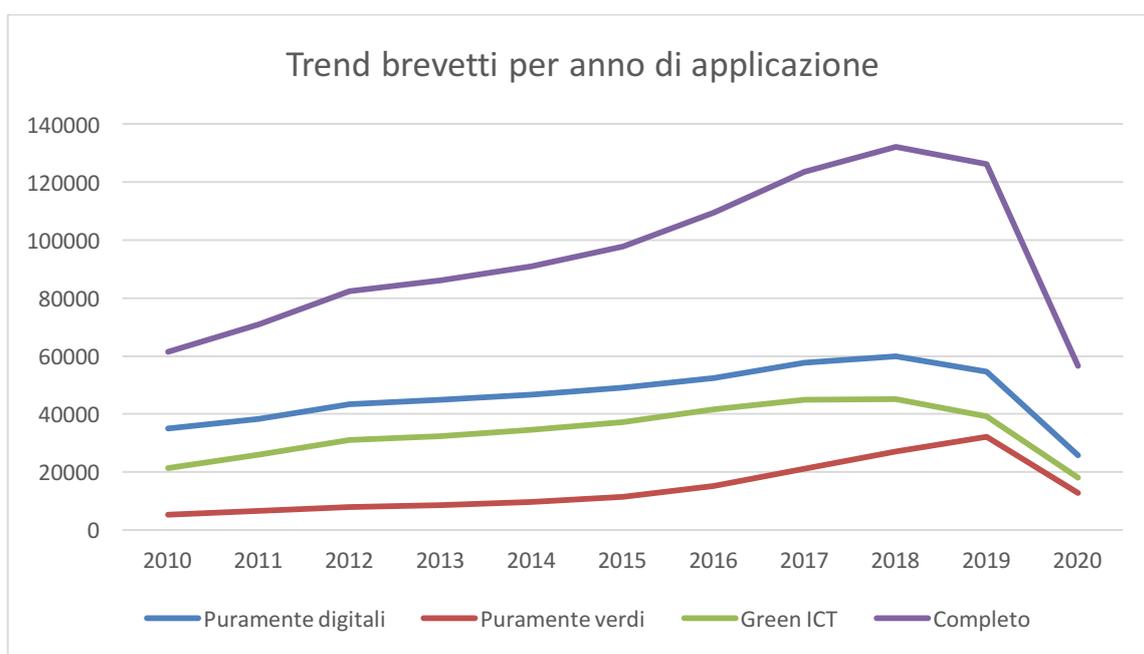


Figura 24- Trend brevetti per anno di applicazione

Dal grafico in Figura 24 è possibile notare un picco negli ultimi anni riguardanti le innovazioni puramente verdi. Per comprendere meglio questo picco, si è proceduti ad analizzare i tassi di crescita annuali per i diversi gruppi o tipologie di brevetti per analizzare i cambiamenti negli ultimi 10 anni.

*Tabella 34 - Tasso di crescita annuale per le diverse innovazioni dal 2010 al 2020*

Dataset	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Puramente digitali	9.3 %	9.6 %	12.9 %	4 %	3.5 %	5.3 %	6.9 %	9.8 %	4 %	- 8.7 %	- 53 %
Puramente Verdi	25 %	28 %	18.36 %	9.5 %	12.5 %	17.4 %	33.1 %	38.3 %	29.1 %	18.5 %	- 60.2 %
Green ICT	14.8 %	21.8 %	19.5 %	4.1 %	7.1 %	7.5 %	12 %	7.8 %	0.22 %	- 12.8 %	- 54.1 %

Dai dati raccolti si osserva come le innovazioni puramente verdi hanno un tasso di crescita negli ultimi anni tra il 2016 e il 2018 abbastanza elevato, pari a 4 volte a quello delle innovazioni puramente digitali e green ICT.

#### *II.3.4.1 Trend annuo brevetti concessi in differenti paesi*

Per approfondire meglio questo picco notato si è proceduti ad analizzare per continente il numero di brevetti applicati per le diverse tipologie di innovazioni nel quinquennio 2016 - 2020.

*Tabella 35 - Numero brevetti di innovazioni puramente verdi applicati per anno in differenti paesi*

<b>Paese</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Europa	2.167	2.125	1.699	909	306
America	2.964	2.791	2.195	1.474	532
Giappone	2.223	2.022	1.870	1.032	279
Cina	10.181	16.004	22.031	28.497	11.655

Considerando le innovazioni puramente verdi, come mostrato in Tabella 32 e in Figura 25, la Cina è risultata essere il paese leader per il numero di brevetti verdi applicati. Il divario tra la Cina e gli altri paesi analizzati risulta essere molto alto, inoltre nonostante la situazione pandemica, nel 2020 il numero dei brevetti applicati in Cina risulta essere di circa 40 volte superiore a quello degli altri paesi.

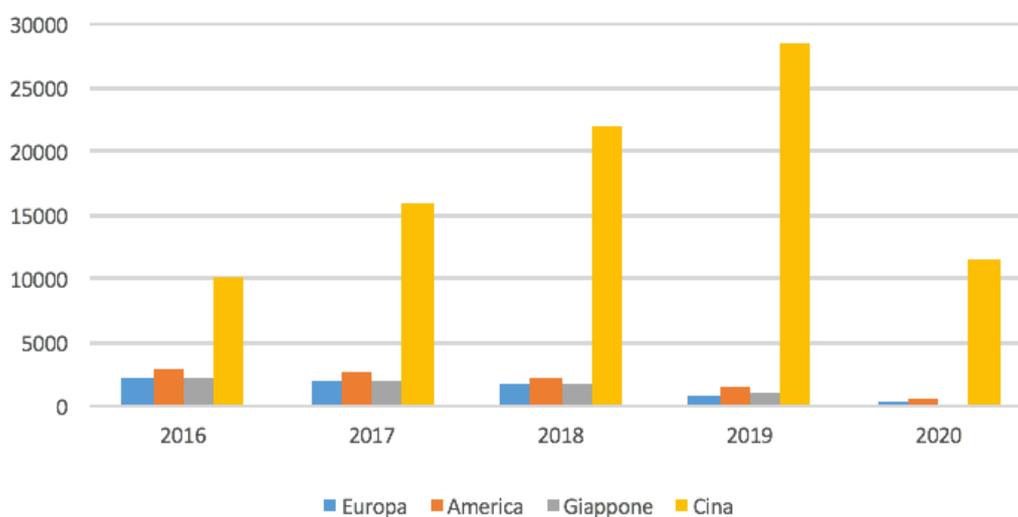


Figura 25 - Istogramma numero brevetti di innovazioni puramente verdi applicati per anno in differenti paesi

La Tabella 33, mostra i risultati raccolti per le i brevetti riguardanti le innovazioni puramente digitali.

Tabella 36 - Numero brevetti di innovazioni puramente digitali applicati per anno in differenti paesi

Paese	2016	2017	2018	2019	2020
Europa	18.047	17.760	14.459	9.939	4522
America	40.934	40.756	36.415	27.618	11.265
Giappone	20.135	19.086	16.524	11.444	4.170
Cina	27.515	33.165	36.205	34.799	18.251

Nel periodo tra il 2016 – 2019 l’America risulta essere il paese trainante seguito dalla Cina e dall’Europa. Tuttavia, un dato di particolare importanza si ha nel 2019, con il sorpasso della Cina ai danni dell’America. Analizzando infatti il trend, si nota come sia l’America, che l’Europa e Giappone negli ultimi anni hanno avuto un calo notevole per quanto riguarda il numero di brevetti applicati, a differenza della Cina che ha avuto un trend sempre crescente che è culminato con il sorpasso ai danni dell’America sopra citato.

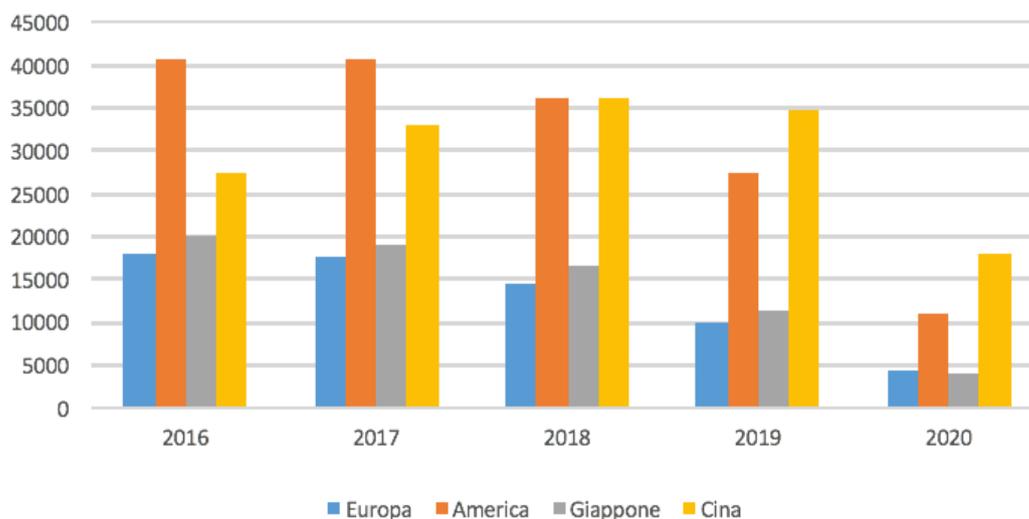


Figura 26- Istogramma numero brevetti di innovazioni puramente digitali applicati per anno in differenti paesi

La Tabella 34, mostra la medesima analisi effettuata per le innovazioni green ICT.

Tabella 37- Numero brevetti di innovazioni green ICT applicati per anno in differenti paesi

Paese	2016	2017	2018	2019	2020
Europa	15.434	14.924	13.250	9.063	4.040
America	32.983	32.437	29.968	23.997	10.428
Giappone	14.227	14.000	12.436	9.145	3.781
Cina	19.386	23.795	23.533	20.069	10.288

Dai risultati ottenuti il paese trainante risulta essere l’America seguita dalla Cina. A differenze delle innovazioni puramente digitali nel corso degli anni e anche nel periodo tra il 2018 e il 2019 l’America è rimasta leader, pur avendo una distanza sottile, per numero di brevetti, dalla Cina. L’Europa e il Giappone presentano un numero di brevetto simile e si trovano abbastanza distanti rispetto agli altri due paesi.

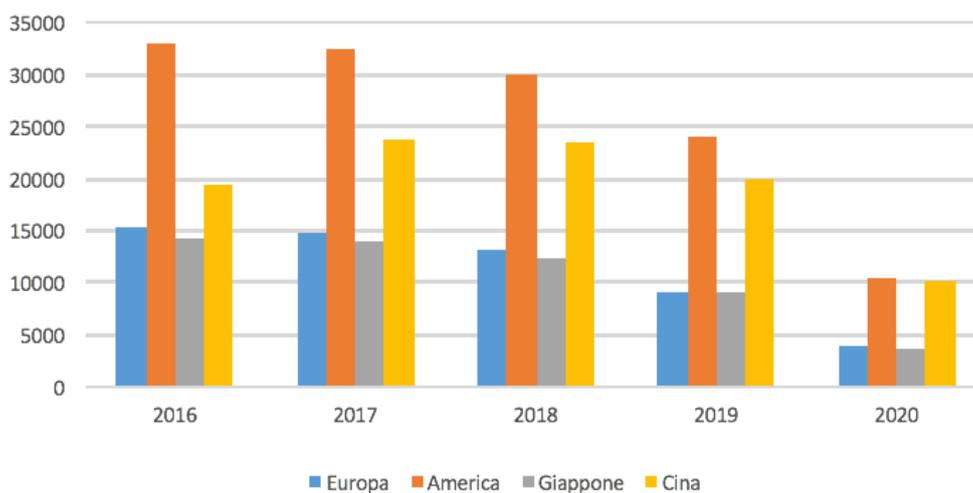


Figura 27 - Istogramma numero brevetti di innovazioni green ICT applicati per anno in differenti paesi

### II.3.5 Suddivisione per nazione

Il numero di pubblicazione è il numero assegnato a una domanda di brevetto alla pubblicazione [50]. I numeri di pubblicazione generalmente sono costituiti da un codice paese (composto da due lettere) e un numero di serie, variabile tra 1-12 cifre (per esempio, i numeri di pubblicazione delle domande relative agli Stati Uniti hanno 10 cifre). Ogni paese, viene caratterizzato, come detto, da un codice di due lettere chiamato “country code” e avente una copertura a livello globale, con il quale è possibile subito risalire alla nazione o ufficio brevettuale a cui fa riferimento il relativo brevetto [51]. Dunque, attraverso la variabile “numero di pubblicazione”, presente all’interno dei dataset analizzati, è possibile effettuare una suddivisione per nazione.

#### II.3.5.1 Suddivisione per numero di brevetti pubblicati in differenti paesi

La prima analisi effettuata riguarda la suddivisione per numeri di pubblicazione dei brevetti per continente (il continente asiatico è stato suddiviso in Cina e Giappone):

- Europa (EP)
- America (US)
- Giappone (JP)
- Cina (CN)

Attraverso i codici paese sono stati analizzati nello specifico i vari dataset.

Dai dati raccolti per le innovazioni puramente digitali, come mostrato in Tabella 35, si nota come il numero di brevetti è maggiore rispetto alla totalità di brevetti. Questo è del tutto normale, poiché uno stesso brevetto può avere differenti numeri di pubblicazione, se pubblicato in differenti nazioni o uffici brevettuali. Dai risultati evince come per le innovazioni digitali l’America, negli ultimi 20 anni, sia leader seguita a pari passo dalla

Cina. L'Europa è il continente con il minor numero di pubblicazioni, inferiore a più del 50 % del numero di brevetti pubblicati in America.

Per quanto riguarda le innovazioni puramente verdi, come mostrato in tabella, vi è un netto predominio della Cina rispetto agli altri 3 paesi che presenta un numero di pubblicazioni di circa + 80 % rispetto all'Europa.

*Tabella 38- Suddivisione diverse tipologie brevetti per numero di pubblicazioni nei diversi continenti*

<b>Paese</b>	<b>Brevetti Digitali</b>	<b>% Digitali</b>	<b>Brevetti Verdi</b>	<b>% Verdi</b>	<b>Brevetti Green ICT</b>	<b>% Green ICT</b>
Europa	118.067	15.4 %	14.023	8.6 %	83.569	17.5 %
America	273.603	35.6 %	19.041	11.6 %	179.662	37.6 %
Giappone	162.067	21.1 %	21.925	13.4 %	89.882	18.8 %
Cina	214.377	27.9 %	108.683	66.4 %	124.526	26.1 %

Le innovazioni Green ICT seguono il trend delle innovazioni puramente digitali, in prima posizione vi è l'America con un numero di pubblicazioni superiore al 50 % rispetto a quelle dell'Europa e del Giappone, seguita dalla Cina.

Il medesimo trend, può essere interpretato dal fatto che la maggior parte delle innovazioni Green ICT non sono altro che innovazioni digitali con componente verde, quindi è possibile che nei paesi in cui vengono pubblicati più brevetti riguardanti le innovazioni digitali, vengano realizzate e pubblicate più innovazioni Green ICT.

In Figura 28, vengono mostrati i risultati ottenuti per il dataset completo. Si nota come a livello globale il numero di pubblicazioni tra Cina e America è del tutto simile, infatti la Cina predomina nel numero di pubblicazioni verdi, mentre l'America in quello delle innovazioni puramente digitali, ma considerando la totalità dei brevetti la situazione è equiparata. L'Europa risulta essere il fanalino di coda, con il 15 % rispetto alla totalità.

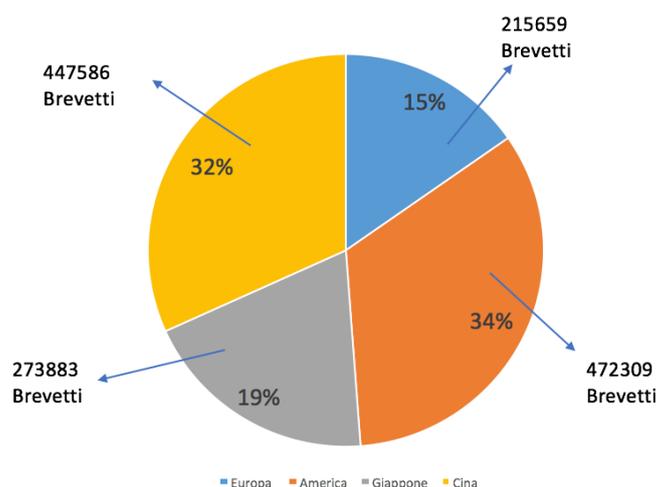


Figura 28 - Suddivisione brevetti dataset completo per numero di pubblicazioni

### II.3.5.2 Suddivisione per numero di inventori per differenti paesi

La seconda analisi effettuata riguarda, invece, le nazioni degli inventori che hanno presentato i brevetti. Attraverso la variabile “nazione dell’inventore”, presente in ciascun dataset, è possibile risalire alla nazione dalla quale è stata progettata l’invenzione e poter avere così una mappatura globale. A differenza dei numeri di pubblicazione, la nazione per invenzione è unica, ogni brevetto presenta una sola nazione per invenzione. La suddivisione per nazione dell’inventore è stata effettuata considerando i medesimi paesi utilizzati nella prima analisi: Europa (EP), America (US), Giappone (JP), Cina (CN).

Tabella 39- Suddivisione brevetti innovazioni puramente digitali per nazione dell’inventore

Paese	Numero Brevetti per Inventori	% Brevetti
Europa	118.655	28.2 %
America	204.443	48.6 %
Giappone	72.464	17.2 %
Cina	24.401	6 %

Dai risultati ottenuti per le innovazioni puramente digitali, in Tabella 36, si nota come la percentuale di inventori provenienti dalla Cina sia piccola (6 %) rispetto a quelli provenienti dall’America (48.6 %). Questo risultato è abbastanza rilevante, nonostante il numero di pubblicazioni per le innovazioni puramente digitali in Cina, visto in precedenza, sia abbastanza elevato, quello relativo alla nazione degli inventori è del tutto opposto. Evidentemente la maggior parte dei brevetti raccolti sono stati pubblicati in Cina, ma pochi di questi hanno effettivamente una origine con inventore cinese. Anche per le innovazioni puramente verdi, il numero di inventori provenienti

dall'Europa e dall'America è nettamente superiore a quelli asiatici, in particolare, il numero di inventori europei e americani è simile, a differenza delle innovazioni puramente digitali in cui il numero di inventori americani è risultato essere quasi il doppio rispetto a quelli europei.

*Tabella 40 - Suddivisione brevetti innovazioni puramente verdi per nazione dell'inventore*

<b>Paese</b>	<b>Numero Brevetti per Inventori</b>	<b>% Brevetti</b>
Europa	13.998	44.5 %
America	12.338	39.2 %
Giappone	3.841	12.2 %
Cina	1.239	4.1 %

In tabella 38 vengono mostrati i risultati ottenuti per le innovazioni Green ICT.

*Tabella 41 - Suddivisione brevetti innovazioni Green ICT per nazione dell'inventore*

<b>Paese</b>	<b>Numero Brevetti per Inventori</b>	<b>% Brevetti</b>
Europa	84.076	30.7 %
America	139.107	50.8 %
Giappone	36.647	13.4 %
Cina	13.821	5.1 %

Anche in questo caso vi è un netto predominio dei brevetti aventi inventori americani, che in linea con le innovazioni puramente digitali, risultano essere maggiori rispetto agli inventori degli altri paesi, con un divario in termini percentuali tra Europa e Cina di circa il 45 %.

Analizzando il dataset completo, in Figura 29, si nota come l'andamento globale rispecchia quello dei singoli dataset con l'America leader per inventori (49 %), seguita dall'Europa (30 %), mentre il continente asiatico rappresentato da Giappone e Cina risulta essere pari al 21 %.

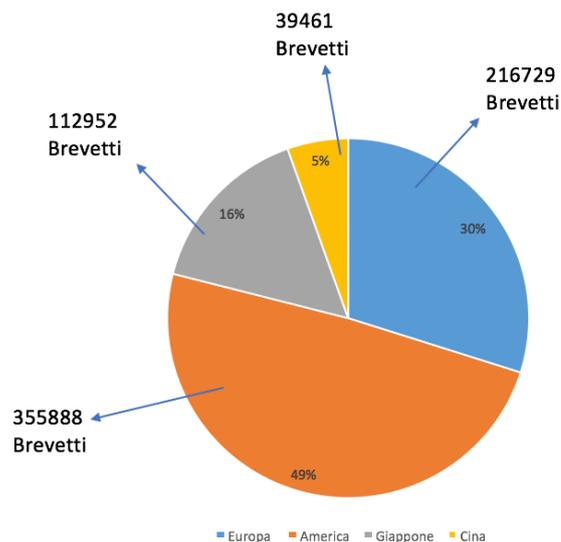


Figura 29 - Suddivisione brevetti dataset completo per nazione dell'inventore

### II.5.3.3 Numero di inventori per paese e relativo tasso di crescita

La terza analisi effettuata riguarda il numero di inventori per continente e relativo tasso di crescita (G. Rate) nel periodo 2016 – 2020 per le diverse tipologie di brevetti individuate, prendendo in considerazione le date di applicazione.

Tabella 42 - Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni puramente digitali

Paese	Brevetti 2016	G. Rate	Brevetti 2017	G. Rate	Brevetti 2018	G. Rate	Brevetti 2019	G. Rate	Brevetti 2020	G. Rate
Europa	18.018	-2.4 %	17.779	-1.3 %	14.532	-18 %	9.951	-46%	4.549	-54 %
America	30.246	1.6 %	30.454	0.68 %	28.431	-6.6%	22.472	-20.9 %	8.908	-60 %
Giappone	9.525	2 %	9.329	-2 %	8.574	-8 %	6.529	-23.8 %	2.449	-62.5 %
Cina	4.840	8.7 %	5.770	19.2 %	5.625	-2.5 %	3.934	-30 %	1.192	-69.7 %

Come mostrato in Tabella 39 e in Figura 30, per i brevetti inerenti le innovazioni puramente digitali in Europa il numero di inventori è diminuito dal 2016 al 2019 con un decremento del 18 % tra il 2018 e il 2019.

L'America e il Giappone seguono questo trend negativo nel biennio 2018 – 2019 con una decrescita inferiore rispetto all'Europa di circa il 50 %. Analizzando il periodo 2016 – 2017 la Cina a differenza degli altri 3 paesi ha avuto una crescita notevole del numero di inventori arrivando ad un picco del 19.2 % nel 2017. Nel 2020 tutti i paesi hanno avuto un drastico calo del numero di inventori con un tasso di decrescita medio di circa il 60 %, dovuto principalmente al COVID. Complessivamente, durante il quinquennio 2016 – 2020 il paese leader per numero di innovatori per brevetti puramente digitali è risultato essere l'America, seguita dalla Cina, mentre Giappone e Europa, rispetto a questi due paesi risultano essere indietro.

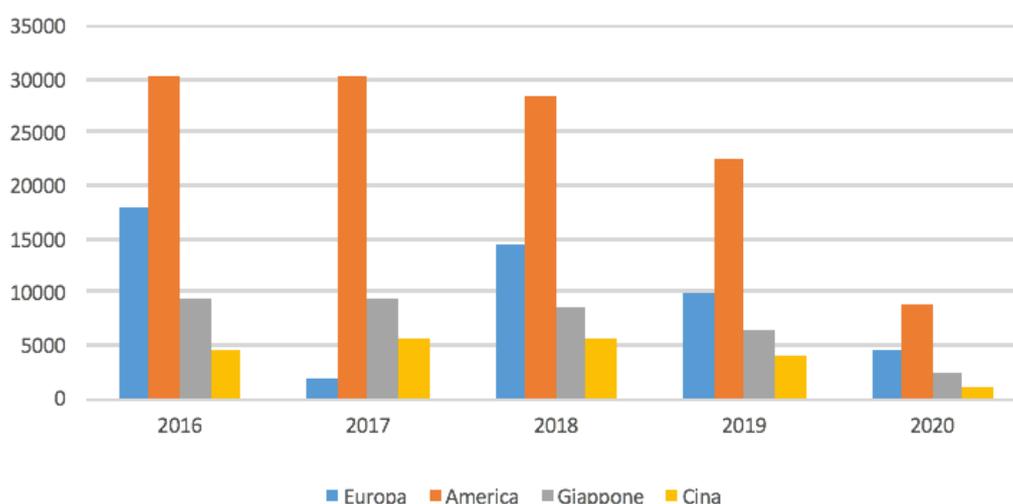


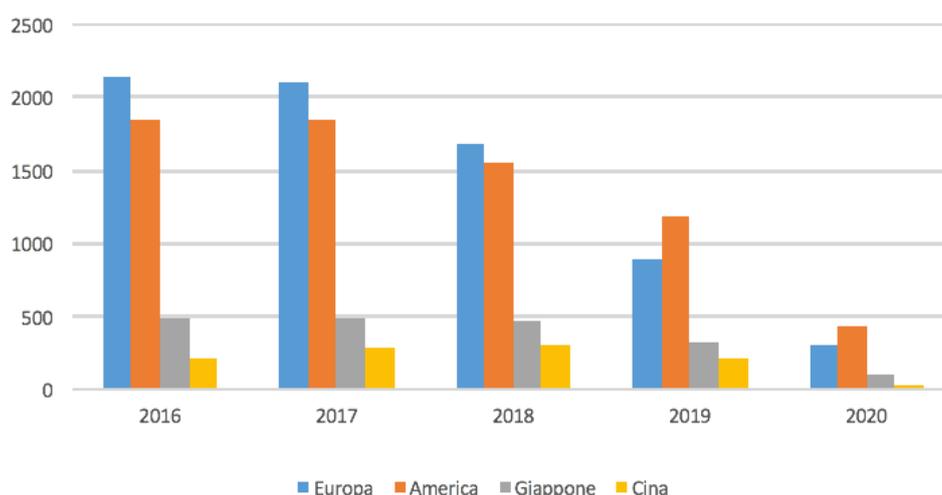
Figura 30 - Istogramma numero di inventori innovazioni puramente digitali dal 2016 al 2020 per differenti paesi

In Tabella 40 vengono mostrati i risultati per i brevetti riguardanti le innovazioni puramente verdi.

Tabella 43 - Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni puramente verdi

Paese	Brevetti 2016	G. Rate	Brevetti 2017	G. Rate	Brevetti 2018	G. Rate	Brevetti 2019	G. Rate	Brevetti 2020	G. Rate
Europa	2.147	-3.9 %	2.110	-1.7 %	1.696	-19.6 %	906	-46.5 %	302	-66.7 %
America	1.858	9.2 %	1.852	-0.3 %	1.555	-16 %	1.191	-23.4 %	445	-62.6 %
Giappone	496	-11.7 %	495	-0.2 %	467	-5.6 %	330	-29.3 %	104	-68.4 %
Cina	228	41.6 %	299	31 %	307	2.6 %	211	-31.3 %	45	-78.7 %

Come mostrato, si nota che tra il 2016 e il 2018 la Cina ha avuto il maggior tasso di crescita per numero di inventori raggiungendo un picco del 41.6 %, seguita dall’America che tuttavia ha raggiunto solo il 9.2 %. In questi due anni il divario tra la Cina e gli altri paesi è risultato essere abbastanza ampio, mentre Europa e Giappone hanno avuto un decremento del tasso di crescita. Analizzando invece il biennio 2019 – 2020, anche in questo caso come per le innovazioni puramente digitali vi è stato un forte calo con una media di circa il 65 % nel 2020. Comparando i dati delle innovazioni puramente digitali e puramente verdi si nota come la crescita del numero di inventori per le innovazioni green durante il periodo in esame è risultato essere superiore rispetto a quelle digitali, tuttavia il numero di inventori in termini assoluti è inferiore, per esempio in Cina nel 2016 il numero di brevetti puri verdi per inventori è risultato essere 228 mentre quello per brevetti digitali è risultato essere pari a 4840.



*Figura 31 - Istogramma numero di inventori innovazioni puramente verdi dal 2016 al 2020 per differenti paesi*

In Figura 31, si può notare che nonostante la decrescita avuta negli ultimi anni, in termini assoluti l’Europa si dimostra essere insieme all’America il paese leader per quanto riguarda il numero di inventori per brevetti puramente verdi.

Per quanto riguarda i brevetti green ICT, dai risultati ottenuti tra il 2016 e il 2018, tutti i paesi mostrano mediamente un tasso di crescita positivo, segno del fatto che negli ultimi anni l’attenzione di molti inventori si sia spostato su queste tecnologie, con in particolare la Cina che nel 2017 ha raggiunto un picco del 24.2 %. L’andamento del 2019 – 2020 rispecchia quello delle altre tipologie di invenzioni sopra esaminante con una forte decrescita pari mediamente a circa il 55 %.

Tabella 44 - Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni green ICT

Paese	Brevetti 2016	G. Rate	Brevetti 2017	G. Rate	Brevetti 2018	G. Rate	Brevetti 2019	G. Rate	Brevetti 2020	G. Rate
Europa	15.394	4.1 %	14.962	-2.8 %	13.314	-11 %	9.049	-32 %	4.047	-55.2 %
America	25.578	4.7 %	25.223	-1.4 %	23.803	-5.6 %	19.935	-16.2 %	8.739	-56.1 %
Giappone	5.811	6.2 %	6.042	3.9 %	5.816	-3.7 %	4.639	-20.2 %	1.973	-57.5 %
Cina	3.194	12.9 %	3.969	24.2 %	4.294	8.2 %	3.197	-25.5 %	1.220	-61.8 %

In termini assoluti, come mostrato in Figura 32, il paese trainante per numero di inventori di innovazioni green ICT negli ultimi 5 anni è risultato essere l’America seguita dall’Europa. Questo trend seppur invertito rispecchia quello delle innovazioni puramente verdi. Il dato raccolto può essere significativo del fatto che la maggior parte delle innovazioni green ICT ha una forte componente verde rispetto alla componente digitale.

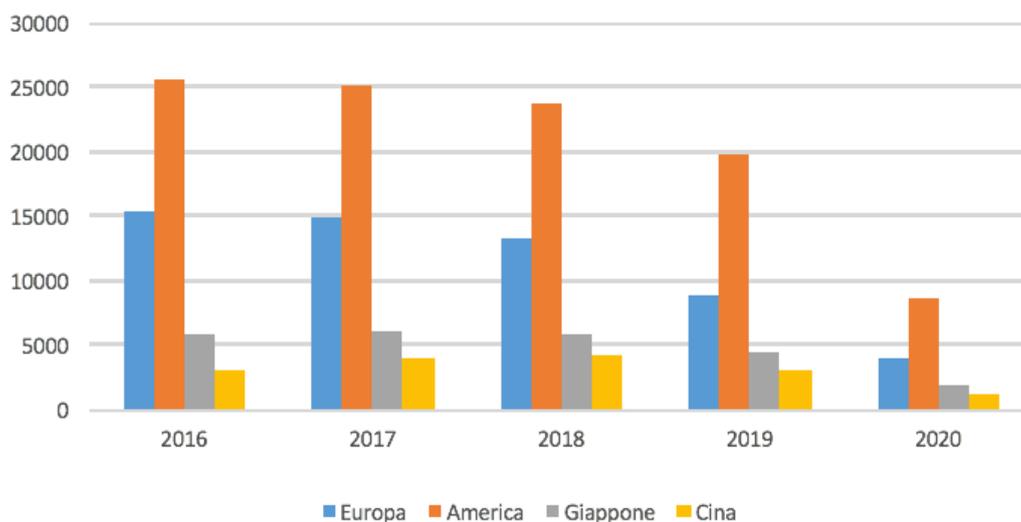


Figura 32- Istogramma numero di inventori innovazioni green ICT dal 2016 al 2020 per differenti paesi

#### II.3.5.4 Numero di inventori nei principali 15 paesi europei

Una quarta analisi, riguardante la suddivisione dei brevetti per nazione dell'inventore nei 15 principali paesi europei, è stata condotta sul dataset completo. Come detto in precedenza, il dataset realizzato tramite raccolta brevettuale su Orbit ha una copertura globale comprendendo più di 70 paesi. In questo caso, per effettuare l'analisi è stato considerato il codice paese di ciascuna nazione relativa ai primi 15 paesi europei: Austria (AT), Belgio (BE), Danimarca (DK), Finlandia (FI), Francia (FR), Germania (DE), Grecia (GR), Irlanda (IE), Italia (IT), Lussemburgo (LU), Paesi Bassi (NL), Portogallo (PT), Spagna (ES), Svezia (SE), Regno Unito (GB). In Tabella 42 vengono mostrati i risultati ottenuti per la seguente analisi.

Tabella 45 - Suddivisione brevetti dataset completo per nazione dell'inventore top 15 paesi europei

Paese	Numero Brevetti	% Brevetti
Austria	2.254	2.7 %
Belgio	1.653	2 %
Danimarca	1.270	1.5 %
Finlandia	4.876	5.9 %
Francia	15.659	18.7 %
Germania	24.931	29.8 %
Grecia	201	0.2 %
Irlanda	1.470	1.7 %
Italia	3.607	4.3 %
Lussemburgo	110	0.13 %
Paesi Bassi	6.192	8.3 %
Portogallo	173	0.2 %
Spagna	1.824	2.2 %
Svezia	5.537	6.6 %
Regno Unito	13.824	15.77 %

Il paese con il maggior numero di brevetti per inventore risulta essere la Germania (29.8 %), seguita dalla Francia (18.7 %) e Regno Unito (15.77 %). Particolare rilievo hanno anche i paesi nordici, Finlandia, Norvegia, Danimarca, Svezia e Paesi Bassi che si attestano su una rispettiva percentuale di circa il 6 % di brevetti. L'Italia con il 4.3 % si attesta sulla parte centrale della classifica dei top 15 paesi europei, come già analizzato in precedenza, infatti, rispetto agli altri paesi europei come Germania, Francia e Regno Unito, la penisola italiana ha numero molto inferiore, anche se negli ultimi anni l'attività brevettuale è in continua crescita.



Figura 33 - Copertura brevettuale dataset completo

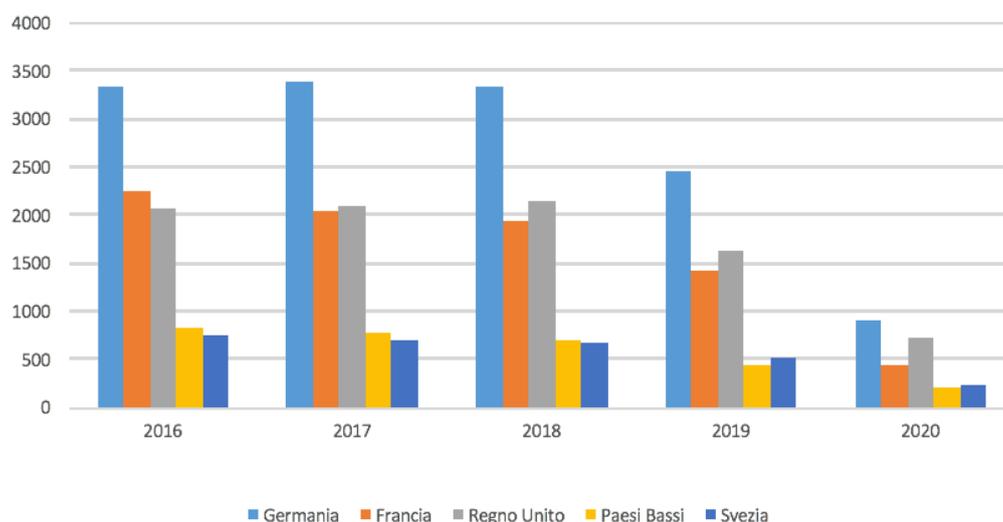
### II.3.5.5 Tasso di crescita inventori nei top 5 paesi europei nel periodo 2016 – 2020

Un'ulteriore analisi approfondita è stata effettuata per monitorare numero e il relativo tasso di crescita di brevetti per inventori appartenenti ai primi 5 paesi europei per numero di inventori negli anni 2016 – 2020.

Tabella 46 - Numero e tasso di crescita inventori appartenenti ai primi 5 paesi europei per numero di brevetti dal 2016 al 2020

Paese	Brevetti 2016	G. Rate	Brevetti 2017	G. Rate	Brevetti 2018	G. Rate	Brevetti 2019	G. Rate	Brevetti 2020	G. Rate
Germania	3.342	-1.8 %	3.386	1.3 %	3.326	-1.7 %	2.447	-32 %	894	-63.4 %
Francia	2.243	-6.6 %	2.046	-8.7 %	1.932	- 5.5%	1.416	- 26.7 %	441	- 68.8%
Regno Unito	2.066	- 0.48 %	2.084	0.87 %	2.154	3.3 %	1.635	-24 %	724	-55.7 %
Paesi Bassi	834	6.5 %	783	- 6.1%	698	-10.8 %	447	- 35.9 %	208	-53.4 %
Svezia	763	3.8 %	695	-8.9 %	673	- 3.1%	528	- 21.5 %	222	-57.9 %

Dai dati raccolti in tabella 43, si evince che tra il 2016 e il 2017 i Paesi Bassi sono risultati essere il paese con il maggior numero di inventori con un tasso di crescita di circa il 6 %. Nello stesso arco temporale paesi come la Germania e la Francia hanno invece avuto un calo rispetto agli anni precedenti. Nel 2018 tutti i primi 5 top paesi europei hanno avuto un calo del numero di inventori, con i Paesi Bassi che hanno registrato un calo di circa 11 %, unico paese che ha continuato la propria crescita è risultato essere il Regno Unito con un aumento del numero di inventori pari al 3.3 %. Il biennio 2019 – 2020 è risultato un biennio ampiamente negativo per tutti i 5 paesi europei con un calo di inventori medio di circa il 30 % per il 2019 e di circa il 60 % per il 2020. Questo calo è in linea con i risultati raccolti nelle precedenti analisi che hanno mostrato come nel 2020 vi sia stato un calo dell'attività di Ricerca e brevettazione presumibilmente a causa della situazione pandemica globale causata dal COVID-19.



*Figura 34 - Istogramma numero inventori top 5 paesi europei dal 2016 al 2020*

In termini assoluti, da un confronto completo, come mostrato in Figura 30, il paese trainante nel periodo 2016-2020 risulta essere la Germania, seguita dalla Francia e dall'Inghilterra. Il divario tra il paese tedesco e gli altri paesi analizzati risulta essere abbastanza ampio, mentre il divario tra la coppia Francia – Regno Unito e Paesi Bassi – Svezia risulta essere sottile.

## CONCLUSIONI

L'obiettivo di questa tesi era quello di fornire una mappatura e analisi sulle innovazioni verdi e digitali, diffuse negli ultimi 20 anni, a livello globale, e di focalizzare l'attenzione sull'intreccio tra questi due categorie di innovazioni. A tal fine sono state dapprima analizzati i concetti di innovazione verde e digitale con le rispettive tecnologie e si è posta l'attenzione anche sulle cosiddette tecnologie green ICT sviluppatesi negli ultimi anni e riguardanti proprio l'interconnessione tra il verde e il digitale. Poiché il concetto di innovazione viene misurato in maniera tangibile attraverso l'attività di brevettazione, sono state studiate e analizzate le differenti classificazioni presenti in letteratura, create da enti e organizzazioni ufficiali di tutto il mondo. Attraverso queste classificazioni si è avuta una visione generale e allo stesso tempo dettagliata delle varie sotto categorie appartenenti alle due tipologie di innovazioni. Sono state inoltre analizzate tre differenti tecniche o metodologie proposte in letteratura per l'individuazione di brevetti inerenti le innovazioni green ICT. Grazie a queste analisi letterarie si è potuti affrontare la fase di analisi empirica, con la raccolta dei dati brevettuali, mediante database Orbit, inerenti le innovazioni digitali, verdi e green ICT utilizzando le classificazioni ufficiali (WIPO Green Inventory e Y-TAG per le classificazioni delle innovazioni verdi e IPC ICT OCSE e Schmoch per le classificazioni delle innovazioni digitali). Per l'individuazione delle innovazioni green ICT è stata utilizzata una delle metodologie esaminate in letteratura, che definisce l'innovazione green ICT quella innovazione avente nel proprio brevetto almeno un codice di classificazione verde e almeno un codice di classificazione digitale. Dai brevetti raccolti per le differenti tipologie di innovazione sono stati creati dei dataset, utilizzati su Stata per effettuare le analisi descrittive e statistiche, utili al lavoro di ricerca. Dai risultati ottenuti, si nota come primo aspetto che il numero dei brevetti riguardanti le innovazioni digitali per il periodo analizzato dal 2000 al 2020 è risultato essere circa 3 volte superiore a quello delle innovazioni verdi. In particolare il numero di brevetti puramente digitali trovato è risultato essere pari a 415.136, quello delle innovazioni puramente verdi 156.526, mentre quello delle innovazioni green ICT 259.985. Focalizzando l'attenzione su questo tipo di innovazioni, dei dati di particolare importanza sono stati riscontrati analizzando lo share dei brevetti green ICT. Negli ultimi 20 anni, circa il 75 % di brevetti classificati nel database Orbit come digitali sono appartenenti alle innovazioni green ICT, mentre la quota di innovazioni catalogate da Orbit come verdi e appartenenti in realtà a innovazioni green ICT sono pari a circa l'8%. Questo risultato è coerente con quelli analizzati in letteratura e rispecchia il fatto che in genere sono le innovazioni digitali ad adattarsi alla componente verde. Analizzando il trend annuo del numero di brevetti pubblicati, le innovazioni digitali hanno avuto una crescita superiore rispetto a quelle verdi. In particolare, la crescita delle innovazioni digitali si è avuta a partire dai primi anni del 2000, grazie al sempre più crescente sviluppo delle tecnologie nel campo informatico – digitale, con una crescita sempre più esponenziale dal 2010 in poi. Invece, il numero di innovazioni verdi nel primo decennio del 2000 è stato abbastanza lento e soltanto dal 2015 in poi è iniziata ad esserci una notevole crescita, grazie alla diffusione della sensibilità e politiche ambientali. Negli ultimi anni le innovazioni green ICT risultano essere sempre più in crescita, tecnologie digitali come IoT, 5G e Bluetooth stanno favorendo sempre più lo sviluppo di prodotti digitali con componente verde al fine di migliorare la qualità ambientale. Il numero maggiore di brevetti digitali rispetto a quelli verdi viene

rispecchiato anche nei settori tecnologici.

Nei primi 10 settori tecnologici dominanti per numero di brevetto del dataset completo, i primi 5 (computer technology, comunicazione digitale e telecomunicazioni, tecnologie audio visive, metodi IT per il management) appartengono al dominio informatico – digitale. Per quanto riguarda le innovazioni puramente digitali i settori maggiormente diffusi risultano essere computer technology, energetico ed elettrico, mentre per le innovazioni verdi i primi tre settori risultano quello elettrico, energetico ed il settore riguardanti l'ingegneria delle pompe e turbine.

L'importanza del settore elettrico ed energetico presente nelle due categorie di innovazioni pure viene rispecchiato anche per le innovazioni green ICT, seguito dal settore computer technology. Infatti dall'analisi si dimostra che la maggior parte di queste innovazioni comprende tutto ciò che riguarda il riscaldamento indoor e outdoor, sistema di gestione dell'energia, macchinari, sensoristica IoT green, smart home e cities, tecnologie sempre più diffuse negli ultimi anni. Per quanto riguarda la suddivisione per paese, l'America e la Cina si presentano come paesi leader per il numero di brevetti pubblicati e concessi riguardanti le innovazioni verdi e digitali. In particolare la Cina è un paese trainante per quanto riguarda il numero di innovazioni verdi, mentre l'America per le innovazioni digitali. L'Europa e il Giappone, invece, si trovano distanti rispetto ai due paesi citati, anche se nell'ultimo decennio hanno incrementato notevolmente il numero di innovazioni, soprattutto in Europa si è avuto un incremento sostanziale del numero di brevetti verdi e green ICT, favorito anche dalle politiche di sviluppo sostenibile attuate di recente dall'Unione Europea. Nonostante la Cina sia leader come paese per numero di brevetti pubblicati e concessi, non lo è per quanto riguarda il numero di inventori. Dai risultati ottenuti l'America, seguita dall'Europa, risulta essere il paese leader per numero di inventori sia di innovazioni puramente digitali che di innovazioni green ICT, mentre l'Europa, seguita dall'America risulta essere il paese leader per inventori riguardanti innovazioni puramente verdi. Questo risultato è abbastanza significativo, e dimostra il fatto che la maggior parte delle innovazioni verdi brevettate in Cina non sono state sviluppate nel continente Asiatico, ma sono innovazioni la cui origine è in prevalenza americana o europea. Analizzando il contesto europeo, il paese leader per numeri di brevetti sia digitali che verdi risulta essere la Germania, seguito dalla Francia e dal Regno Unito. In particolare, per il periodo analizzato la sola Germania presenta un numero di brevetti superiore agli altri quattro più grandi paesi europei (Regno Unito, Francia, Italia e Spagna). L'Italia si conferma essere un paese abbastanza debole per numero di brevetti, sia dal punto di vista di brevetti verdi che digitali, anche se si prevede un incremento nei prossimi anni dell'attività brevettuale in tecnologie verdi grazie al piano di sviluppo di transizione ecologica voluto dal governo italiano. Un risultato di particolare importanza riguarda il periodo di fine 2019 e tutto il 2020, indipendentemente dai paesi analizzati si è registrato un calo dell'attività brevettuale e quindi del numero di innovazioni sviluppate abbastanza elevato. Questo calo è giustificabile con l'avvento della pandemia relativa al COVID – 19, che ha portato all'arresto delle attività di brevettazione e di ricerca e sviluppo in tutto il mondo. Nonostante questo arresto, si stima che nei prossimi anni l'attività brevettuale e di ricerca e sviluppo continuerà a crescere non solo dal punto di vista digitale – informatico, ma anche verde ponendo l'attenzione sulla tematica ambientale intrecciata allo sviluppo del digitale, per favorire il miglioramento ecologico globale.

## RINGRAZIAMENTI

A termine di questo lavoro di tesi vorrei fare un enorme ringraziamento alla professoressa Colombelli per la disponibilità e la grande professionalità mostrata durante i 6 mesi di lavoro e per avermi proposto la tematica trattata, abbastanza attuale e che da subito ha suscitato un forte interesse in me.

Un ulteriore ringraziamento speciale vorrei dedicarlo alla professoressa Ravetti, sempre disponibile, tempestiva e pronta a chiarire qualsiasi dubbio e di grande aiuto nel lavoro svolto, soprattutto durante la fase di raccolta e metodologia dei dati utilizzati per l'analisi.

Una menzione particolare vorrei farla ai miei genitori, che mi hanno sostenuto in tutti questi anni di carriera universitaria, sia nei momenti belli che meno. Dedico a loro questo lavoro effettuato e li ringrazio infinitamente per tutto ciò che hanno fatto per me e continuano a fare.

Infine vorrei ringraziare tutti gli amici, sia i colleghi conosciuti durante il percorso universitario al Politecnico con il quale abbiamo trascorso giornate sia di svago che di studio intenso, affrontato progetti di gruppo ed esperienze indimenticabili. Ringrazio anche gli amici di sempre e i miei parenti più stretti.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bob Hinings, Thomas Gegenhuber, Royston Greenwood, “*Digital innovation and transformation: An institutional perspective*”, *Information and Organization* (2018).
- [2] Mateus A., “*DESI 2015 Digital Economy and Society Index Methodological note*”, *EU Comm. Bruxelles* (2015).
- [3] Joaquín Ordieres-Meré, Tomás Prieto Remón, Jesús Rubio, “*Digitalization: An Opportunity for Contributing to Sustainability From Knowledge Creation*”, *Sustainability* (2020).
- [4] Bilge, P.; Seliger, G.; Badurdeen, F.; Jawahir, I. A novel framework for achieving sustainable value creation through industrial engineering principles. *Procedia CIRP* (2016).
- [5] Francesco Calza, Adele Parmentola, Ilaria Tutore, “*Types of green innovations: ways of implementation in a non-green industry*”, *Sustainability* (2017).
- [6] Monika Singh, Ganesh Prasad Sahu, “*Towards adoption of Green IS: A literature review using classification methodology*”, *International Journal of Information Management* (2019).
- [7] Rajiv Kohli, Nigel P. Melville, “*Digital innovation: A review and synthesis*”, *Info Systems* (2018).
- [8] Youngjin Yoo, Kalle Lyytinen, Richard Boland, Nicholas Berente, James Gaskin, Doug Schutz, Nikhil Srinivasan, “*The Next Wave of Digital Innovation: Opportunities and Challenges*”, *Digital Challenges in Innovation Research* (2010).
- [9] R. Sparrefors, T. Werner, J. Ehrving, “*Understanding digital patents*”, *White paper* (2019).
- [10] Y. Ménière, I. Rudyk, J. Valdes, “*Patents and the Fourth Industrial Revolution: The inventions behind digital transformation*”, EPO (2017).
- [11] Eurostat indicators on High-tech industry and Knowledge, IPC ICT OCSE (2003) [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/pat\\_esms\\_an2.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/pat_esms_an2.pdf)
- [12] U. Schmoch, “*Concept of a Technology Classification for Country Comparisons*”, *Final Report to the World Intellectual Property Organisation* (2008).
- [13] B. Van Looy, C. Vereyen, U. Schmoch, “*Patent Statistics: Concordance IPC V8 – NACE REV.2 (version 2.0)*”, *Eurostat* (2015).

- [14] T. Inaba, M. Squicciarini, “*ICT: A new taxonomy based on the international patent classification*”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* (2017).
- [15] Tomoo Machiba, “*The future of Eco-Innovation: The Role of Business Models in Green Transformation*”, *OECD Background Paper* (2012).
- [16] Phey-Chen Ch’ng, Jeffrey Cheah, Azlan Amran, “*Eco-innovation practices and sustainable business performance*”, *Journal of Cleaner Production* (2020).
- [17] M. Charter, T Clark, “*Sustainable Innovation. The Centre for Sustainable Design*”, *Farnham* (2007).
- [18] A. Reid, M. Miedzinski, “*Eco-Innovation. Final report for sectorial innovation watch*”, *Systematic Eco-Innovation Report* (2008).
- [19] T. Machiba, “*Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation*”, *Synthesis Report OECD* (2017).
- [20] R. Kemp, P. Pearson, “*Final Report MEI Project about Measuring Eco – Innovation*”, *UNU – MERIT* (2008).
- [21] P.R. “*Mobilità sostenibile: il futuro dell’automotive*”, *Brumbrum* (2019).
- [22] “*Climate change mitigation technologies in Europe – evidence from patent and economic data*”, *EPO - UNEP* (2015).
- [23] J. Hurtado-Albir, S. Angelucci, K. Karachalios, N. Thumm, “*Finding sustainable technologies in patents*”, *EPO Report* (2019).
- [24] James Nurton, “*Patenting trends in renewable energy*”, *Wipo Magazine* (2020).
- [25] Sophie Loran, Moses Osani, “*A decade of renewable energy investment, led by solar, tops USD 2.5 trillion*”, *United Nations Environment Programme* (2019).
- [26] WIPO IP Portal, IPC Green Inventory (2010)  
[https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/green\\_inventory/table.html](https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/green_inventory/table.html)
- [27] V. Veefkind, J. Hurtado-Albir, S. Angelucci, K. Karachalios, N. Thumm, “*A new EPO classification scheme for climate change mitigation technologies*”, *World Patent Information* (2012).
- [28] I. Hašič, M. Migotto, “*Measuring Environmental Innovation using patent data: policy relevance*”, *Organisation for Economic Cooperation and Development* (2015).
- [29] OECD, *Green Growth Indicators 2017, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris* (2017).

- [30] OECD, ENV-tech search strategies, version for OECDstat (2016), [https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/ENV-tech\\_search\\_strategies\\_version\\_for\\_OECDstat\\_\(2016\).pdf](https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/ENV-tech_search_strategies_version_for_OECDstat_(2016).pdf)
- [31] R. Frietsch, P. Neuhäusler, O. Rothengatter, K. Jonkers, “*Societal Grand Challenges from a technological perspective – Methods and identification of classes of the International Patent Classification IPC*”, *Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis* (2016).
- [32] S. Angelucci, F. J. Hurtado-Albir, A. Volpe, “*Supporting global initiatives on climate change: The EPO's “Y02-Y04S” tagging scheme*”, *World Patent Information* (2017).
- [33] M. D. Amore, M. Bennedsen, “*Corporate governance and green innovation*”, *Journal of Environmental Economics and Management* (2015).
- [34] C. E. Carrion-Flores, R. Innes, “*Environmental innovation and environmental performance*”, *Journal of Environmental Economics and Management* (2010).
- [35] D. Popp, R. Newell, “*Where does energy R&D come from? Examining crowding out from energy R&D*”, *Energy Economics* (2012).
- [36] V. Ilchenko, “*Sustainability Technology: The Best Examples of Implementation*”, *ByteAnt* (2020).
- [37] Celine Herweijer, Dominic Waughray, “*Harnessing Artificial Intelligence for the Earth*”, *Fourth Industrial Revolution for the Earth* (2018).
- [38] R. Verdone, “*Automobili e 5G zero emissioni*”, *AgendaDigitale* (2019).
- [39] M. Casini, “*Green Technology for Smart Cities*”, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ* (2017).
- [40] E. Marchesoni, “*Blockchain per la sostenibilità: tutte le opportunità della tecnologia e come sfruttarle*”, *AgendaDigitale* (2019).
- [41] M. Kranz, “*Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry*”, *Wiley* (2016).
- [42] Ramundo L., Taisch M., Terzi S., “*State of the art of technology in the food sector value chain towards the IoT. In Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI)*”, *IEEE 2ndInternational Forum* (2016).
- [43] United Nations Environment Programme (UNEP), European Patent Office (EPO), “*Climate change mitigation technologies in Europe – evidence from patent and economic data*” (2015).

- [44] G. Cecere, S. Rexhäuser, P. Schulte, “*From less promising to green? Technological opportunities and their role in (green) ICT innovation*”, *Economics of Innovation and New Technology* (2019).
- [45] G. Cecere, N. Corrocher, C. Gossart, M. Ozman, “Technological pervasiveness and variety of innovators in Green ICT: A patent-based analysis”, *Research Policy* (2014).
- [46] Questel, *Orbit Intelligence software*,  
<https://www.questel.com/business-intelligence-software/orbit-intelligence/>
- [47] Questel IP Business Intelligence, *FamPat rules* (2020).
- [48] European Commission, “*NACE Rev.2 – Statistical classification of economic activities in the European community*”, *Eurostat methodologies and working papers* (2008).
- [49] “*Y04S classification scheme*”, *Cooperative Patent Classification* (2020),  
<https://www.uspto.gov/web/patents/classification/cpc/pdf/cpc-scheme-Y04S.pdf>
- [50] Espacenet, “*Publication number*”, *Ricerca brevetti in collaborazione con l’Ufficio Europeo Brevetti* (2020),  
[https://it.espacenet.com/help?locale=it\\_IT&method=handleHelpTopic&topic=publicationnumber](https://it.espacenet.com/help?locale=it_IT&method=handleHelpTopic&topic=publicationnumber)
- [51] USPTO United States Patent and Trademark Office, “*Country Code and WIPO Table*”, <https://www.uspto.gov/patents-application-process/applying-online/country-codes-wipo-st3-table>
- [52] EPO, “*Patent Index 2019 Statistics at a glance*”, European Patent Office (2020).
- [53] S.Dutta, B.Lanvin, S. Wunsch-Vincent, “*Global innovation index 2020 Who will finance innovation?*”, WIPO (2020).

## ELENCO DELLE FIGURE

- Figura 1** - Emissioni CO2 nel corso degli anni (Fonte: Global Carbon Project)
- Figura 2** - Theoretical framework innovazione digitale (Fonte: [7])
- Figura 3** - Crescita brevetti innovazioni digitali (Fonte: EPO 2017)
- Figura 4** - Crescita brevetti campo Digital communication (Fonte: EPO 2019)
- Figura 5** - Crescita brevetti campo Computer Technology (Fonte EPO 2019)
- Figura 6** - Applicazioni dell'innovazione digitale per il cambiamento climatico (Fonte: PwC research)
- Figura 7** - Impatto delle tecnologie ICT sulla filiera agroalimentare
- Figura 8** - Numero di brevetti Green ICT (Fonte: UNEP/EPO Report, 2015)
- Figura 9** - Prima metodologia di estrazione brevetti Green ICT (Fonte: [44])
- Figura 10** - Seconda metodologia di estrazione brevetti Green ICT (Fonte: [45])
- Figura 11** - Diagramma di Venn tipologia di brevetti
- Figura 12** - Percentuale di brevetti verdi e digitali appartenenti all'intreccio green ICT
- Figura 13** - Trend brevetti di differenti categorie dal 2000 al 2020
- Figura 14** - Percentuale stato legale brevetti puramente digitali
- Figura 15** - Percentuale stato legale brevetti puramente verdi
- Figura 16** - Percentuale stato legale brevetti green ICT
- Figura 17** - Top 10 settori innovazioni puramente digitali
- Figura 18** - Top 10 settori innovazioni puramente verdi
- Figura 19** - Top 10 settori innovazioni Green ICT
- Figura 20** - Top 10 settori dataset completo
- Figura 21** - Istogramma paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti
- Figura 22** - Istogramma innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 - 2010
- Figura 23** - Istogramma innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 - 2020
- Figura 24** - Trend brevetti per anno di applicazione
- Figura 25** - Istogramma numero brevetti di innovazioni puramente verdi applicati per anno in differenti paesi
- Figura 26** - Istogramma numero brevetti di innovazioni puramente digitali applicati per anno in differenti paesi
- Figura 27** - Istogramma numero brevetti di innovazioni green ICT applicati per anno in differenti paesi

**Figura 28** - Suddivisione brevetti dataset completo per numero di pubblicazioni

**Figura 29** - Suddivisione brevetti dataset completo per nazione dell'inventore

**Figura 30** - Istogramma numero di inventori innovazioni puramente digitali dal 2016 al 2020 per differenti paesi

**Figura 31** - Istogramma numero di inventori innovazioni puramente verdi dal 2016 al 2020 per differenti paesi

**Figura 32** - Istogramma numero di inventori innovazioni green ICT dal 2016 al 2020 per differenti paesi

**Figura 33** - Copertura brevettuale dataset completo

**Figura 34** - Istogramma numero inventori top 5 paesi europei dal 2016 al 2020

## ELENCO DELLE TABELLE

**Tabella 1** – Schema di classificazione delle CCMT

**Tabella 2** – Numero brevetti verdi per anni di pubblicazione (Fonte: Economics and Statistics Division, WIPO)

**Tabella 3** – Schema di classificazione Y02-Y04S per le tecnologie di mitigazione ambientale (Fonte: EPO 2018)

**Tabella 4** – Schema di classificazione Y02E (Fonte: EPO 2018)

**Tabella 5** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE

**Tabella 6** – Ricerca brevettuale per classificazione Schmoch

**Tabella 7** – Ricerca brevettuale per classificazione J – TAG

**Tabella 8** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC WIPO Green Inventory

**Tabella 9** – Ricerca brevettuale per classificazione Y – TAG EPO

**Tabella 10** – Ricerca brevettuale per classificazione OCSE ENV – TECH

**Tabella 11** – Ricerca brevettuale per classificazione OCSE ENV – TECH + Smart Grids

**Tabella 12** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x WIPO Green

**Tabella 13** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x Y – TAG EPO

**Tabella 14** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x ENV – TECH OCSE

**Tabella 15** – Ricerca brevettuale per classificazione IPC ICT OCSE x ENV – TECH OCSE + Smart Grids

**Tabella 16** – Ricerca brevettuale per classificazione Schmoch x IPC WIPO Green

**Tabella 17** – Ricerca brevettuale per classificazione Schmoch x Y – TAG; Schmoch x ENV – TECH OCSE; Schmoch x ENV – TECH OCSE + Smart Grids

**Tabella 18** – Ricerca brevettuale per classificazione J – TAG x IPC WIPO Green

**Tabella 19** – Ricerca brevettuale per classificazione J – TAG x Y – TAG EPO; J – TAG x ENV – TECH OCSE; J – TAG x ENV – TECH OCSE + Smart Grids

**Tabella 20** – Panoramica generale ricerche brevettuali per differenti classificazioni verdi e digitali

**Tabella 21** – Panoramica generale brevetti green ICT per differenti classificazioni

**Tabella 22** – Panoramica generale ricerche brevettuali in Italia per differenti classificazioni verdi e digitali

**Tabella 23** – Panoramica generale brevetti green ICT in Italia per differenti classificazioni

**Tabella 24** – Numero brevetti puramente digitali per differente classificazione

- Tabella 25** – Numero brevetti puramente verdi per differente classificazione
- Tabella 26** – Numero brevetti per differente tipologia di Dataset
- Tabella 27** – Quota di brevetti digitali e verdi appartenenti all'intreccio Green ICT per il periodo 2000 - 2010
- Tabella 28** – Quota di brevetti digitali e verdi appartenenti all'intreccio Green ICT per il periodo 2010 - 2020
- Tabella 29** – Numero brevetti dataset completo relativi ai top 10 settori
- Tabella 30** – Paesi leader nei top 10 settori tecnologici dominanti
- Tabella 31** – Trend innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2000 - 2010
- Tabella 32** – Trend innovazioni nei top 10 settori tecnologici dominanti negli anni 2010 - 2020
- Tabella 33** – Numero brevetti dei differenti dataset applicati per anno
- Tabella 34** – Tasso di crescita annuale per le diverse innovazioni dal 2010 al 2020
- Tabella 35** – Numero brevetti di innovazioni puramente verdi applicati per anno in differenti paesi
- Tabella 36** – Numero brevetti di innovazioni puramente digitali applicati per anno in differenti paesi
- Tabella 37** – Numero brevetti di innovazioni green ICT applicati per anno in differenti paesi
- Tabella 38** – Suddivisione diverse tipologie brevetti per numero di pubblicazioni nei diversi continenti
- Tabella 39** – Suddivisione brevetti innovazioni puramente digitali per nazione dell'inventore
- Tabella 40** – Suddivisione brevetti innovazioni puramente verdi per nazione dell'inventore
- Tabella 41** – Suddivisione brevetti innovazioni Green ICT per nazione dell'inventore
- Tabella 42** – Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni puramente digitali
- Tabella 43** – Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni puramente verdi
- Tabella 44** – Numero e tasso di crescita dal 2016 al 2020 inventori innovazioni green ICT
- Tabella 45** – Suddivisione brevetti dataset completo per nazione dell'inventore top 15 paesi europei
- Tabella 46** – Numero e tasso di crescita inventori appartenenti ai primi 5 paesi europei per numero di brevetti dal 2016 al 2020

## APPENDICE

### SEZIONE A

#### Codici classificazione IPC ICT OCSE relativi alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni digitali nel settore dell'information & communication technology (ICT).

Fonte: Eurostat,

[https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/pat\\_esms\\_an2.pdf](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/Annexes/pat_esms_an2.pdf)

IPC subclass	Definition	ICT group	
G01C 11/36	Videogrammetry, i.e. electronic processing of video signals from different sources to give parallax or range information	Telecommunications	
G08C	Transmission systems for measured values, control or similar signals		
G09C	Ciphering or deciphering apparatus for cryptographic or other purposes involving the need for secrecy		
H01P	Waveguides; resonators, lines, or other devices of the waveguide type		
H01Q	Aerials		
H01S3/(025, 043, 063, 067, 085, 0933, 0941, 103, 133, 18, 19, 25)	Lasers, i.e. devices for generation, amplification, modulation, demodulation, or frequency-changing, using stimulated emission, of infra-red, visible, or ultra-violet waves (Structural details or components not essential to laser action, Cooling arrangements, Waveguide lasers, e.g. laser amplifiers, Fibre lasers, Construction or shape of the optical resonator, Processes or apparatus for excitation, using optical pumping of a semiconductor, e.g. light emitting diode, of a semiconductor laser, e.g. of a laser diode, Arrangements for controlling the laser output parameters, e.g. by operating on the active medium (transmission systems employing light, Stabilisation of laser output parameters, Structure or shape of the active region; Materials therefore comprising PN junctions, e.g. hetero- or double- hetero-structures, Arrangement of two or more semiconductor lasers)		
H01S5	Semi-conductor lasers		
H03B	Generation of oscillations, directly or by frequency-changing, by circuits employing active elements which operate in a non-switching manner; generation of noise by such circuits		
H03C	Modulation		
H03D	Demodulation for transference of modulation from one carrier to another		
H03H	Impedance networks, e.g. resonant circuits; resonators		
H03M	Coding, decoding or code conversion, in general		
H04B	Transmission		
H04J	Multiplex communication		
H04K	Secret communication; jamming of communication		
H04L	Transmission of digital information, e.g. telegraphic communication		
H04M	Telephonic communication		
H04Q	Selecting		
G11B	Information storage based on relative movement between record carrier and transducer		
H03F	Amplifiers		
H03G	Control of amplification		
H03J	Tuning resonant circuits, selecting resonant circuits		

H04H	Broadcast communication	Computers, office machinery
H04N	Pictorial communication, e.g. television	
H04R	Loudspeakers, microphones, gramophone, pick-ups or like acoustic electromechanical transducers; deaf-aid sets; public address systems	
H04S	Stereophonic systems	
B07C	Postal sorting, sorting individual articles, or bulk material fit to be sorted piece-mail, e.g. by picking	
B41J	Typewriters; selective printing mechanisms, i.e. mechanisms printing otherwise than from a form; correction of typographical errors	
B41K	Stamps; stamping or numbering apparatus or devices	
G02F	Devices or arrangements, the optical operation of which is modified by changing the optical properties of the medium of the devices or arrangements for the control of the intensity, colour, phase, polarisation or direction of light, e.g. switching, gating, modulating or demodulating; techniques or procedures for the operation thereof; frequency-changing; non-linear optics; optical logic elements; optical analogue/digital converters	
G03G	Electrography; electrophotography; magnetography	
G05F	Systems for regulating electric or magnetic variables	
<b>C40B 60/00 - 60/14</b>	Apparatus specially adapted for use in combinatorial chemistry or with libraries	
G07	Checking-devices	
G09G	Arrangements or circuits for control of indicating devices using static means to present variable information	
G10L	Speech analysis or synthesis; speech recognition	
G11C	Static stores	
H03K	Tuning resonant circuits; selecting resonant circuits	Other ICT
H03L	Automatic control, starting, synchronisation, or stabilisation of generators of electronic oscillations or pulses	
G01B	Measuring length, thickness, or similar linear dimensions; measuring angles; measuring areas; measuring irregularities of surfaces or contours	
<b>G01S 17/48</b>	Active triangulation systems, i.e. using the transmission and reflection of electromagnetic waves other than radio waves	
G01D	Measuring not specially adapted for a specific variable; arrangements for measuring two or more variables not covered by a single other subclass; tariff metering apparatus; measuring or testing not otherwise provided for	
G01F	Measuring volume, volume flow, mass flow, or liquid level; metering by volume	
G01G	Weighing	
G01H	Measurement of mechanical vibrations or ultrasonic, sonic or infrasonic waves	
G01J	Measurement of intensity, velocity, spectral content, polarisation, phase or pulse, characteristics of infra-red, visible or ultra-violet light; colorimetry; radiation pyrometry	
G01K	Measuring temperature; measuring quantity of heat; thermally-sensitive elements not otherwise provided for	
G01L	Measuring force, stress, torque, work, mechanical power, mechanical efficiency, or fluid pressure	
G01M	Testing static or dynamic of machines or structures; testing structures or apparatus not otherwise provided for	
<b>B01J 20/281 - 20/292</b>	Sorbents specially adapted for preparative, analytical or investigative chromatography, porous sorbents, based on silica, based on alumina, based on polymers, phases chemically bonded to a substrate, e.g. to silica or to polymers, non-polar phases; Reversed phases, polar phases, bonded via a spacer, chiral phases, gel sorbents, liquid sorbents	
G01P	Measuring linear or angular speed, acceleration, deceleration, or shock; indicating presence, absence, or direction, of movement	
G01R	Measuring electric variables; measuring magnetic variables	
G01V	Geophysics; gravitational measurements; detecting masses or objects; tags	
G01W	Meteorology	
G02B6	Light guides; Structural details of arrangements comprising light guides and	

	other optical elements, e.g. couplings	Other ICT
G05B	Control or regulating systems in general; functional elements of such systems; monitoring or testing arrangements for such systems or elements	
G08G	Traffic control systems	
G09B	Educational or demonstration appliances; appliances for teaching, or communicating with, the blind, deaf or mute; models; planetaria; globes; maps; diagrams	
H01B11	Communication cables or conductors	
H01J (11/, 13/, 15/, 17/, 19/, 21/, 23/, 25/, 27/, 29/, 31/, 33/, 40/, 41/, 43/, 45/)	Electric discharge tubes or discharge lamps (Gas-filled discharge tubes without any main electrode inside the vessel; Gas-filled discharge tubes with at least one main electrode outside the vessel, Discharge tubes with liquid-pool cathodes, e.g. metal-vapour rectifying tubes, Gas-filled discharge tubes with gaseous cathodes, e.g. plasma cathode, Gas-filled discharge tubes with solid cathode, Details of vacuum tubes of the types covered by group, Vacuum tubes, Details of transit-time tubes of the types covered by group, Transit-time tubes, e.g. klystrons, travelling-wave tubes, magnetrons, Ion beam tubes, Details of cathode-ray tubes or of electron-beam tubes of the types covered by group, Cathode-ray tubes; Electron-beam tubes, Discharge tubes with provision for emergence of electrons or ions from the vessel, Photoelectric discharge tubes not involving the ionisation of a gas, Discharge tubes and means integral therewith for measuring gas pressure; Discharge tubes for evacuation by diffusion of ions, Secondary-emission tubes; Electron-multiplier tubes, Discharge tubes functioning as thermionic generators	
H01L	Semiconductor devices; electric solid state devices not otherwise provided for	

## SEZIONE B

### Codici classificazione Schmoch relativi alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni digitali e tecnologie ICT, appartenenti all'area dell'Ingegneria elettrica.

Fonte: Ulrich Schmoch, "Concept of a Technology Classification for Country Comparisons", WIPO Report.

[https://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo\\_ipc\\_technology.pdf](https://www.wipo.int/export/sites/www/ipstats/en/statistics/patents/pdf/wipo_ipc_technology.pdf)

Area, field	IPC code
<b>I Electrical engineering</b>	
1 Electrical machinery, apparatus, energy	F21#, H01B, H01C, H01F, H01G, H01H, H01J, H01K, H01M, H01R, H01T, H02#, H05B, H05C, H05F, H99Z
2 Audio-visual technology	G09F, G09G, G11B, H04N-003, H04N-005, H04N-009, H04N-013, H04N-015, H04N-017, H04R, H04S, H05K
3 Telecommunications	G08C, H01P, H01Q, H04B, H04H, H04J, H04K, H04M, H04N-001, H04N-007, H04N-011, H04Q
4 Digital communication	H04L
5 Basic communication processes	H03#
6 Computer technology	(G06# not G06Q), G11C, G10L
7 IT methods for management	G06Q
8 Semiconductors	H01L

## SEZIONE C

### Codici classificazione J –TAG relativi alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni digitali e tecnologie ICT.

Fonte: ICT a new taxonomy based on the IPC, OECD working papers

[https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/ict-a-new-taxonomy-based-on-the-international-patent-classification\\_ab16c396-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/ict-a-new-taxonomy-based-on-the-international-patent-classification_ab16c396-en#page1)

Technology area	Sub area	IPC
1. High speed network	Digital communication technique	H03K, H03L, H03M, H04B1/69-1/719, H04J, H04L (excluding H04L9, H04L12/14) *H04L9, *H04L12/14
	Exchange, selecting	H04M3-13,19,99, H04Q
	Others	H04B1/00-1/68, H04B1/72-1/76, H04B3-17 (excluding H04B1/59, H04B5, H04B7), H04H *H04B1/59, *H04B5, *H04B7
2. Mobile communication		H04B7, H04W (excluding H04W4/24, H04W12) *H04W4/24, *H04W12
3. Security	Cyphering, authentication	G06F12/14, G06F21, G06K19, G09C, G11C8/20, H04K, H04L9, H04M1/66-665, H04M1/667-675, H04M1/68-70, H04M1/727, H04N7/167-7/171, H04W12
	Electronic payment	G06Q20, G07F7/08-12, G07G1/12-1/14, H04L12/14, H04W4/24 *G06Q30/02
4. Sensor and device network	Sensor network	G08B1/08, G08B3/10, G08B5/22-38, G08B7/06, G08B13/18-13/196, G08B13/22-26, G08B25, G08B26, G08B27, G08C, G08G1/01-065 *G06F17/40, *H04W84/18
	Electronic tag	H04B1/59, H04B5 *G01S13/74-84, *G01V3, *G01V15
	Others	*H04W84/10
5. High speed computing		G06F5, G06F7, G06F9, G06F11, G06F13, G06F15/00, G06F15/16-15/177, G06F15/18, G06F 15/76-15/82
6. Large-capacity and high speed storage		G06F3/06-3/08, G06F12 (exclude G06F12/14), G06K1-7, G06K13, G11B, G11C (exclude G11C8/20), H04N5/78-5/907 *G06F12/14, *G11C8/20
7. Large-capacity information analysis	Database	G06F17/30, G06F17/40
	Data analysis, simulation, management	G06F17/00, G06F17/10-17/18, G06F17/50, G06F19, G06Q10, G06Q30, G06Q40, G06Q50, G06Q90, G06Q99, G08G (exclude G08G1/01-065, G08G1/0962-0969) *G08G1/01-065, *G08G1/0962-0969
8. Cognition and meaning understanding		G06F17/20-17/28, G06K9, G06T7, G10L13/027, G10L15, G10L17, G10L25/63,66 *G06F15/18
9. Human-interface		H04M1 (exclude H04M1/66-665, H04M1/667-675, H04M1/68-70, H04M1/727), G06F3/01-3/0489, G06F3/14-3/153, G06F3/16, G06K11, G06T11/80, G08G1/0962-0969, G09B5, G09B7, G09B9 *H04M1/66-665, *H04M1/667-675, *H04M1/68-70, *H04M1/727, *G06F17/50, *G06K9, *G06T11, *G06T13, *G06T15, *G06T17-19
10. Imaging and sound technology	Imaging technique	H04N (excluding H04N5/78-5/907, H04N7/167-7/171), G06T1-9 (excluding G06T7), G06T11 (excluding G06T11/80), G06T13, G06T15, G06T17-19, G09G *H04N5/78-5/907, *H04N7/167-7/171, *G06T7, *G06T11/80
	Sound technique	H04R, H04S, G10L (excluding G10L13/027, G10L15, G10L17, G10L25/63,66) *G10L13/027, *G10L15, *G10L17, *G10L25/63,66
11. Information communication device	Electronic circuit	H03B, H03C, H03D, H03F, H03G, H03H, H03J
	Cable and conductor	H01B11
	Semiconductor	H01L29-33, H01L21, 25, 27, 43-51
	Optic device	G02B6, G02F, H01S5
	Others	B81B7/02, B82Y10, H01P, H01Q
12. Electronic measurement		G01S, G01V3, G01V8, G01V15
13. Others	Computer input-output	G06F3/00, G06F3/05, G06F3/09, G06F3/12, G06F3/13, G06F3/18
	Other related technique	G06E, G06F1, G06F15/02, G06F15/04, G06F15/08-15/14, G06G7, G06J, G06K15, G06K17, G06N, H04M15, H04M17

## SEZIONE D

### Codici classificazione WIPO Green Inventory relativi alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni verdi.

Fonte: [https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/green\\_inventory/](https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/green_inventory/)

TOPIC	IPC
<b>♣ ALTERNATIVE ENERGY PRODUCTION</b>	
▷ Bio-fuels	
Integrated gasification combined cycle (IGCC)	<a href="#">C10L 3/00</a> <a href="#">F02C 3/28</a>
▷ Fuel cells	<a href="#">H01M 4/86-4/98</a> , <a href="#">8/00-8/24</a> , <a href="#">12/00-12/08</a>
Pyrolysis or gasification of biomass	<a href="#">C10B 53/00</a> <a href="#">C10J</a>
▷ Harnessing energy from manmade waste	
▷ Hydro energy	
Ocean thermal energy conversion (OTEC)	<a href="#">F03G 7/05</a>
▷ Wind energy	<a href="#">F03D</a>
▷ Solar energy	<a href="#">F24S</a> <a href="#">H02S</a>
▷ Geothermal energy	<a href="#">F24T</a>
▷ Other production or use of heat, not derived from combustion, e.g. natural heat	<a href="#">F24T 10/00-50/00</a> <a href="#">F24V 30/00-50/00</a>
▷ Using waste heat	
Devices for producing mechanical power from muscle energy	<a href="#">F03G 5/00-5/08</a>
<b>♣ TRANSPORTATION</b>	
♣ Vehicles in general	
▷ Hybrid vehicles, e.g. Hybrid Electric Vehicles (HEVs)	<a href="#">B60K 6/00</a> , <a href="#">6/20</a>
Brushless motors	<a href="#">H02K 29/08</a>
Electromagnetic clutches	<a href="#">H02K 49/10</a>
Regenerative braking systems	<a href="#">B60L 7/10-7/22</a>
Electric propulsion with power supply from force of nature, e.g. sun, wind	<a href="#">B60L 8/00</a>
▷ Electric propulsion with power supply external to vehicle	<a href="#">B60L 9/00</a>
Combustion engines operating on gaseous fuels, e.g. hydrogen	<a href="#">F02B 43/00</a> <a href="#">F02M 21/02</a> , <a href="#">27/02</a>
Power supply from force of nature, e.g. sun, wind	<a href="#">B60K 16/00</a>
Charging stations for electric vehicles	<a href="#">H02J 7/00</a>
▷ Vehicles other than rail vehicles	
▷ Rail vehicles	<a href="#">B61</a>
▷ Marine vessel propulsion	
Cosmonautic vehicles using solar energy	<a href="#">B64G 1/44</a>

<b>ENERGY CONSERVATION</b>	
Storage of electrical energy	<a href="#">B60K 6/28</a> <a href="#">B60W 10/26</a> <a href="#">H01M 10/44-10/46</a> <a href="#">H01G 11/00</a> <a href="#">H02J 3/28, 7/00, 15/00</a>
▸ Power supply circuitry	<a href="#">H02J</a>
Measurement of electricity consumption	<a href="#">B60L 3/00</a> <a href="#">G01R</a>
Storage of thermal energy	<a href="#">C09K 5/00</a> <a href="#">F24H 7/00</a> <a href="#">F28D 20/00, 20/02</a>
▸ Low energy lighting	
▸ Thermal building insulation, in general	<a href="#">E04B 1/62, 1/74-1/80, 1/88, 1/90</a>
▸ Recovering mechanical energy	<a href="#">F03G 7/08</a>
<b>WASTE MANAGEMENT</b>	
Waste disposal	<a href="#">B09B</a> <a href="#">B65F</a>
▸ Treatment of waste	
Consuming waste by combustion	<a href="#">F23G</a>
▸ Reuse of waste materials	
▸ Pollution control	
<b>AGRICULTURE / FORESTRY</b>	
Forestry techniques	<a href="#">A01G 23/00</a>
Alternative irrigation techniques	<a href="#">A01G 25/00</a>
Pesticide alternatives	<a href="#">A01N 25/00-65/00</a>
▸ Soil improvement	<a href="#">C09K 17/00</a> <a href="#">E02D 3/00</a>
<b>ADMINISTRATIVE, REGULATORY OR DESIGN ASPECTS</b>	
Commuting, e.g., HOV, teleworking, etc.	<a href="#">G06Q</a> <a href="#">G08G</a>
Carbon/emissions trading, e.g. pollution credits	<a href="#">G06Q</a>
Static structure design	<a href="#">E04H 1/00</a>
<b>NUCLEAR POWER GENERATION</b>	
▸ Nuclear engineering	<a href="#">G21</a>
Gas turbine power plants using heat source of nuclear origin	<a href="#">F02C 1/05</a>

## SEZIONE E

### Codici classificazione Y – TAG EPO relativi alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni verdi e alle tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Fonte: “Finding sustainable technologies in patents”, EPO (2016).

[http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/6E41C0DF0D85C0ACC125773B005144DE/\\$File/finding\\_sustainable\\_technologies\\_in\\_patents\\_2016\\_en.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/6E41C0DF0D85C0ACC125773B005144DE/$File/finding_sustainable_technologies_in_patents_2016_en.pdf)

#### Y-TAG main scheme

Sub-group	Description	Comment
Y02B	Climate change mitigation technologies related to buildings, including housing and appliances or related end-user applications	Integration of renewables in buildings, lighting, HVAC (heating, ventilation and air conditioning), home appliances, elevators and escalators, constructional or architectural elements, ICT, power management
Y02C	Capture, storage, sequestration or disposal of greenhouse gases (GHG).	CO <sub>2</sub> capture and storage, also of other relevant GHG
Y02E	Climate change mitigation technologies in energy generation, transmission and distribution	Renewable energy, efficient combustion, nuclear energy, biofuels, efficient transmission and distribution, energy storage, hydrogen technology
Y02P	Climate change mitigation technologies in the production or processing of goods	Metal processing, chemical/petrochemical industry, minerals processing (e.g. cement, lime, glass), agroalimentary industries,
Y02T	Climate change mitigation technologies related to transportation	e-mobility, hybrid cars, efficient internal combustion engines, efficient technologies in railways and air/waterways transport
Y02W	Climate change mitigation technologies related to wastewater treatment or waste management	Wastewater treatment, solid waste management, bio packaging
Y04S	Smart grid technologies	Power networks operation, end-user applications management, smart metering, electric and hybrid vehicles interoperability, trading and marketing aspects

## Y02B: CCMTs related to buildings

Y02B	Description	Comment
10/00	Integration of renewable energy sources in buildings	Solar power, wind power and geothermal power, especially adapted end-user applications in buildings and dwellings
20/00	Energy efficient lighting technologies	Energy-saving measures for conventional technologies (e.g. for incandescent lamps) but also merging efficient technologies (e.g. so-called LED lamps) adapted for ambient lighting purposes
30/00	Energy efficient heating, ventilation or air conditioning [HVAC]	HVAC technologies and control/operational strategies with an added value in terms of efficiency (e.g. heat pumps for domestic hot water, high-efficiency boilers, efficient regulation, waste heat recovery)
40/00	Technologies aiming at improving the efficiency of home appliances	Energy efficient cooking, washing, vacuum cleaning
50/00	Energy efficient technologies in elevators, escalators and moving walkways	Energy savings, recuperation and storage elevators, escalators
60/00	Information and communication technologies (ICT) aiming at the reduction of own energy use	Energy-efficient computing and communication technologies
70/00	Technologies for an efficient end-user side electric power management and consumption	Use of switch mode power supplies and smart grid technologies in the more efficient power conditioning and management of loads and end-user applications in buildings
80/00	Architectural or constructional elements improving the thermal performance of buildings	Selected insulation technologies and construction elements (e.g. doors, windows, roofs) providing energy savings or benefitting from external conditions
90/00	Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation	Fuel cells and smart-grids (smart metering, particular telecommunication aspects) as enabling technologies contributing to a sustainable energy use in buildings

## Y02C: Greenhouse gas capture and storage

Y02C	Description
10/00	CO <sub>2</sub> capture or storage (not used, see subgroups)
10/02	Capture by biological separation
10/04	Capture by chemical separation
10/06	Capture by absorption
10/08	Capture by adsorption
10/10	Capture by membranes or diffusion
10/12	Capture by rectification and condensation
10/14	Subterranean or submarine CO <sub>2</sub> storage
20/00	Capture or disposal of GHG other than CO <sub>2</sub> (not used, see subgroups)
20/10	of nitrous oxide (N <sub>2</sub> O)
20/20	of methane
20/30	of perfluorocarbons [PFC], hydrofluorocarbons [HFC] or sulfur hexafluoride [SF <sub>6</sub> ]

## Y02E: CCMTs in energy generation, transmission and distribution

Y02E	Description	Comment
10/00	Energy generation through renewable energy sources	Geothermal, hydro, oceanic, solar (PV and thermal), wind
20/00	Combustion technologies with mitigation potential	CHP, CCPP, IGCC, synair, cold flame, etc.
30/00	Energy generation of nuclear origin	Fusion and fission
40/00	Technologies for efficient electrical power generation, transmission or distribution	Reactive power compensation, superconductors, smart grids for the efficient operation of power networks
50/00	Technologies for the production of fuel of non-fossil origin	Biofuels, from waste
60/00	Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emissions mitigation	Energy storage (batteries, ultracapacitors, flywheels), hydrogen technology, fuel cells, smart grids as enabling technology in power distribution
70/00	Other energy conversion or management systems reducing GHG emissions	Synergies among renewable energies, fuel cells and energy storage

## Y02P: CCMTs in the production or processing of goods

Y02P	Description	Comment
10/00	Technologies related to metal processing	Reduction of GHG emissions, process efficiency (recovery of materials, energy efficiency, use of renewables, cogeneration)
20/00	Technologies relating to chemical industry	General or product-oriented (e.g. chlorine, adipic acid, caprolactam ...) improvements of production processes
30/00	Technologies relating to oil refining and petrochemical industry	Emissions reduction, bio-feedstock, carbon capture and storage specific to hydrogen production, ethylene production
40/00	Technologies relating to the processing of minerals	Production or processing of cement, lime, glass, ceramic materials, sand, and stone
60/00	Technologies relating to agriculture, livestock or agroalimentary industries	Agricultural machinery, land use policy, afforestation and reforestation, livestock and poultry management, fishing, apiculture, food processing
70/00	Climate change mitigation technologies in the production process for final industrial or consumer products	CCMTs in the most common manufacturing operations (shaping, metal working ...), manufacturing of consumer goods
80/00	Climate change mitigation technologies for sector-wide applications	General purpose (in the area of industry) energy efficiency measure, use of renewables, minimisation of material use
90/00	Enabling technologies with a potential contribution to greenhouse gas [GHG] emissions mitigation	Smart factories, hydrogen technology and fuel cells in industry, management or planning, financial and normative instruments for climate change mitigation

## Y02W: CCMTs related to wastewater treatment and waste management

Y02W	Description	Comment
10/00	Technologies for wastewater treatment	Biological treatment of water and wastewater, sludge processing, use of renewables in wastewater treatment, valorisation of by-products,
30/00	Technologies for solid waste management	Waste collection and transportation, waste separation, reuse, recycling and recovery, mitigation of methane emissions in landfill sites, bio-organic fraction processing
90/00	Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to greenhouse gas [GHG] emissions mitigation	Biopackaging

## Y02T: CCMTs in transportation

Y02T	Description	Comment
10/00	Road transport of goods or passengers	Improved internal combustion engine based vehicles, hybrid vehicles, electric vehicles, energy storage specifically adapted for road transport, resistance reduction
30/00	Transportation of goods or passengers via railways	Energy recovery, alternative energy sources incorporation, lightweight construction, reduced resistance
50/00	Aeronautics or air transport	Drag reduction, weight reduction, efficient propulsion, energy efficient operational measures
70/00	Maritime or waterways transport	Improved hydrodynamics, lightweight materials, efficient propulsion, kites
90/00	Enabling technologies or technologies with a potential or indirect contribution to GHG emission mitigation.	Electric charging of vehicles (including smart grids as interface for battery charging of electric and hybrid vehicles), fuel cell technology and hydrogen technology especially adapted for transportation

## Y04S: Smart grids

Y04S	Description	Comment
10/00	Systems supporting electrical power generation, transmission or distribution	Remote operation of power networks
20/00	Systems supporting the management or operation of end-user stationary applications	Load management, smart metering
30/00	Systems supporting specific end-user applications in the transportation sector	Interoperability of electric and hybrid vehicles
40/00	Communication or information technology specific aspects supporting electrical power generation, transmission or distribution	Aspects concerning computing and the overlaying communication network
50/00	Market activities related to the operation of smart grids	Energy trading, billing, invoicing, buying or selling transactions, marketing

## SEZIONE F

**Codici classificazione ENV - TECH relativa alle sottoclassi appartenenti alle innovazioni verdi, in particolare, categoria “Environmental Management” e “Water-related adaptation technologies”. Le sottoclassi appartenenti alle tecnologie di mitigazione dei cambiamenti climatici, sono, le medesime riportate nella Sezione E.**

1. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	IPC class
1.1. AIR POLLUTION ABATEMENT	All classes from 1.1.1 to 1.1.3
1.1.1. Emissions abatement from stationary sources (e.g. SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , PM emissions from combustion plants)	
<b>Post-combustion technologies</b>	
Chemical or biological purification of waste gases ( e.g. engine exhaust gases, smoke, fumes, flue gases or aerosols; removing sulfur oxides, nitrogen oxides, etc.)	B01D53/34-72
Incinerators or other apparatus specially adapted for consuming waste gases or noxious gases	F23G7/06
Arrangements of devices for treating smoke or fumes of purifiers, e.g. for removing noxious material	F23J15
Shaft or like vertical or substantially vertical furnaces; Arrangements of dust collectors	F27B1/18
<b>Integrated technologies</b>	
Blast furnaces; Dust arresters	C21B7/22
Manufacture of carbon steel, e.g. plain mild steel, medium carbon steel, or cast-steel; Removal of waste gases or dust	C21C5/38
Combustion apparatus characterised by means for returning flue gases to the combustion chamber or to the combustion zone	F23B80
Combustion apparatus characterised by arrangements for returning combustion products or flue gases to the combustion chamber	F23C9
Apparatus in which combustion takes place in a fluidised bed of fuel or other particles	F23C10
1.1.2. Emissions abatement from mobile sources (e.g. NO <sub>x</sub> , CO, HC, PM emissions from motor vehicles)	
<b>Post-combustion technologies</b>	
Processes, apparatus or devices specially adapted for purification of engine exhaust gases	B01D53/92
...by catalytic processes	B01D53/94
Regeneration, reactivation or recycling of reactants	B01D53/96
Catalysts comprising metals or metal oxides or hydroxides; of noble metals; of the platinum group metals	B01J23/38-46
Crankcase ventilating or breathing	F01M13/02-04
Methods of operating engines involving adding non-fuel substances including exhaust gas to combustion air, fuel, or fuel-air mixtures of engines; the substances including exhaust gas	F02B47/08-10
Controlling engines characterised by their being supplied with non-fuel gas added to combustion-air, such as the exhaust gas of engine, or having secondary air added to fuel-air mixture	F02D21/06-10
Engine-pertinent apparatus for adding exhaust gases to combustion-air, main fuel, or fuel-air mixture	F02M25/07
Testing of internal-combustion engines by monitoring exhaust gases	G01M15/10
<b>Integrated technologies</b>	
Methods of operating engines involving adding non-fuel substances or anti-knock agents to combustion air, fuel, or fuel-air mixtures of engines; the substances including non-airborne oxygen	F02B47/06
Electrical control of supply of combustible mixture or its constituents	F02D41
Conjoint electrical control of two or more functions, e.g. ignition, fuel-air mixture, recirculation, supercharging, exhaust-gas treatment	F02D43
Electrical control of combustion engines	F02D45
Idling devices for preventing flow of idling fuel	F02M3/02-055
Apparatus for adding secondary air to fuel-air mixture.	F02M23
Engine-pertinent apparatus for adding non-fuel substances or small quantities of secondary fuel to combustion-air, main fuel, or fuel-air mixture.	F02M25
Apparatus for treating combustion-air, fuel, or fuel-air mixture, by catalysts, electric means, magnetism, rays, sonic waves, etc.	F02M27
Apparatus for thermally treating combustion-air, fuel, or fuel-air mixture	F02M31/02-18
Fuel-injection apparatus	F02M39-71
Advancing or retarding ignition; Control therefore	F02P5
1.1.3. Not elsewhere classified <sup>2</sup>	
<b>Post-combustion technologies</b>	
Filters or filtering processes specially modified for separating dispersed particles from gases or vapours	B01D46
Separating dispersed particles from gases, air or vapours by liquid as separating agent	B01D47
Separating dispersed particles from gases, air or vapours by other methods	B01D49
Combinations of devices for separating particles from gases or vapours	B01D50

Auxiliary pre-treatment of gases or vapours to be cleaned from dispersed particles	B01D51
Separating dispersed particles from gases or vapour, e.g. air, by electrostatic effect	B03C3
Exhaust or silencing apparatus having means for purifying or rendering innocuous	F01N3
Exhaust or silencing apparatus combined or associated with devices profiting by exhaust energy	F01N5
Exhaust or silencing apparatus, or parts thereof	F01N7
Exhaust or silencing apparatus characterised by constructional features	F01N13
Electrical control of exhaust gas treating apparatus	F01N9
Monitoring or diagnostic devices for exhaust-gas treatment apparatus	F01N11
<b>Integrated technologies</b>	
Use of additives to fuels or fires for particular purposes for reducing smoke development	C10L10/02
Use of additives to fuels or fires for particular purposes for facilitating soot removal	C10L10/06
<b>1.2. WATER POLLUTION ABATEMENT</b>	All classes from 1.2.1 to 1.2.3
<b>1.2.1. Water and wastewater treatment</b>	
Arrangements of installations for treating waste-water or sewage	B63J4
Treatment of water, waste water, sewage or sludge	C02F
Chemistry; Materials for treating liquid pollutants, e.g. oil, gasoline, fat	C09K3/32
Plumbing installations for waste water	E03C11/12
Sewers – Cesspools	E03F
<b>1.2.2. Fertilizers from wastewater</b>	
Fertilisers from waste water, sewage sludge, sea slime, ooze or similar masses	C05F7
<b>1.2.3. Oil spill cleanup</b>	
Devices for cleaning or keeping clear the surface of open water from oil or like floating materials by separating or removing these materials	E02B15/04-10
Vessels or like floating structures adapted for special purposes - for collecting pollution from open water	B63B35/32
Materials for treating liquid pollutants, e.g. oil, gasoline or fat	C09K 3/32
<b>1.3. WASTE MANAGEMENT</b>	All classes from 1.3.1 to 1.3.6
<b>1.3.1. Solid waste collection</b>	
Street cleaning; Removing undesirable matter, e.g. rubbish, from the land, not otherwise provided for	E01H15
Transporting; Gathering or removal of domestic or like refuse	B65F
<b>1.3.2. Material recovery, recycling and re-use</b>	
Animal feeding-stuffs from distillers' or brewers' waste; waste products of dairy plant; meat, fish, or bones; from kitchen waste	A23K1/06-10
Footwear made of rubber waste	A43B1/12
Heels or top-pieces made of rubber waste	A43B21/14
Separating solid materials; General arrangement of separating plant specially adapted for refuse	B03B9/06
Manufacture of articles from scrap or waste metal particles	B22F8
Preparing material; Recycling the material	B29B7/66
Recovery of plastics or other constituents of waste material containing plastics	B29B17
Presses specially adapted for consolidating scrap metal or for compacting used cars	B30B9/32
Systematic disassembly of vehicles for recovery of salvageable components, e.g. for recycling	B62D67
Stripping waste material from cores or formers, e.g. to permit their re-use	B65H73
Applications of disintegrable, dissolvable or edible materials	B65D65/46
Compacting the glass batches, e.g. pelletizing	C03B1/02
Glass batch composition - containing silicates, e.g. cullet	C03C6/02
Glass batch composition - containing pellets or agglomerates	C03C6/08
Hydraulic cements from oil shales, residues or waste other than slag	C04B7/24-30
Calcium sulfate cements starting from phosphogypsum or from waste, e.g. purification products of smoke	C04B11/26
Use of agglomerated or waste materials or refuse as fillers for mortars, concrete or artificial stone; Waste materials or Refuse	C04B18/04-10

Clay-wares; Waste materials or Refuse	C04B33/132
Recovery or working-up of waste materials (plastics)	C08J11
Luminescent, e.g. electroluminescent, chemiluminescent, materials; Recovery of luminescent materials	C09K11/01
Working-up used lubricants to recover useful products	C10M175
Working-up raw materials other than ores, e.g. scrap, to produce non-ferrous metals or compounds thereof	C22B7
Obtaining zinc or zinc oxide; From muffle furnace residues; From metallic residues or scraps	C22B19/28-30
Obtaining tin; From scrap, especially tin scrap	C22B25/06
Textiles; Disintegrating fibre-containing articles to obtain fibres for re-use	D01G11
Paper-making; Fibrous raw materials or their mechanical treatment - using waste paper	D21B1/08-10
Paper-making; Fibrous raw materials or their mechanical treatment; Defibrating by other means - of waste paper	D21B1/32
Paper-making; Other processes for obtaining cellulose; Working-up waste paper	D21C5/02
Paper-making; Pulping; Non-fibrous material added to the pulp; Waste products	D21H17/01
Apparatus or processes for salvaging material from electric cables	H01B 15/00
Recovery of material from discharge tubes or lamps	H01J 9/52
Reclaiming serviceable parts of waste cells or batteries	H01M 6/52
Reclaiming serviceable parts of waste accumulators	H01M 10/54
<b>1.3.3. Fertilizers from waste</b>	
Fertilisers made from animal corpses, or parts thereof	C05F1
Fertilisers from distillery wastes, molasses, vinasses, sugar plant, or similar wastes or residues	C05F5
Fertilisers from waste water, sewage sludge, sea slime, ooze or similar masses	C05F7
Fertilizers from household or town refuse	C05F9
Preparation of fertilizers characterized by the composting step	C05F17
<b>1.3.4. Incineration and energy recovery</b>	
Solid fuels essentially based on materials of non-mineral origin; on sewage, house, or town refuse; on industrial residues or waste materials	C10L5/46-48
Cremation furnaces; Incineration of waste; Incinerator constructions; Details, accessories or control therefor	F23G5
Cremation furnaces; Incinerators or other apparatus specially adapted for consuming specific waste or low grade fuels	F23G7
<b>1.3.5. Landfilling</b>	
<i>[Search strategy currently not available]</i>	
<i>Note: Landfilling patents are largely covered by IPC class B09B. However, this class also covers many aspects of recycling and incineration. Therefore, B09B is only used to generate aggregate 'waste management' counts.</i>	
<b>1.3.6. Waste management – Not elsewhere classified</b>	
Disposal of solid waste	B09B
Production of liquid hydrocarbon mixtures from rubber or rubber waste	C10G1/10
Medical or veterinary science; Disinfection or sterilising methods specially adapted for refuse	A61L11
<b>1.4. SOIL REMEDIATION</b>	
Reclamation of contaminated soil	B09C
<b>1.5. ENVIRONMENTAL MONITORING</b>	
Monitoring or diagnostic devices for exhaust-gas treatment apparatus	F01N11
Alarms responsive to a single specified undesired or abnormal condition and not otherwise provided for, e.g. pollution alarms; toxics	G08B21/12-14
<i>Note: This search strategy is under development, the counts generated are most likely incomplete.</i>	

Fonte: [https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/ENV-tech%20search%20strategies,%20version%20for%20OECDstat%20\(2016\).pdf](https://www.oecd.org/environment/consumption-innovation/ENV-tech%20search%20strategies,%20version%20for%20OECDstat%20(2016).pdf)

2. WATER-RELATED ADAPTATION TECHNOLOGIES	IPC or CPC class
<b>2.1. DEMAND-SIDE TECHNOLOGIES (water conservation)</b>	
<b>2.1.1. Indoor water conservation</b>	
<b>Faucets and showers</b>	
Self-closing valves	
Self-closing valves, i.e. closing automatically after operation, in which the closing movement, either retarded or not, starts immediately after opening	F16K21/06-12
Self-closing valves, i.e. closing automatically after operation, closing after a predetermined quantity of fluid has been delivered	F16K 21/16-20
<b>Aeration of water</b>	
Arrangement or mounting of devices, e.g. valves, for venting or aerating or draining	F16L 55/07
Jet regulators with aerating means	E03C 1/084
<b>Sanitation (dual-flush toilets, dry toilets, closed-circuit toilets)</b>	
Flushing devices discharging variable quantities of water	E03D 3/12
Cisterns discharging variable quantities of water	E03D 1/14
Urinals without flushing	A47K 11/12
Dry closets	A47K 11/02
Waterless or low-flush urinals	E03D13/007
Special constructions of flushing devices with recirculation of bowl-cleaning fluid	E03D5/016
<b>Greywater</b>	
Greywater supply systems	E03B1/041
<b>Home appliances</b>	
Optimisation of water quantity (for dishwashers)	Y02B 40/46
Optimisation of water quantity (for washing machines)	Y02B 40/56
<b>2.1.2. Irrigation water conservation</b>	
<b>Drip irrigation</b>	
Watering arrangements located above the soil which make use of perforated pipe-lines or pipe-lines with dispensing fittings, e.g. for drip irrigation	A01G 25/02
Watering arrangements making use of perforated pipe-lines located in the soil	A01G 25/06
<b>Control of watering</b>	
Control of watering	A01G 25/16
<b>Drought-resistant crops</b>	
Mutation or genetic engineering; DNA or RNA concerning genetic engineering, vectors, e.g. plasmids, or their isolation, preparation or purification; for drought, cold, salt resistance	C12N15/8273
<b>2.1.3. Water conservation in thermoelectric power production</b>	
Combustion heat from one cycle heating the fluid in another cycle	F01K 23/08-10
Non-positive-displacement machines or engines, e.g. steam turbines / Preventing or minimizing internal leakage of working fluid, e.g. between stages	F01D 11
<b>2.1.4. Water distribution</b>	
<b>Piping – reducing leakage and leakage monitoring</b>	
Pipe-line systems / Protection or supervision of installations / Preventing, monitoring, or locating loss	[F17D5/02 and E03]
Devices for covering leaks in pipes or hoses, e.g. hose-menders	[F16L55/16 and E03]
Investigating fluid tightness of structures, by detecting the presence of fluid at the leakage point	[G01M 3/08 or G01M 3/14 or G01M 3/18 or G01M 3/22 or G01M 3/28] and E03
<b>2.2. SUPPLY-SIDE TECHNOLOGIES (water availability)</b>	
<b>2.2.1. Water collection (rain, surface and ground-water)</b>	

<b>Underground water collection</b>	
Use of pumping plants or installations	E03B 5
Methods or installations for obtaining or collecting drinking water or tap water from underground	E03B 3/06-26
<b>Surface water collection</b>	
Methods or installations for drawing-off water	E03B 9
Methods or installations for obtaining or collecting drinking water or tap water from surface water	E03B 3/04; 28-38
<b>Rainwater water collection</b>	
Methods or installations for obtaining or collecting drinking water or tap water from rainwater	E03B 3/02
Special vessels for collecting or storing rain-water for use in the household, e.g. water-butts	E03B 3/03
<b>Not elsewhere classified</b>	
Methods or installations for obtaining or collecting drinking water or tap water; rainwater, surface water, or groundwater	E03B 3/00 E03B 3/40
<b>2.2.2. Water storage</b>	
Arrangements or adaptations of tanks for water supply	E03B 11
<b>2.2.3. Desalination of sea water</b>	
[Search strategy under development]	