



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**"DIGITALIZZAZIONE E LOTTA AL CAMBIAMENTO CLIMATICO:
RISCHI ED OPPORTUNITÁ"**

RELATORE:

CH.MO PROF. CESARE DOSI

LAUREANDA: GIORGIA BUSINARO

MATRICOLA N. 1188660

ANNO ACCADEMICO 2021 – 2022

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) 

Indice

Introduzione.....	1
1. Cause e conseguenze del cambiamento climatico	2
1.1 Il cambiamento climatico.....	2
1.1.1 Effetto serra.....	2
1.2 Cause del cambiamento climatico	3
1.3 Conseguenze del cambiamento climatico.....	5
1.4 Come mitigare il cambiamento climatico	6
2. Digitalizzazione e cambiamento climatico	8
2.1 Il fenomeno della digitalizzazione.....	8
2.2 Rischi ed opportunità della digitalizzazione sull'ambiente.....	10
2.2.1 Rischi ed impatti negativi.....	10
2.2.2 Opportunità della digitalizzazione nella lotta al cambiamento climatico.....	15
3. Digitalizzazione e cambiamento climatico in Italia.....	20
3.1 Cambiamento climatico in Italia.....	20
3.2 Digitalizzazione e cambiamento climatico in Italia.....	21
3.3 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza	23
Considerazioni finali	26
Riferimenti bibliografici	28

Introduzione

Sempre più spesso si sente parlare di cambiamento climatico e ci si interroga sulle decisioni e soluzioni da adottare affinché questo venga mitigato e rallenti la sua rapida e inarrestabile crescita. A questa crisi climatica, poi, si è aggiunta in questi due anni una crisi sanitaria che ha costretto la società, le aziende e gli Stati a sviluppare un mondo sempre più indirizzato verso il digitale senza il quale non sarebbe stato possibile mantenere relazioni umane, tra imprese e tra Stati.

Con questo elaborato si cercherà di approfondire la correlazione tra la dimensione ambientale e quella digitale esaminando i potenziali impatti della digitalizzazione nella lotta al cambiamento climatico. Si analizzerà, inoltre, l'influenza delle interazioni, ormai quotidiane, degli individui con il mondo digitale in modo da far sviluppare al lettore una maggiore consapevolezza degli effetti del proprio operato nel cambiamento climatico.

L'elaborato è articolato in tre capitoli. Nel **primo capitolo** si esaminerà il fenomeno del cambiamento climatico, quali sono le cause, le conseguenze e le possibili soluzioni per mitigare l'aumento della temperatura terrestre. Nel **secondo capitolo** si andrà ad indagare il fenomeno della digitalizzazione e, in modo più approfondito, i rischi e gli impatti negativi che quest'ultimo apporta nell'aumento delle temperature globali e le opportunità che la società può trarre dall'utilizzo della digitalizzazione come possibile soluzione nella lotta al cambiamento climatico.

Nel **terzo capitolo** si concluderà analizzando la posizione dell'Italia circa la lotta al cambiamento climatico, commisurando gli effetti che la tecnologia ha nel nostro Paese, e gli obiettivi che sono stati stilati nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) sul fronte della digitalizzazione e dello sviluppo sostenibile.

Capitolo 1

Cause e conseguenze del cambiamento climatico

1.1 Il cambiamento climatico

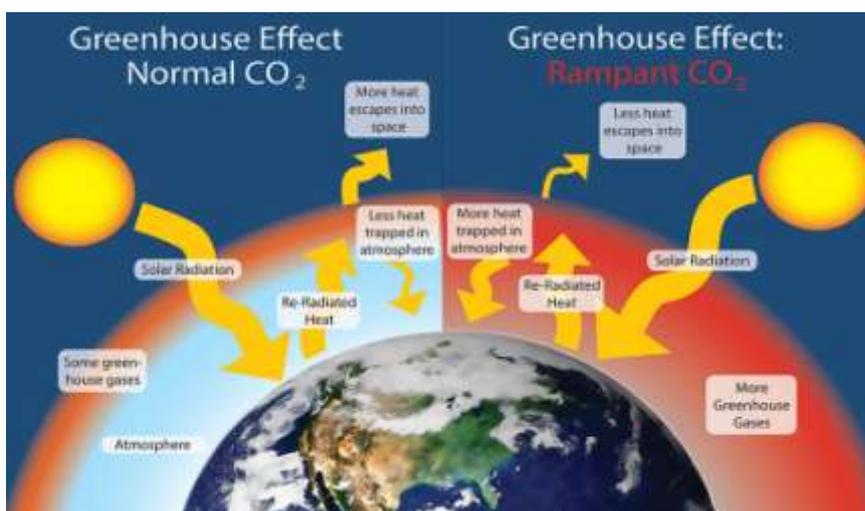
Come indicato nella Convenzione Quadro sul Cambiamento Climatico delle Nazioni Unite (United Nations Framework Convention On Climate Change - UNFCCC), con il termine "cambiamento climatico" si intende "qualsiasi cambiamento del clima attribuito direttamente o indirettamente ad attività umane, il quale altera la composizione dell'atmosfera globale e si aggiunge alla variabilità climatica naturale osservata su periodi di tempo comparabili"¹.

1.1.1 Effetto serra

La vita sul pianeta è regolata dalla copertura atmosferica che circonda il globo e che consente di realizzare un effetto unico denominato effetto serra.

La temperatura terrestre è frutto di un bilancio energetico tra l'energia in entrata e in uscita dal nostro pianeta: il Sole genera una radiazione che investe la Terra e che viene poi intercettata da quest'ultima (National Research Council, 2020). Il 70% della radiazione in entrata viene assorbito dal globo, dalle acque e dall'atmosfera, mentre il restante 30% viene riflesso nuovamente nello spazio dalle superfici luminose della terra (nuvole, ghiaccio,...) (Riebeek, 2010) come mostrato in Figura 1.

Figura 1: Effetto serra con e senza apporto delle emissioni da attività antropiche



Fonte: National Park Service, 2020. *What is Climate Change?*

¹ United Nations (1992), p.3.

Parte del 70% dell'energia assorbita viene riemessa dal pianeta, sottoforma di radiazione lunga infrarossa (attraverso il riscaldamento dalla superficie terrestre), verso lo spazio. Questa energia viene trattenuta dal vapore acqueo e dagli altri gas serra che eccitandosi riscaldano la bassa atmosfera e la superficie terrestre impedendo alla radiazione di disperdersi completamente nello spazio, cosa che avverrebbe se non ci fosse la copertura atmosferica (Riebeek, 2010).

Questo meccanismo consente di mantenere una temperatura a beneficio della vita, con un valore medio di 15°C (NASA, 2010); viceversa se non ci fosse stato e non ci fosse tutt'ora l'effetto serra la vita sul pianeta non si sarebbe evoluta e non potrebbe farlo in un futuro poichè la temperatura media del pianeta sarebbe troppo bassa, con un valore di circa -18°C (Pure and Applied Chemistry, 1990).

L'effetto serra naturale è, infatti, definito come "l'effetto riscaldante prodotto da alcuni gas che, grazie al loro caratteristico assorbimento dell'infrarosso, riducono la trasmissione terra-spazio di radiazioni a lunghezza d'onda lunga, ma consentono la trasmissione di radiazioni a lunghezza d'onda più corta verso l'interno, dal sole alla terra" (National Research Council, 2020).

1.2 Cause del cambiamento climatico

Le principali cause del cambiamento climatico derivano dall'attività umana che, dall'avvento della Rivoluzione industriale intorno al 1750, ha intensificato l'attività di deforestazione, di estrazione di minerali, di allevamento e l'utilizzo di combustibili fossili per i trasporti e per la produzione di energia il cui impiego è aumentato in modo esponenziale fino ai giorni nostri. I livelli di anidride carbonica e di metano, infatti, sono aumentati rispettivamente del 38% e del 148% dall'inizio della rivoluzione industriale ad oggi (Riebeek, 2010).

La generazione, il consumo, il trasporto di energia determina la formazione di gas serra tra cui oltre l'80% delle emissioni mondiali di CO₂. Questo avviene in quanto solo circa il 30% dell'energia prodotta viene convertita in energia successivamente sfruttata per i trasporti, l'industria, edifici e dispositivi, mentre la restante parte è, invece, sprecata e persa nel processo di produzione e trasmissione (ElettricoMagazine, 2021).

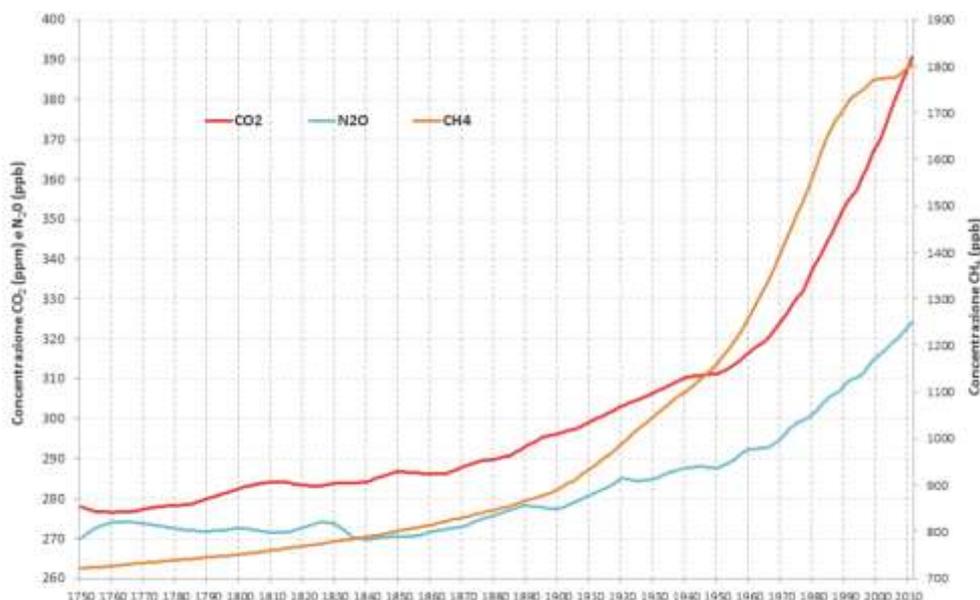
Tutta l'energia dissipata nei processi, quindi, contribuisce all'aumento e all'accumulo di gas serra nell'atmosfera che porta a sua volta ad un riscaldamento dell'intero pianeta che, senza

l'intervento dell'uomo, non si verificherebbe e che anzi mirerebbe con i soli motori naturali ad un periodo di raffreddamento terrestre (NASA, 2021).

I principali gas serra in aumento (Figura 2) ed emessi dalle attività antropiche² sono:

- **Anidride carbonica (CO₂):** è il principale gas serra. Contribuisce in maniera significativa ai cambiamenti climatici ed entra in atmosfera attraverso processi di combustione, decomposizione, respirazione e reazione chimica. È assorbita ed emessa naturalmente come parte del ciclo del carbonio;
- **Metano (CH₄):** prodotto da attività antropiche e biologiche, come allevamenti, impianti di depurazione, discariche e per l'estrazione e trasporto di idrocarburi;
- **Ossidi di azoto (N₂O):** generato da attività agricole, da processi biologici naturali e dall'impiego di combustibili fossili;
- **Clorofluorocarburi (CFC):** utilizzati all'interno di refrigeratori, estintori, solventi, vernici, schiume, etc;
- **Vapore acqueo (H₂O)**
- **Ozono troposferico (O₃)**

Figura 2: Andamento delle concentrazioni medie globali di alcuni gas serra



Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013

² EPA, 2021.

1.3 Conseguenze del cambiamento climatico

Secondo quanto riportato dal Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (si veda Nazioni Unite, 2019) il progressivo aumento delle concentrazioni in atmosfera di gas serra ha portato la temperatura media globale ad un aumento di circa $0,85^{\circ}\text{C}$ negli ultimi cento anni (Figura 3).

Figura 3: Rappresentazione visiva del cambiamento climatico



Fonte: Hawkins, 2019

Questo si traduce in un innalzamento del livello medio del mare di circa 19 cm e un'espansione degli oceani dovuto allo scioglimento dei ghiacciai che comporta la perdita di 1,07 milioni di chilometri quadrati di ghiaccio in ogni decade (Nazioni Unite, 2019). Il risultato di questo innalzamento marino porterà alla scomparsa di alcune città, isole, ecosistemi costieri che verranno sommersi appunto dalle acque stesse (Commissione Europea, 2016).

L'aumento delle temperature ha influito anche nel settore agricolo poiché ha portato ad una riduzione della produzione di mais, grano e altre coltivazioni per 40 milioni di tonnellate l'anno: un calo di circa il 5% di raccolto per ogni grado in aumento (Nazioni Unite, 2019).

Il cambiamento climatico genera, inoltre, impatti sulla salute della popolazione. Le aree urbane esposte ad ondate di calore molto forti registrano in alcune regioni un aumento dei decessi dovuti al calore anomalo e in altre una diminuzione dei decessi a causa del freddo.

A seguito dell'aumento delle temperature si stanno sviluppando nuove forme di malattie contagiose per l'uomo e per le altre specie viventi.

Non mancano poi gli impatti del riscaldamento globale su flora e fauna. Molte specie animali, infatti, sono state costrette a migrare in luoghi diversi dal loro habitat naturale per evitare l'estinzione, rischio in rapida crescita (Commissione Europea, 2016).

Con il riscaldamento globale si verificheranno maggiori e più acute ondate di calore contrapposte ad ondate di freddo più leggere. Questo comporta un aumento delle temperature nel periodo estivo con forti siccità e incendi boschivi, che riducono ulteriormente la capacità di assorbimento terrestre di anidride carbonica (Commissione Europea, 2016), una minore umidità del terreno, un incremento delle forti precipitazioni invernali e primaverili così come un aumento della frequenza, durata e intensità degli uragani (NASA, 2021).

Secondo quanto riportato dalla NASA, quindi, per l'IPCC gli impatti del cambiamento climatico nel tempo saranno differenti nei vari Paesi a seconda della loro abilità di far fronte al cambiamento e all'aumento disomogeneo delle temperature oltre che dalla tipologia e dalla quantità di sostanze emesse (NASA, 2021).

Se tutto ciò non sarà placato, si prevede un aumento delle temperature terrestri di 3°C nel secolo corrente con un innalzamento delle emissioni più rapido rispetto agli anni precedenti. Lo scioglimento dei ghiacciai porterà ad un innalzamento del mare di 40-60 cm e ad un maggiore riscaldamento dei mari nei prossimi ottant'anni (Nazioni Unite, 2019).

1.4 Come mitigare il cambiamento climatico

Data la velocità con cui il riscaldamento terrestre, causato da attività antropiche, si sta verificando, inizia a sentirsi a livello globale la necessità di agire per cercare di mitigare al più presto questo cambiamento. Si devono, quindi, integrare misure a favore del cambiamento climatico nelle politiche, strategie e pianificazioni nazionali e trovare soluzioni coordinate e di cooperazione a livello internazionale al fine di permettere a tutti i Paesi di raggiungere economie più pulite e sostenibili che comportino una minore emissione di carbonio e degli altri gas serra.

Alcune soluzioni possibili per poter mitigare il riscaldamento globale sono:

- **la decarbonizzazione tramite l'utilizzo di energie rinnovabili.** Secondo quanto riportato dall'International Energy Agency (si veda Cammisecra, 2019) le energie rinnovabili quali solare, eolica, idroelettrica e geotermica soddisfano attualmente circa il 25% del fabbisogno energetico globale e si stima che entro il 2040 questi valori

possano raddoppiare. Se questo dovesse accadere, porterebbe ad una riduzione del 45% dei volumi attuali di emissione di anidride carbonica. Tuttavia le fonti rinnovabili non garantirebbero la soddisfazione dell'intera domanda di energia e sarebbe necessario, quindi, migliorare l'efficienza di case, trasporti, produzione e consumi;

- **la riduzione delle emissioni dei gas più inquinanti;**
- **il sequestro della CO₂:** "consiste nell'iniezione in formazioni geologiche profonde o giacimenti esauriti di idrocarburi di CO₂ liquida ottenuta dalla cattura nei camini di emissione di centrali elettriche a combustibili fossili e da altri grandi impianti industriali" (MiSE, 2017). Esso concorre in misura più ridotta alla mitigazione del cambiamento climatico e alla riduzione delle nuove emissioni;
- **lo sviluppo di economie circolari:** permettono di ridurre le emissioni di gas serra attraverso il riuso delle risorse già estratte, la riduzione (adoperarne meno) e l'allungamento (per più tempo) del loro utilizzo e l'impiego di materie prime più facili da rigenerare. Secondo il Circularity Gap Report (si veda Circular Economy Network, 2021), infatti, con l'attuazione di misure di circolarità sarebbe possibile ridurre le emissioni globali di gas serra del 39% (circa 22,8 GtCO₂) all'anno entro il 2050;
- **l'utilizzo di misure tecnologiche che permettano di ridurre le emissioni di gas serra.** Grazie allo sviluppo e al miglioramento delle tecnologie digitali si potranno ridurre i consumi e gli sprechi energetici di tutti i settori incentivando modelli di produzione più efficienti, una maggiore accuratezza nell'analisi dei dati e un miglioramento della resa analitica dei sensori delle macchine del processo produttivo al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse (ElettricoMagazine, 2021).

Capitolo 2

Digitalizzazione e cambiamento climatico

2.1 Il fenomeno della digitalizzazione

Con il termine "digitalizzazione" si intende quel processo di traduzione delle informazioni nel linguaggio dei computer, da un campo di valori continui a uno con valori discreti, più semplicemente intesa come transizione dall'analogico (grandezza che può mutare nel tempo e assumere un numero infinito di valori differenti e può, quindi, seguire il fenomeno che descrive) al digitale (numeri in codice binario, ovvero come sequenza di 1 e 0) di tutto ciò che è testo, immagini, video, e ogni altra sorgente analogica (Nosengo, 2005).

L'inizio del processo della digitalizzazione si deve all'invenzione dei chip, dei primi computer e della rete internet e questa rivoluzione è stata fortemente governata dagli interessi dell'industria militare e dai globalizzati commerci odierni.

Gli individui, spinti dalla necessità di comunicare tra di loro, sono sempre andati alla ricerca di processi più semplici e rapidi principalmente per:

- memorizzare le informazioni;
- trasmettere le informazioni su distanze maggiori;
- elaborare le informazioni più rapidamente.

Questo, con il passare dei secoli, ha permesso la conversione dalla scrittura cuneiforme, dai segnali di fumo e dall'abaco rispettivamente alla scrittura digitale, alle onde radio e al primo computer (Hilty e Bieser, 2017).

Questi tre tipi di necessità, quindi, sono divenute negli anni sistemi elettronici e digitali attraverso lo sviluppo di un'unica tecnologia chiamata, appunto, tecnologia dell'informazione e della comunicazione (Information and Communication Technologies - ICT) in cui tutto ciò che è memorizzato può essere trasmesso e viceversa, ed elaborato attraverso algoritmi.

La vita della società negli ultimi anni dipende sempre più dalla tecnologia digitale e dai sistemi intelligenti che hanno cambiato i modelli di produzione e di consumo. Quello che una volta erano le lettere con il francobollo, la stampa, il pagamento tramite contanti, i film proiettati al cinema, le macchine azionate dagli operai, etc sono via via stati sostituiti dagli

smartphone, tablet, computer portatili, dal pagamento con la carta, dalle mail, da servizi di streaming (Netflix, Prime video,...), macchine intelligenti che possono sfociare in un futuro nell'utilizzo di robot e dell'intelligenza artificiale, in tutti i settori quali ad esempio: medicina e diagnosi robotica, automazione delle linee di fabbricazione, selezione del personale, etc.

La pandemia da COVID-19 ha sicuramente accelerato questa transizione da analogico a digitale costringendo imprese e singoli individui a reagire alla crisi innovandosi e sfruttando le nuove opportunità generatesi per mantenersi in contatto con la società.

Gli innumerevoli lockdown, limitando le interazioni umane per esigenze sanitarie, hanno indotto i consumatori verso una maggiore spesa e utilizzo dei servizi digitali portando ad un rapido sviluppo del lavoro da remoto, della didattica a distanza, delle digitalizzazione della Pubblica Amministrazione e dei sistemi sanitari e accrescendo così il numero di utenti nelle piattaforme digitali su tutti i fronti (MEF, 2021).

La pandemia, quindi, ha obbligato la società a cambiare abitudini e ad adottare soluzioni digitali diverse che saranno, in parte, mantenute e sviluppate maggiormente in un futuro. Per portare degli esempi, lo smartworking, che permette sia alle imprese di risparmiare sui costi, sia ai lavoratori di essere più autonomi, sarà potenziato; l'e-commerce (con 2 milioni di consumatori in più nei primi mesi del 2020 solo in Italia) che si è spostato in questi anni anche verso la spesa alimentare settimanale e il food delivery, lo streaming e i videogiochi online vedranno aumentare ulteriormente il loro utilizzo con l'avvento della tecnologia 5G (Pictet per Te, 2020).

Secondo quanto riportato dallo studio The European House - Ambrosetti e Microsoft Italia (si veda Network Digital360, 2021), la digitalizzazione è un fenomeno che ha effetti multipli: oltre che nel cambiamento climatico e nelle emissioni di anidride carbonica, notiamo il suo apporto anche all'interno della società e delle imprese in cui contribuisce al benessere, all'inclusione sociale e all'aumento della produttività delle aziende fino al 64% rispetto alla sua assenza. La trasformazione digitale è, quindi, uno strumento per indirizzare lo sviluppo sostenibile, uno “sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri”, (United Nations, 1987) in vari fronti:

- **economico:** le aziende digitalizzate possono trarre grandi benefici sulla produttività del lavoro e delle macchine rispetto ad aziende che non hanno implementato programmi di digitalizzazione nel loro processo produttivo;
- **sociale:** attraverso nuovi modelli produttivi che tengano conto della digitalizzazione nelle forme di lavoro a distanza si può sviluppare una maggiore inclusione sociale,

territoriale e contribuire al benessere degli individui anche in una prospettiva di una maggiore collaborazione accorciando le distanze;

- **ambientale:** la digitalizzazione contribuisce alla decarbonizzazione e allo sviluppo di quella che viene chiamata "green economy" o "transizione verde".

La digitalizzazione "trasforma servizi, modelli di business e modifica intere catene del valore. Alimentata da una grande quantità di dati, aumenta il nostro livello di informazioni sull'ambiente, le dinamiche economiche e il comportamento sociale e individuale. Nuovi strumenti di informazione, gestione e controllo amplificati hanno il potenziale per prodotti, modelli di business e politiche più sostenibili" (Liu et al., 2019).

Bisogna, quindi, cogliere le opportunità create dalla digitalizzazione cercando delle strategie per renderle accessibili a tutti in modo egualitario senza lasciare indietro nessuno e diminuendo il divario ancora oggi presente tra i paesi più industrializzati e quelli più arretrati. La Global Enabling Sustainability Initiative (GeSI) (si veda Witschi, 2021) stima che entro il 2030 si investiranno circa 3 bilioni di dollari in ricerca a sviluppo del digitale.

Ma non si può e non si deve pensare che la digitalizzazione abbia solo impatti positivi per la nostra salute e per la conservazione del pianeta in cui viviamo poiché è possibile evidenziare anche degli impatti negativi della digitalizzazione nella lotta al cambiamento climatico.

2.2 Rischi ed opportunità della digitalizzazione sull'ambiente

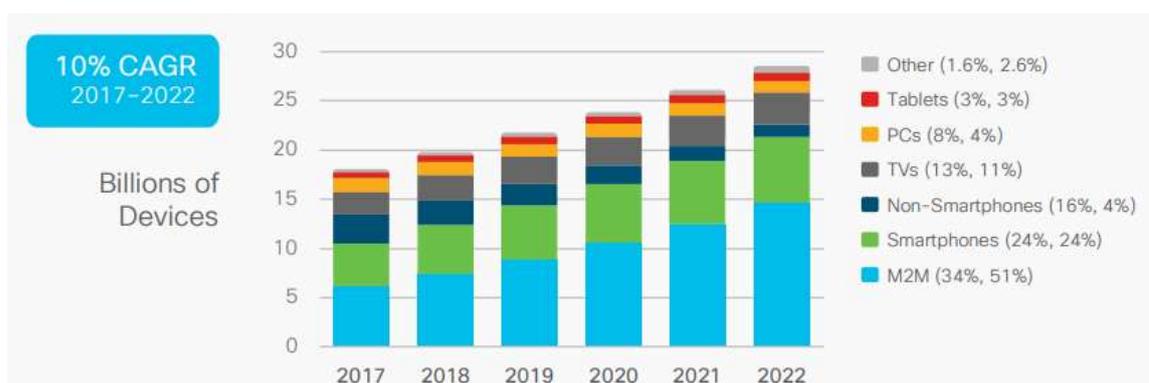
Secondo uno studio condotto dall'Università di Zurigo in collaborazione con la Swisscom AG e il WWF (Hilty e Bieser, 2017), la digitalizzazione provoca degli effetti "diretti" (detti anche "footprint" o "effetti di primo ordine"), che consistono in emissioni di gas serra prodotte durante il ciclo di vita dei dispositivi elettronici e delle infrastrutture digitali (produzione, gestione e smaltimento), e degli effetti "indiretti" (detti anche "effetti abilitanti" o "effetti di secondo ordine") identificati come la variazione dell'impatto ambientale, misurato in emissioni di carbonio, come conseguenza dell'utilizzo delle tecnologie digitali in altri settori (Hilty e Bieser, 2017).

Nei prossimi paragrafi si analizzeranno, quindi, quali rischi ed impatti negativi diretti ed indiretti può indurre la digitalizzazione nel cambiamento climatico e quali opportunità, invece, si possono trarre dall'utilizzo del sistema tecnologico.

2.2.1 Rischi ed impatti negativi

Come indicato nel rapporto "Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerland" (Hilty e Bieser, 2017), uno dei rischi della digitalizzazione deriva dal passaggio dai dispositivi fissi ai dispositivi mobili. Seppur con questi ultimi si riescano a ridurre le emissioni nella fase della loro produzione e del loro utilizzo, mantenendo un consumo di energia molto basso rispetto ai dispositivi fissi, questo può essere compensato da un aumento più che proporzionale di dispositivi mobili pro capite e una diminuzione della loro vita media. L'incremento della digitalizzazione nella società implica, infatti, l'utilizzo di un maggior numero di device connessi, passando dai 1,2 miliardi del 2018 ai 4 miliardi stimati nel 2023 (Polikós, 2021) (Figura 4)³. Questo, unitamente alla mancata conversione di postazioni fisse in postazioni mobili comporterebbe, nel peggior scenario ipotizzato dallo studio sopra citato, una crescita delle emissioni svizzere di gas serra dell'8% dal 2015 al 2025 (Figura 6) (Hilty e Bieser, 2017).

Figura 4: Crescita globale di dispositivi e connessioni dal 2017 al 2022



Fonte: Cisco, 2019. *VNI Global IP Traffic Forecast, 2017–2022*

Va considerato, inoltre, che l'obsolescenza dell'hardware indotta dal software risulta sempre più importante nello studio degli impatti ambientali dell'hardware stesso poiché questo potrebbe risultare incapace di sostenere aggiornamenti del software che necessitano di potenze di calcolo sempre maggiori garantite solo da processori di ultima generazione (Liu et al., 2019).

Tutto ciò può sfociare, nella peggiore delle ipotesi, in un utilizzo "usa e getta" dei dispositivi elettronici che porterebbe ad una maggiore impronta dell'ICT nell'ambiente dovuto ad un

³ Nello studio di Cisco viene considerato anche il traffico Machine-to-machine che, invece, non viene preso in considerazione nello studio di Polikós, 2021. Per questo i valori dell'immagine differiscono da quelli citati per iscritto.

aumento dello sfruttamento e dell'esaurimento dei metalli rari e ad un accrescimento dell'energia e delle emissioni di gas serra necessari per il loro approvvigionamento.

L'estrazione delle varie materie prime, come ad esempio petrolio per le componenti plastiche e i metalli rari, necessarie per la produzione di device, richiedono un importante sforzo fisico ed energetico che insieme ai processi di produzione aumentano l'emissione di gas serra. Secondo quanto riportato da Wäger et al. (si vedano Hilty e Bieser, 2017, p.25), un hardware tecnologico contiene, infatti, più di 50 elementi chimici che devono essere reperiti (in natura o tramite riciclo) e poi smaltiti a fine vita. Jardim e Cook (si veda Liu et al., 2019, p.45) stimano però che, nonostante la maggior parte della popolazione globale abbia una legge per la raccolta dei RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), solo il 15-20% dei rifiuti elettronici venga riciclato utilizzando processi appropriati. Un metodo inadeguato o troppo dispendioso di energia sia per l'estrazione che per lo smaltimento dei vari materiali contribuisce al riscaldamento terrestre, all'inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo dovuto ad un incongruo disassemblaggio effettuato nei paesi in via di sviluppo.

Va inoltre evidenziato, come affermano Hayes-Labruzzo et al. (si veda Liu et al., 2019, p.49), che l'enorme consumo di acqua (340-6.270 litri/tonnellata di minerale lavorato) durante la fase di estrazione e lavorazione delle REE (Rare Earth Elements) comporta il rilascio in atmosfera di gas di scarico, una parte dei 60.000 m³ di gas di scarico presenti in 200 m³ di acque reflue acide impiegate per la raffinazione di un tonnellata di REE, che contribuiscono anche se in modo minore al riscaldamento globale.

La produzione e l'acquisizione di queste materie prime componenti dei notebook, degli smartphone e dei tablet comporta un utilizzo di materiali pari all'85% dell'esaurimento dei materiali grezzi: Jardim e Cook (si veda Liu et al., 2019, p.45) stimano che scavando 30 chili di roccia si possano ottenere poco più di 100g di metalli impiegati nei dispositivi. Secondo André et al. (si veda Liu et al., 2019, p.46) questo dispendio di materie prime potrebbe essere notevolmente ridotto (con una domanda inferiore del 42-50%) tramite il riutilizzo di laptop come dispositivi di "seconda mano" o con il riciclaggio dei materiali in essi contenuti.

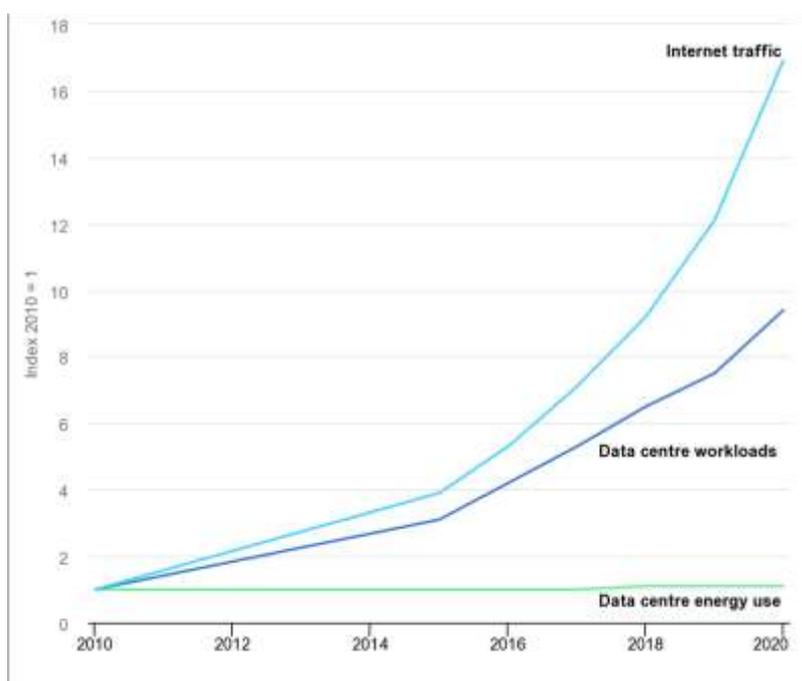
Da uno studio dei Verdi europei (si veda Bortoletto, 2021) si nota come in questo momento, però, la componente del processo di produzione più inquinante nel ciclo di vita dei prodotti digitali sia l'assemblaggio, responsabile per il 54% di tutte le emissioni prodotte nella vita di un dispositivo. Al contrario, la distribuzione impatta solo per l'1% mentre il restante 44% è rappresentato dall'effettivo impiego dei dispositivi da parte degli utilizzatori finali.

Molto spesso siamo portati ad affiancare alla parola "internet" qualcosa di astratto, uno scambio di dati e informazioni digitali nella rete tramite i dispositivi più frequentemente sfruttati, come quelli sopra citati, senza associare a queste le infrastrutture, i server che compongono i data center, in costante crescita globale, e i device (Tecnologie delle Informazione e della Comunicazione - ICT) di cui necessitano per essere trasmesse.

Tutti i dati scambiati, infatti, esistono grazie ai data center, infrastrutture formate da un complesso di computer che immagazzinano i dati e che li rendono sempre reperibili in ogni momento. Salvare dei dati in un cloud, ad esempio, comporta l'utilizzo di un server fisico altrui che per funzionare consuma ingenti quantità di energia. In una relazione dell'International Energy Agency (IEA) (si veda Commissione Europea, 2021) viene evidenziato, infatti, come i soli data center rappresentino l'1% della domanda globale di energia elettrica (250 terawattora). Nel solo 2020 c'è stato un incremento del traffico internet globale di oltre il 40% dovuto ad un aumento dello streaming video, video conferenze, giochi online e dell'utilizzo dei social network (IEA, 2021).

Questa crescita si posiziona come il più grande aumento di richiesta di servizi digitale degli ultimi dieci anni. Dal 2010 il numero di utenti che impiegano internet, infatti, è duplicato e il traffico internet è cresciuto di 15 volte, per un 30% l'anno (IEA, 2021) (Figura 5).

Figura 5: Global trends in Internet traffic, data centres, workloads and data center energy use, 2010 - 2020



Fonte: IEA, 2021. *Data centres and data transmission networks*

Nel 2021 si stima che solo internet sia stato responsabile di circa il 7% dell'utilizzo mondiale di energia elettrica (Polikós, 2021) e che questo valore in costante crescita possa raggiungere entro il 2030 un quinto del fabbisogno globale di energia.

I data center, poi, non consumano energia soltanto per l'elaborazione e la trasmissione dei dati, ma anche per tutti i sistemi che consentono loro di funzionare in maniera continuativa ed efficiente quali: riscaldamento, ventilazione, condizionamento dell'aria, gruppi di continuità, illuminazione, sicurezza, etc. Come riportato da Pärssinen et. al (si veda Liu et al., 2019, p.55), il calore disperso da queste strutture è molto rilevante (56TWh, circa il 2% del calore di scarto industriale dell'Unione Europea) ed è in grande aumento e il processo di raffreddamento dei server richiede il doppio dell'energia del solo trasferimento dei dati.

Secondo quanto scritto dal Sole24Ore (si veda Polito, 2021), i data center per funzionare e trasmettere informazioni consumano dalle 10 alle 50 volte più energia per metro al quadrato rispetto ad un ufficio tradizionale. Lo streaming video, invece, ha prodotto annualmente 300 milioni di tonnellate di CO₂, pari alle emissioni annuali della Spagna, e la sola spedizione di una mail con allegato conferisce in atmosfera, in media, 50g di CO₂.

Un dato interessante è che solo la rete Bitcoin dal gennaio 2016 al giugno 2018 ha trasferito al sistema ambientale da 3 a 13 milioni di tonnellate di CO₂, parte dei 15 milioni di emissioni stimate per 4 criptovalute: Bitcoin, Ethereum, Litecoin e Monero (Ruggiero, 2019).

Da un punto di vista di emissioni, invece, le infrastrutture digitali e internet stesso hanno aumentato il loro contributo dal 2% di emissioni mondiali di CO₂ nel 2008 al 3,7% nel 2020, valore che si prevede cresca fino all'8,5% nel 2025 (Polikós, 2021), equivalente all'impronta di carbonio prodotta da 436 milioni di veicoli l'anno (Polito, 2021). Si stima che questo apporto di CO₂ delle infrastrutture digitali possa giungere al 14% delle emissioni mondiali nei prossimi 20 anni contribuendo così sempre più ingentemente al rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera e quindi al riscaldamento climatico globale (Polikós, 2021).

Un altro rischio diretto riportato dallo studio condotto dall'Università di Zurigo (Hilty e Bieser, 2017) è che il traffico Internet potrebbe aumentare più velocemente dell'efficienza energetica delle infrastrutture di energia rinnovabile utilizzate. Questo comporterebbe un aumento delle emissioni di gas serra dovuto all'alimentazione da fonti non rinnovabili.

Un rischio indiretto da tenere in considerazione, invece, è il costante aumento dell'utilizzo del traffico video on demand, che secondo Efoui-Hess (si veda Liu et al., 2019, p.66) nel 2022 si

attesta a circa l'80% di tutti i flussi IP (aziendale e di consumo) contribuendo alle emissioni di gas serra in maniera equivalente ad uno Stato come il Cile (100 MtCO₂/yr).

La digitalizzazione e le infrastrutture digitali, quindi, rischiano di essere un fattore aggravante per la crisi del cambiamento climatico e non un alleato nella lotta al riscaldamento globale se non utilizzate in maniera corretta (Polikós, 2021).

2.2.2 Opportunità della digitalizzazione nella lotta al cambiamento climatico

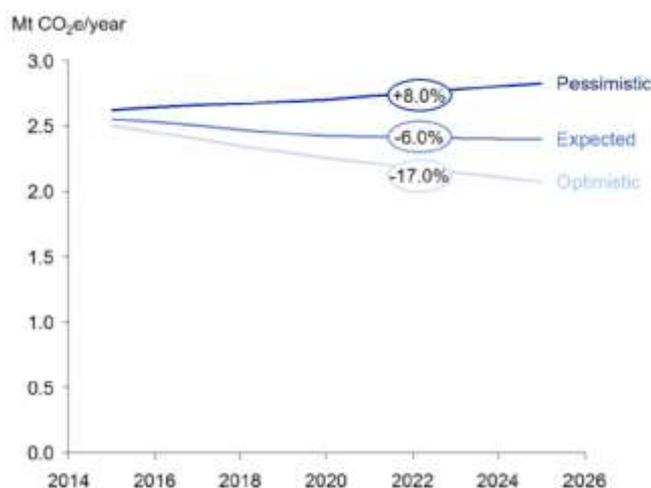
L'introduzione della tecnologia nella società modifica i processi e i prodotti già esistenti in altri settori consentendo agli individui e alle imprese un'innovazione costante ed un miglioramento dell'impronta ecologica.

Secondo lo studio "SMARTer2030" della Global e-Sustainability Initiative (GeSI) si prevede che l'impiego delle tecnologie digitali (effetto indiretto) potrebbe eludere fino al 20% delle emissioni di gas serra mondiali nel 2030 e provocare come effetto diretto solo il 2% delle emissioni globali (GeSi, 2019).

Come affermato nel capitolo 1, la digitalizzazione può essere la chiave di svolta per ridurre le emissioni di gas serra attraverso l'eliminazione degli sprechi dell'energia prodotta e poi dissipata nei processi. Questo perché, attraverso la misurazione dei consumi e degli sprechi di energia con sensori più precisi e sofisticati dal punto di vista tecnologico, si possono introdurre contromisure al fine di raggiungere "il massimo comfort impiegando la minore quantità possibile di risorse" (ElettricoMagazine, 2021).

Attraverso il passaggio da dispositivi fissi a dispositivi mobili con schermi più piccoli e più efficienti si possono ridurre significativamente le emissioni di anidride carbonica sia durante la loro produzione che durante il loro utilizzo. L'impiego dei computer portatile al posto di quelli fissi, infatti, può diminuire le emissioni di gas serra nello stato svizzero di circa il 28% l'anno poiché si stima che l'utilizzo di un computer fisso generi 5 volte le emissioni di gas serra di uno portatile. Secondo il miglior scenario ipotizzato dallo studio dell'Università di Zurigo (Hilty e Bieser, 2017), infatti, la conversione degli individui dall'utilizzo di dispositivi fissi a quello di dispositivi mobili quali tablet e laptop, unitamente alla diminuzione di dispositivi pro capite, potrebbe ridurre le emissioni annuali del settore svizzero delle ICT del 17% l'anno dal 2015 al 2025 (Figura 6) (Hilty e Bieser, 2017).

Figura 6: I tre scenari degli impatti della digitalizzazione nelle emissioni svizzere



Fonte: Hilty e Bieser, 2017

La nuova tecnologia del 5G potrebbe rappresentare un altro elemento positivo per la riduzione della CO₂ emessa. Nella produzione industriale, l'utilizzo della tecnologia mobile per lo stoccaggio e l'organizzazione degli elementi inventariati potrebbe diminuire le zone adibite a magazzino, incrementando l'efficienze e riducendo l'impiego di energia per l'illuminazione e il raffreddamento. Nel settore primario, il 5G potrebbe consentire agli agricoltori di dosare in maniera più puntuale l'irrigazione e di monitorare le condizioni dei suoli consentendone un loro utilizzo più efficiente (Polito, 2021).

Secondo lo studio eseguito grazie alla collaborazione tra il Consorzio Nazionale Interuniversitario per le telecomunicazioni (Cnit) e l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Mediterraneo Settentrionale (AdSP) di Livorno (SNPAmbiente, 2021), l'utilizzo della tecnologia 5G all'interno dell'area portuale di Livorno porterebbe alla riduzione dell'impatto ambientale a seguito di una diminuzione delle emissioni di CO₂ nell'atmosfera del 8,2%. Questo avviene in quanto la realizzazione di un sistema di digitalizzazione integrato permette il monitoraggio di flotte, linee di navigazione, sistemi di sorveglianza dei poli industriali, sistemi di accesso al porto garantendo una maggiore interoperabilità tra ambiti e fasi del processo.

Come indicato nello studio dell'Università di Zurigo (Hilty e Bieser, 2017, p.28) e nella relazione "Impacts of the digital transformation on the environment and sustainability" dell'Öko Institut (Liu et al., 2019), la digitalizzazione può apportare una diminuzione delle emissioni e quindi dell'aumento delle temperature in vari settori:

- **settore sanitario:** attraverso l'e-health è possibile curare i pazienti a distanza con la "telepresenza" ed evitare il viaggio degli stessi verso strutture sanitarie;

- **settore scolastico:** con l'utilizzo dell'e-learning l'istruzione è garantita a prescindere dal luogo in cui si trova lo studente che non deve, così, affrontare il viaggio per raggiungere la l'istituto scolastico;
- **settore energetico:** la "smart energy" adotta contatori intelligenti che monitorano il consumo di energia elettrica e informano i consumatori sui loro consumi influenzandone i comportamenti per ridurre l'impiego di energia. L'elettricità è il modo più veloce, sicuro ed economico per decarbonizzare il pianeta se si aumenta l'utilizzo di energie rinnovabili quale il fotovoltaico, eolico, idroelettrico, etc. La tecnologia del fotovoltaico, ad esempio, con i suoi micro-produttori e i parchi adibiti ai pannelli può soddisfare la domanda locale di energia, stabilizzando la rete quando c'è una richiesta elevata e permettendo l'autoconsumo grazie a sistemi di accumulo (ElettricoMagazine, 2021). Anche grazie alla tecnologia a led i consumi di energia si riducono;
- **settore edilizio:** nelle "smart buildings", edifici intelligenti, installando dispositivi tecnologici che si autoregolano a seconda delle condizioni climatiche (es. i gradi di un edificio) si evita lo spreco di energia non necessaria e che non contribuisce al comfort dei residenti;
- **settore dei trasporti:** identificato sia come trasporto privato che pubblico. Attraverso la condivisione di una macchina con altri individui che devono percorrere la stessa tratta, il "car sharing", si può diminuire il numero di autoveicoli in circolazione e abbattere l'inquinamento (emissioni di gas serra). Con l'utilizzo di sistemi tecnologici come il GPS si possono identificare, poi, percorsi più rapidi in modo da diminuire il consumo medio di carburante. Per quanto riguarda il trasporto pubblico può essere reso più efficiente attraverso sistemi di informazione in tempo reale. Le "smart logistics" ottimizzano il percorso attraverso l'utilizzo della guida assistita nel trasporto stradale, ferroviario, aereo e marittimo (Hilty e Bieser, 2017). Lo sviluppo di veicoli a guida autonoma e con maggiore efficienza dal punto di vista energetico consentirebbero di ottenere una guida più fluida con una conseguente riduzione di consumi di carburante ed emissioni di carbonio. L'utilizzo di tecnologie digitali per il trasporto via camion potrebbe, secondo Bonhage (si veda Grassilli, 2019), abbassare il consumo di energia per il trasporto del 20-25%;
- **settore commerciale:** l'e-commerce si sviluppa come vendita in piattaforme digitali piuttosto che in negozi fisici. Questo può ridurre le emissioni di gas serra poiché vi è la possibilità di programmare in modo ottimale la distribuzione tramite corrieri dei beni acquistati così da provocare minori emissioni rispetto a quelle che si

causerebbero se ogni individuo si recasse in un negozio fisico per comprare (Hilty e Bieser, 2017);

- **settore bancario:** con le piattaforme digitali e le applicazioni bancarie è possibile effettuare transazioni bancarie anziché recarsi in filiale evitando, così, i viaggi dei consumatori verso la banche;
- **settore lavorativo:** i sistemi tecnologici permettono di accedere, lavorare, ed elaborare informazioni lavorative indipendentemente dal luogo in cui si trova il dipendente e mantenendo la possibilità di collaborazione in team anche da remoto evitando le trasferte;
- **settore agricolo:** l'agricoltura di precisione, come affermano Finger et al. e Mietzsch et al. (si veda Liu et al., 2019, p.67) "consente a un agricoltore di applicare la giusta quantità di input nel posto giusto, al momento giusto, nel modo giusto" aumentando le rese delle colture per ettaro. L'uso più efficiente di fertilizzanti, prodotti fitosanitari, e reflui zootecnici consente di aumentare l'assorbimento di azoto da parte delle colture e di ridurre le emissioni di ossido di azoto (N₂O), gas serra che contribuisce al riscaldamento globale. Con l'utilizzo di un'agricoltura intelligente, GeSI (si veda Liu et al., 2019, p.31), stima una possibile riduzione delle emissioni di CO₂ di 2 Gt all'anno entro il 2030;
- **settore tessile:** la tecnologia indossabile rivestirà un'importante ruolo nel futuro collegato principalmente ad un miglior controllo sanitario e ad un supporto sportivo;
- **settore aereo:** dallo studio di Coroama et al. (si vedano Hilty e Bieser, 2017, p.26) evitare voli intercontinentali per un grande evento internazionale, che può essere svolto in videoconferenza nelle applicazioni e software digitali, permette la riduzione dell'emissione di anidride carbonica;
- **settore editoriale:** la produzione di un lettore e-book induce la stessa quantità di gas serra della fabbricazione di circa 30 libri cartacei. Secondo Moberg et al. (si vedano Hilty e Bieser, 2017, p.26), quindi, la risorsa tecnologica dell'ebook risulta efficiente per un potenziale abbattimento di emissioni solo dopo aver letto l'equivalente di 30 libri stampati;
- **settore dell'intrattenimento:** come sostengono Weber et al. (si vedano Hilty e Bieser, 2017, p.26) l'acquisto e la consegna di musica nelle piattaforme online può mitigare le emissioni di CO₂ dal 40% all'80% rispetto alle emissioni dovute alla vendita di musica nei negozi.

Settori come quello dei trasporti, dell'edilizia e dell'energia sono i maggiori apportatori di gas serra nell'atmosfera e hanno quindi, attraverso la digitalizzazione, un alto potenziale di abbattimento, mentre settori come quello bancario o sanitario, essendo relativamente più piccoli forniscono un minore potenziale di abbattimento dei gas serra.

Secondo la Global e-Sustainability Initiative (GeSI) (si vedano Hilty e Bieser, 2017, p.26) attraverso soluzioni digitali tra cui le "smart buildings" e l'"e-commerce" è possibile ridurre di 12,1 Gt di CO₂ (20%) le emissioni globali di gas serra nel 2030.

La digitalizzazione in tutti i settori sopra elencati ha permesso alla Svizzera di evitare 1,11 Mt CO₂ nel 2015 e si stima un potenziale abbattimento di 2,79 Mt CO₂ nel 2025, che può raggiungere le 6,99 Mt CO₂ se si dovesse prospettare uno scenario ottimistico, mentre solo 0,72 Mt CO₂ in caso di impossibilità di adozione delle tecnologie o di realizzazione delle infrastrutture e impianti previsti, scenario pessimistico (Hilty e Bieser, 2017, p.29).

La digitalizzazione, però, può contribuire alla protezione del clima abbattendo le emissioni di anidride carbonica solo se le potenzialità tecnologiche ed economiche vengono sfruttate da tutti i Paesi in modo sistematico con azioni mirate soprattutto nei settori più inquinanti (Hilty e Bieser, 2017).

Sviluppare i servizi digitali permette di eliminare lo spreco delle grandi quantità di carta e di rendere i processi più efficienti e veloci. La transizione effettuata dalla Pubblica Amministrazione verso la digitalizzazione delle operazioni (es. carta d'identità elettronica, lo SPID - Sistema Pubblico di Identità Digitale - e i pagamenti digitali quali la fatturazione elettronica PA o PagoPA) e alcune operazioni finanziarie come l'online banking per le transizioni e i bonifici digitali ne sono dei validi esempi (ANON., 2018).

Va inoltre segnalato che internet e alcune sue applicazioni possono essere socialmente utilizzate per creare impatti ambientali positivi come nel caso di alcune startup che facilitano la produzione e lo scambio di energia pulita attraverso la blockchain o come altre startup che, tramite i motori di ricerca, utilizzano i profitti generati dalle ricerche stesse per la piantumazione di alberi per ridurre l'impatto ambientale (ANON., 2018) e le grandi compagnie della rete hanno annunciato il loro impegno per far funzionare i propri data center solo con energia rinnovabile.

Capitolo 3

Digitalizzazione e cambiamento climatico in Italia

3.1 Cambiamento climatico in Italia

Il tema della tutela ambientale è molto sentito anche dallo Stato italiano che dall'8 febbraio 2022 l'ha introdotto definitivamente in due articoli della Costituzione. L'Italia si impegna a tutelare "l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni" (Art. 9) e a far svolgere l'iniziativa economica privata non "in modo da recare danno alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana, alla salute, all'ambiente" (Art. 41) (ANON., 2022).

Secondo quanto riportato nel rapporto Brown to Green della Climate Transparency (si veda Foderi, 2019), le emissioni di gas serra pro capite italiane (6,8 tonnellate) hanno avuto una decrescita del 16% dal 2011 al 2016 assumendo valori al di sotto della media del G20 e dell'Unione Europea (rispettivamente 7,5 e 7,9 tonnellate). Nel 2018, però, questo trend positivo si è arrestato e solo il settore dei trasporti e quello edilizio (per il riscaldamento ed elettricità) hanno contribuito alle emissioni di CO₂ pro capite rispettivamente per 1,67 e 1,8 tonnellate. Questi valori sono frutto di un mix energetico italiano orientato per la maggior parte ancora verso i combustibili fossili che rappresentano il 79% dell'energia prodotta.

Altro fattore studiato nel Brown to Green (si veda Foderi, 2019) da tenere in considerazione, come causa dell'aumento delle emissioni italiane, è l'abbattimento di 299 Km² di aree boschive tra il 2001 e il 2018 che ha portato alla diminuzione del serbatoio green utile per limitare l'impatto dei gas serra nell'ambiente.

Per invertire questo sviluppo sarebbe auspicabile, secondo la Climate Transparency (si veda Foderi, 2019), creare politiche di ristrutturazione degli edifici per migliorarne l'efficienza energetica e piantumare nuove foreste per controbilanciare gli impatti negativi delle emissioni.

Per vedere questi effetti attraverso dati empirici possiamo analizzare la situazione italiana rispetto ai 17 target strategici, obiettivi di sostenibilità, delle Nazioni Unite (*Sustainable Development Goals - Sdg*). Nel rapporto ASviS (Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile) 2021 si può notare come si posiziona il nostro Paese rispetto al Goal 13 - Lotta al cambiamento climatico (*headline indicator* delle emissioni di gas serra procapite) e al Goal 15 - Vita sulla terra (copertura del suolo, sostenibilità delle aree boschive, etc) (ASviS, 2021) (Figura 7).

Figura 7: Andamento dal 2010 al 2020 del Goal 13 - Lotta al cambiamento climatico e del Goal 15 - Vita sulla terra



Fonte: Rapporto ASviS, 2021

Il primo segue un andamento crescente dal 2010 al 2014, una fase più o meno stabile negli anni successivi fino ad arrivare al 2020, anno in cui si nota un miglioramento dovuto alla riduzione del 7% (6,6 tonnellate di CO₂) delle emissioni di gas serra pro capite come effetto dei lockdown (ASviS, 2021).

Il secondo, invece, ha un andamento piuttosto negativo per il "peggioramento degli indicatori elementari relativi alla frammentazione del territorio e alla copertura del suolo" ancora troppo degradato dall'uomo anche attraverso l'utilizzo di sostanze inquinanti nelle produzioni agricole (ASviS, 2021).

3.2 Digitalizzazione e cambiamento climatico in Italia

Il rapporto "Digitalizzazione e sostenibilità per la ripresa dell'Italia" nato dalla collaborazione tra The European House - Ambrosetti e Microsoft Italia (si veda Network Digital360, 2021) sostiene che il peso del digitale apporterà, tra il 2020 e il 2030, una diminuzione del 10% delle emissioni italiane rispetto al 2019 fino ad arrivare nel 2050 ad un contributo di riduzione maggiore rispetto alla componente non digitale. Atos Italia e The European House -

Ambrosetti (si veda Dantès, 2021) stimano, infatti, che l'apporto diretto e indiretto delle ICT ridurrà del 53,2% le emissioni inquinanti: il 17,8% grazie ai footprint e il 35,4% grazie ad altri modi indiretti.

Riportando dei dati per settori raccolti nello studio sopra citato (si veda Dantès, 2021), l'emissione di CO₂ nel nostro Paese è spinta dal settore del trasporto stradale, da quello della produzione di energia elettrica e dai processi di produzione industriale e delle fonti fossili e questi pesano per il 58,7% sul totale delle emissioni italiane del 2019. Con la contribuzione diretta e indiretta del digitale le emissioni dei suddetti settori potrebbero essere ridotte rispettivamente del 100%, 85,5%, 42,5%. Più ridotto, ma comunque significativo, sarà il contributo nei settori dei rifiuti e nel settore agricolo, con una riduzione diretta e indiretta del 12,8% e del 5,2% delle emissioni di gas inquinanti.

Secondo The European House - Ambrosetti (si veda Network Digital360, 2021), inoltre, un'impresa italiana digitalizzata può migliorare la propria produttività lavorativa del 64% rispetto ad una che non ha intrapreso iniziative di rinnovamento tecnologico. Lo smart working è identificato per il 63,7% delle imprese come una "leva cruciale per lo sviluppo" sia da un punto di vista tecnologico, sia dal punto di vista sociale come strumento di inclusione.

Per rendere possibile tutto ciò, il processo di transizione digitale del nostro Paese dovrà, come sostiene Atos Italia (si veda Dantès, 2021), "implementare 20 leve strategiche acceleranti o abilitanti tra le quali: l'automazione, l'intelligenza artificiale, internet of things, high performance computer, digital twin e piattaforme digitali".

Dallo studio di The European House - Ambrosetti in collaborazione con Microsoft Italia (si veda Network Digital360, 2021) emerge, inoltre, che l'86% delle imprese in esame ha già utilizzato o ha pianificato piani aziendali che mirano alla sostenibilità mentre il restante 14% non ne ha avuto ancora la possibilità. Questo è dovuto al fatto che molte piccole imprese faticano a stare al passo con le due rivoluzioni in atto: quella green e quella digitale (solo il 38% delle PMI analizzate utilizzano il digitale come leva per la sostenibilità contro il 69% delle grandi imprese).

Come affermato nello studio sopra citato (si veda Network Digital360, 2021) "diminuzione degli spostamenti, dematerializzazione dei processi, gestione più efficiente delle operations e incremento delle attività di monitoraggio" sono solo alcune soluzioni per incrementare la sostenibilità ambientale.

Tutto ciò è reso possibile, soprattutto per le piccole-medie imprese, solo tramite un finanziamento per la transizione green, per la digitalizzazione e per piani aziendali orientati in questa direzione. Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) attribuendo il 70% delle risorse alla digitalizzazione e alla green economy sarà un fattore accelerante di questo processo (Network Digital360, 2021).

3.3 Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (MiSE, 2021) si inserisce all'interno della "Next Generation EU" (NGEU), "programma dell'Unione Europea di portata e ambizione inedite, che prevede investimenti e riforme per accelerare la transizione ecologica e digitale; migliorare la formazione delle lavoratrici e dei lavoratori; e conseguire una maggiore equità di genere, territoriale e generazionale" (MiSE, 2021, p.3). La NGEU è un'opportunità di sviluppo, investimenti, riforme e di una crescita economica sostenibile in cui il nostro Paese può modernizzare la Pubblica Amministrazione, rafforzare il sistema produttivo, contrastare la povertà, l'esclusione sociale e le disuguaglianze. La Next Generation EU mette a disposizione due strumenti: il Dispositivo per la Ripresa e Resilienza (Recovery and Resilience Facility - RRF) e il Pacchetto di Assistenza alla Ripresa per la Coesione e i Territori d'Europa (REACT-UE). Il primo prevede un'allocazione di risorse pari a 191,5 miliardi di euro da utilizzare tra il 2021 e il 2026, il secondo stanziava un fondo di 13 miliardi da spendere nel periodo 2021-2023 (MiSE, 2021).

Il PNRR si erige su tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione ed innovazione, transizione ecologica ed inclusione sociale al fine di riparare i danni e le fragilità economiche e sociali derivanti dalla pandemia in un percorso di transizione ecologica e ambientale (MiSE, 2021).

Il Piano, poi, si struttura in sedici Componenti, raggruppate in sei Missioni (MiSE, 2021, p.15):

- **Missione 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo**

Si pone l'obiettivo di supportare la transizione digitale dell'Italia affinché si modernizzino le infrastrutture di comunicazione, la Pubblica Amministrazione e il sistema produttivo attraverso una migliore competitività delle filiere industriali, internazionalizzando le imprese e permettendo a tutta la penisola una copertura con reti a banda ultra-larga;

- **Missione 2: Rivoluzione verde e transizione ecologica**

Il suo fine è sostenere la transizione verde ed ecologica del Paese (società ed economia) in modo da rendere il sistema sostenibile e garantirne la competitività con investimenti in interventi per: sviluppare fonti di energia rinnovabili, trasporti sostenibili e un'agricoltura sostenibile, migliorare la gestione dei rifiuti, rendere più efficienti gli edifici privati e pubblici e gestire in modo sostenibile le risorse idriche;

- **Missione 3: Infrastrutture per una mobilità sostenibile**

Punta a sviluppare un programma per ampliare e potenziare la rete dell'alta velocità ferroviaria regionale e nazionale soprattutto nel Mezzogiorno, a promuovere la digitalizzazione del traffico aereo e a rafforzare servizi di trasporto merci garantendo l'interoperabilità della piattaforma logistica nazionale per i porti;

- **Missione 4: Istruzione e ricerca**

È volta a colmare le carenze nel sistema scolastico nel suo complesso aumentando i posti negli asili nido, favorendo l'accesso all'università, sviluppando migliori programmi di orientamento e di formazione per gli insegnanti, incrementando la ricerca e introducendo nuovi strumenti tecnologici;

- **Missione 5: Coesione e inclusione**

Il fine della Missione è di migliorare le infrastrutture sociali, le politiche del lavoro e di difesa per persone fragili socialmente ed economicamente, famiglie e genitori e sostenere l'imprenditoria femminile, il Servizio Civile Universale, lo sport come promotore dell'inclusione;

- **Missione 6: Salute**

Si pone due obiettivi: una maggiore prevenzione e assistenza nel territorio integrando i servizi sanitari e sociali e l'inserimento di nuove soluzioni tecnologiche nel Servizio Sanitario Nazionale sviluppando la telemedicina e migliorando il Fascicolo Sanitario Elettronico. Aiuta la ricerca scientifica biomedica e sanitaria.

Le missioni più interessanti da approfondire perchè in linea con l'elaborato sono la Missione 1 e la Missione 2. L'Italia nella digitalizzazione si trova in 25esima posizione a livello europeo per le ridotte competenze digitali, il basso utilizzo di tecnologie avanzate e i limitati investimenti nell'innovazione (MiSE, 2021).

Per la prima Missione - digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo - sono stati stanziati 40,32 Mld (MiSE, 2021, p.83) suddivisi nelle 3 Componenti:

- Componente 1: digitalizzazione, innovazione e sicurezza nelle PA (9,75 Mld). Mira a modificare la PA con l'implementazione di strategie digitali come il cloud, lo snellimento delle procedure con la tecnica "once only", il rafforzamento delle cybersecurity, l'estensione dei servizi ai cittadini e interventi per migliorare le competenze digitali;
- Componente 2: digitalizzazione, innovazione e competitività del sistema produttivo (23,89 Mld). Investe sulla transizione 4.0 dei settori economici, in ricerca e sviluppo e nella copertura di tutto il Paese con reti a banda ultra-larga;
- Componente 3: turismo a cultura 4.0 (6,68 Mld). Punta a rilanciare il turismo (12% del Pil) e la cultura, importanti per l'economia italiana, mettendo in rilievo i siti storici e culturali, rimodernando le periferie cittadine mantenendo sempre la linea della sostenibilità ambientale.

Per la seconda Missione - rivoluzione verde e transizione ecologica - sono stati stanziati 59,47 Mld (MiSE, 2021, p.115) suddivisi nelle 4 Componenti:

- Componente 1: economia circolare e agricoltura sostenibile (5,27 Mld). Mira a gestire meglio i rifiuti e l'economia circolare implementando i sistemi di raccolta differenziata cercando così di eliminare il divario tra nord e sud Italia. Investe in progetti "flagship" per le RAEE, la carta/cartone, il settore tessile, le plastiche e crea una filiera agricola e alimentare più sostenibile;
- Componente 2: energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile (23,78 Mld). Ha l'obiettivo di decarbonizzare tutti i settori attraverso l'utilizzo di energie rinnovabili e di sviluppare supply chain competitive in modo da ridurre la dipendenza dalle importazioni tecnologiche investendo in ricerca e sviluppo;
- Componente 3: efficienza energetica e riqualificazione degli edifici (15,36 Mld). Implementa l'efficienza degli edifici per diminuire le emissioni;
- Componente 4: tutela del territorio e della risorsa idrica (15,06 Mld). Pensa soluzioni per aumentare la resilienza ai cambiamenti climatici, per proteggere la natura e le biodiversità e per garantire la sicurezza e l'efficienza del sistema idrico.

Tutti questi obiettivi sono affiancati dalla necessità di diminuire il divario tra le regioni operando in modo equo e inclusivo e destinando il 40% delle risorse al Mezzogiorno. Il PNRR punta a riformare il Paese verso un modello più sostenibile che riesca a dare alle prossime generazioni un'Italia più moderna e pronta alle sfide del futuro.

Considerazioni finali

Il presente elaborato ha voluto esaminare tutte le correlazioni tra la dimensione ambientale e quella digitale analizzando in esse anche gli impatti dell'agire umano rendendo così il lettore più consapevole delle conseguenze delle proprie azioni. Secondo le statistiche Ipsos (si veda Erion, 2021), infatti, solo il 34% degli italiani è consapevole di come le novità della digitalizzazione impattino nell'ambiente e appena il 27% degli individui è a conoscenza dell'influenza dei servizi digitali nella domanda di energia, infine solo il 16% degli italiani ha la cognizione dell'effettivo consumo dello streaming digitale, pari a quello di due frigoriferi.

Nonostante la crescente attenzione agli aspetti ecologici e al tema della sostenibilità abbia incentivato lo sviluppo di teorie economiche ecologiche che si allontanano da quelle mainstream e che permettono di coniugare l'azione economica con il vincolo ambientale, a volte risulta ancora difficile collegare quest'ultime con il tema della digitalizzazione. Quando si parla di riscaldamento globale e lotta al cambiamento climatico, infatti, non si identifica la tecnologia come responsabile di ingenti emissioni di gas serra, considerandola come qualcosa di "astratto".

Se da un lato, come abbiamo visto, la digitalizzazione può avere impatti molto positivi ed essere la chiave di svolta per l'abbattimento delle emissioni di gas serra e per la lotta al cambiamento climatico, dall'altro non bisogna sottovalutare l'ingente quantità di materiali e metalli rari necessari alla produzione di dispositivi elettronici. Bisognerebbe, quindi, adottare quella che Raworth ha sviluppato come "economia della ciambella" per riuscire a raggiungere uno sviluppo che non sia dannoso per la Terra. Kate Raworth (si veda Giacomella, 2022) sottolinea l'esistenza di un confine esterno all'uso delle risorse, una sorta di "tetto", oltre cui il degrado ambientale diventa inaccettabile e pericoloso per l'intera umanità, ma che esiste anche un limite interno al prelievo di risorse, un livello sociale di base (un sorta di "pavimento") sotto il quale la deprivazione umana diventa inaccettabile e insostenibile.

È necessario, dunque, prendere coscienza della scarsità delle risorse del pianeta, un sistema chiuso con risorse e riserve limitate, e sviluppare modelli tecnologici che tengano conto delle capacità rigenerative del pianeta stesso in modo da permettere alle generazioni future le stesse possibilità che spettano alle generazioni di oggi (Rapporto Brundtland, 1987) e mettendo fine al moderno capitalismo "carbonifero" (da combustibili fossili) (United Nations, 1987).

Le case produttrici di device dovrebbero, quindi, spostare la loro attenzione dal mero guadagno economico e massimizzazione del reddito derivante dalla loro produzione, all'impatto ambientale costruendo dispositivi più sostenibili e duraturi nel tempo. Andrebbero ridisegnati i prodotti per renderli maggiormente durevoli, riparabili e riciclabili e intervenendo con la creazione di sistemi di riciclo sistematico e integrale per recuperare tutti i materiali di cui essi sono composti e dando così origine ad una economia circolare del settore dell'ICT.

Bisognerebbe poi creare politiche ecologiche mirate all'abbattimento delle emissioni. Come affermato nel capitolo 2, ad esempio, il calore rilasciato dai data center è in continua crescita e ad oggi rappresenta il 2% di tutto il calore di scarto industriale dell'Unione Europea avendo quindi un grande margine di abbattimento delle emissioni. Questi sistemi tecnologici sono ormai essenziali per lo sviluppo della tecnologia, pertanto è difficile ridurre le emissioni da essi prodotti solo diminuendone il numero presente in natura. Due possibili soluzioni per limitare questa dispersione di calore sono: riutilizzare lo scarto come energia utile (per scaldare ad esempio una piscina) o porre il data center in luoghi terrestri con una minore temperatura (zone artiche o mare come ha già sperimentato Microsoft) in modo tale da diminuire il bisogno di energia per la ventilazione e il loro raffreddamento (Erion, 2021).

Alcune delle raccomandazioni che si possono dare al lettore al fine di limitare la propria impronta sull'ambiente sono quelle che propone la Coalition for Energy Savings (si veda Grassilli, 2019): "applicare il mantra 'dell'efficienze energetica prima di tutto' in tutte le future politiche che riguardano l'energia; sostenere l'attuazione delle direttive adottate a livello europeo e far rispettare le leggi esistenti; predisporre linee guida per la pianificazione delle future infrastrutture; analizzare i trend sociali e studiare come sfruttarli al massimo partendo dalla digitalizzazione". Lo studio dell'Università di Zurigo (Hilty e Bieser, 2017, p.10), inoltre, consiglia alle famiglie e alle imprese di: avere accorgimenti per ridurre l'impatto ambientale diretto tramite la sostituzione di dispositivi fissi con dispositivi mobili ed utilizzare quest'ultimi per più anni possibili; valutare il vantaggio individuale nell'uso di soluzioni intelligenti in settori che consentono una riduzione potenziale dei gas serra; ridurre le emissioni di CO₂ da parte delle aziende ICT utilizzando il loro potere per influenzare le supply chain delle apparecchiature in modo da renderle più sostenibili.

Tutto ciò può essere concretizzato, però, solo attraverso azioni coese e a lungo termine da parte di governi, istituzioni, aziende e singoli cittadini: una società unita verso un obiettivo comune quale l'abbattimento dell'impronta della digitalizzazione nella lotta al cambiamento climatico, cogliendo le opportunità che questa può generare.

Riferimenti bibliografici

ANON., 2018. *Inquinamento digitale: Internet nemico o amico dell'ambiente?* [online]. Disponibile su: < [https://investiresponsabilmente.it/2018/07/10/inquinamento-digitale-internet-nemico-amico-dellambiente/#:~:text=Gli%20smartphone%20sono%20i%20pi%C3%B9,parla%20dell'1%25\)](https://investiresponsabilmente.it/2018/07/10/inquinamento-digitale-internet-nemico-amico-dellambiente/#:~:text=Gli%20smartphone%20sono%20i%20pi%C3%B9,parla%20dell'1%25).) >

ANON., 2022. La tutela dell'Ambiente entra in Costituzione [online]. *Il Sole 24 Ore*, 8 febbraio 2022. Disponibile su: < https://www.ilsole24ore.com/art/la-tutela-dell-ambiente-entra-costituzione-AEHUOsCB?refresh_ce=1 > [Data di accesso: 08/02/2022].

ASVIS, 2021. *L'Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile*, p. 71,74 [online]. Disponibile su: < https://asvis.it/public/asvis2/files/Rapporto_ASviS/Rapporto_2021/Rapporto_ASviS_2021.pdf > [Data di accesso: 30/01/2022].

BORTOLETTO, F., 2021. *Il digitale inquina più degli aerei* [online]. Disponibile su: < <https://europa.today.it/ambiente/quanto-inquina-digitale-studio.html> > [Data di accesso: 06/02/2022].

CAMMISECRA, A., 2019. *La sfida decisiva del nostro tempo* [online]. ENEL. Disponibile su: < <https://corporate.enel.it/it/storie/a/2019/01/utilizzo-energie-rinnovabili> > [Data di accesso: 30/01/2022].

CIRCULARY ECONOMY NETWORK, 2021. *3° Rapporto sull'economia circolare in Italia 2021*, p.20 [online]. Disponibile su: < https://www.fondazionevilupposostenibile.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/3%C2%B0-Rapporto-sulleconomia-circolare-in-Italia-2021.pdf > [Data di accesso: 28/01/2022].

CISCO, 2019. *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022* [online]. Disponibile su: < <https://twiki.cern.ch/twiki/pub/HEPIX/TechwatchNetwork/HtwNetworkDocuments/white-paper-c11-741490.pdf> > [Data di accesso: 10/06/2022].

COMMISSIONE EUROPEA, 2021. *In primo piano: La trasformazione digitale del nostro sistema energetico* [online]. Disponibile su: < https://ec.europa.eu/info/news/focus-digital-transformation-our-energy-system-2021-dec-16_it > [Data di accesso: 06/02/2022].

COMMISSIONE EUROPEA, 2016. *Climate change consequences* [online]. Disponibile su: < https://ec.europa.eu/clima/climate-change/climate-change-consequences_en > [Data di accesso: 30/01/2022].

DANTÈS, E., 2021. *CLIMA & AMBIENTE. Così la digitalizzazione taglia oltre il 50% della CO2 italiana* [online]. Disponibile su: < <https://www.ilsussidiario.net/news/clima-ambiente-cosi-la-digitalizzazione-taglia-oltre-il-50-della-co2-italiana/2243111/> > [Data di accesso: 02/02/2022].

ELETTRICOMAGAZINE, 2021. *Digitale ed elettrificazione per salvare il pianeta dal cambiamento climatico* [online]. Disponibile su < <https://elettricomagazine.it/ondigital-cultura/digitale-elettrificazione-contro-cambiamento-climatico/>>

EPA, 2021. *Basics of Climate Change* [online]. Disponibile su: < <https://www.epa.gov/climatechange-science/basics-climate-change#greenhouse> > [Data di accesso: 02/02/2022].

ERION, 2021. *Impariamo a gestire gli impatti ambientali della Digitalizzazione* [online]. Disponibile su: < <https://erionweee.it/it/news/impariamo-a-gestire-gli-impatti-ambientali-della-digitalizzazione/> > [Data di accesso: 06/02/2022].

FODERI, A., 2019. *Nessun paese del G20 sta rispettando gli accordi sul clima di Parigi* [online]. Disponibile su: < https://www.wired.it/attualita/ambiente/2019/11/12/accordi-clima-parigi-paese-g20-rispetta/#intcid=_wired-it-bottom-recirc_9ff4ce58-688e-4c40-9e83-4d3d6383d48a_entity-topic-similarity-v2 > [Data di accesso: 08/02/2022].

GESI, 2019. *ICT Solutions for 21st Century Challenges* [online]. Disponibile su: < <https://smarter2030.gesi.org/> > [Data di accesso: 06/02/2022].

GIACOMELLA, L., 2022. *Agnostici rispetto alla crescita”: l’economia della ciambella per il benessere del Pianeta?* [online]. Disponibile su: < <https://economiecircolare.com/leconomia-della-ciambella-da-kate-raworth-una-bussola-per-lo-sviluppo-sostenibile/> >

GRASSILLI, E., 2019. *Digitalizziamo l'Europa per rispettare il clima. Ma c'è il rischio di andare nella direzione opposta...* [online]. Disponibile su: < <https://www.assemblea.emr.it/europedirect/news/2019/uneuropa-che-rispetta-il-clima-solo-se-si-digitalizza-il-settore-energetico> > [Data di accesso: 04/02/2022].

HAWKINS, E., 2019. *Mapping global temperature change* [online]. Disponibile su: < <http://www.climate-lab-book.ac.uk/2016/mapping-global-temperature-change/> > [Data di accesso: 01/02/2022].

HILTY, L., BIESER, J., 2017. *Opportunities and Risks of Digitalization for Climate Protection in Switzerlan* [online]. Disponibile su: < https://www.ifi.uzh.ch/dam/jcr:066776d8-d2b0-4c7c-b75d-6b7283cb5791/Study_Digitalization_Climate_Protection_Oct2017.pdf >

IEA , 2021. *Data Centres and Data Transmission Networks*, IEA, Paris [online]. Disponibile su: < <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networkshttps://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks> > [Data di accesso: 08/02/2022].

LIU, R., et al., 2019. *Impacts of the digital transformation on the environment and sustainability* [online]. Disponibile su: < https://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/studies/issue_paper_digital_transformation_20191220_final.pdf > [Data di accesso: 08/02/2022].

MEF, 2021. *Rischi economici del cambiamento climatico, digitalizzazione e ripresa economica al centro delle discussioni G20* [online]. Disponibile su: < http://www.dt.mef.gov.it/it/news/2021/rischi_g20.html > [Data di accesso: 04/02/2022].

MINISTERO DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE, 2017. *Cattura e sequestro CO₂* [online]. Disponibile su: < <https://www.mise.gov.it/index.php/it/energia/sostenibilita/gas-effetto-serra/cattura-e-sequestro-co2> > [Data di accesso: 01/02/2022].

MISE, 2021. *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza* [online]. Disponibile su: < <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf> >

NASA, 2021. *The Effects of Climate Change* [online]. Disponibile su: < <https://climate.nasa.gov/effects/> > [Data di accesso: 30/01/2022].

NASA, 2021. *The Causes of Climate Change* [online]. Disponibile su: < <https://climate.nasa.gov/causes/> > [Data di accesso: 30/01/2022].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2020. *Climate Change. Evidence and Causes: Update 2020*. Washington, DC: The National Academies Press. Disponibile su: < <https://www.nap.edu/read/25733/chapter/5> >

NAZIONI UNITE, 2019. *Obiettivo 13: Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico* [online]. Disponibile su: < <https://unric.org/it/obiettivo-13-promuovere-azioni-a-tutti-i-livelli-per-combattere-il-cambiamento-climatico/> > [Data di accesso: 30/01/2022].

NETWORK DIGITAL360, 2021. *Il digitale ingrediente chiave nella lotta alle CO₂: 10% di emissioni in meno entro il 2030* [online]. Disponibile su: < <https://www.corrierecomunicazioni.it/green-economy/il-digitale-ingrediente-chiave-nella-lotta-alle-co2-10-di-emissioni-in-meno-entro-il-2030/> > [Data di accesso: 08/02/2022].

NOSENGO, N., 2005. *Digitalizzazione* [online]. Disponibile su: < https://www.treccani.it/enciclopedia/digitalizzazione_%28Enciclopedia-dei-ragazzi%29/ >

PICTET PER TE, 2020. *L'accelerazione digitale imposta dal COVID-19: 5 tendenze che restano* [online]. Disponibile su: < <https://www.am.pictet.it/blog/articoli/tecnologia-e-innovazione/l-accelerazione-digitale-imposta-dal-covid-19-5-tendenze-che-restano> > [Data di accesso: 08/02/2022].

POLIKÓS, 2021. *Internet e cambiamento climatico: la digitalizzazione presenta il conto* [online]. Disponibile su: < <https://www.polikos.it/ambiente/2021/01/internet-e-cambiamento-climatico-la-digitalizzazione-presenta-il-conto/> > [Data di accesso: 08/02/2022].

POLITO, C., 2021. *L'impatto del digitale sul cambiamento climatico: quanto inquinano servizi e tecnologie* [online]. Disponibile su: < <https://www.agendadigitale.eu/smart-city/limpatto-del-digitale-sul-cambiamento-climatico-quanto-inquinano-servizi-e-tecnologie/> > [Data di accesso: 02/02/2022].

Pure and Applied Chemistry, 1990. Glossary of Atmospheric Chemistry terms. Vol. 62, No. 11. Oxford, p. 2192

RIEBEEK, H., 2010. NASA, *Global Warming* [online]. Disponibile su: < <https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming/page1.php> > [Data di accesso: 30/01/2022].

RUGGIERO, G., 2019. *L'impronta ambientale del digitale: le idee sul tavolo per affrontare il problema* [online]. Disponibile su: < <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/limpronta-ambientale-del-digitale-le-idee-sul-tavolo-per-affrontare-il-problema/> > [Data di accesso: 02/02/2022].

SNPAMBIENTE, 2021, a cura di Lavacchini, S. *Il Porto digitale di quinta generazione* [online]. Disponibile su: < <https://www.snpambiente.it/2021/04/07/il-porto-digitale-di-quinta-generazione/> > [Data di accesso: 04/02/2022].

UNITED NATIONS, 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*, p.15. Disponibile su: < https://www.are.admin.ch/dam/are/it/dokumente/nachhaltige_entwicklung/dokumente/bericht/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf.download.pdf/our_common_futurebrundtlandreport1987.pdf > [Data di accesso: 08/02/2022].

UNITED NATIONS, 1992. *United Nations Framework Convention On Climate Change*, p.3. Disponibile su: < <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> >

WITSCHI, R., 2021. *L'innovazione tecnica salva il clima?* [online]. Disponibile su: < <https://www.bluewin.ch/it/digitale-lifestyle/innovazione-tecnica-salva-il-clima-843910.html> > [Data di accesso: 04/02/2022].