



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

Corso di Laurea Magistrale in
Management della Sostenibilità ed Economia Circolare

**“LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO”: UNA
PROPOSTA PER LA MISURAZIONE DEL RAGGIUNGIMENTO
DEGLI OBIETTIVI**

“CLIMATE ACTION”: A PROPOSAL FOR MEASURING GOAL
ACHIEVEMENT

Relatore: Chiar.mo
Prof.ssa Ciommi Mariateresa

Tesi di Laurea di:
Ferrara Rachele

Anno Accademico 2022 – 2023

Indice

INTRODUZIONE.....	6
--------------------------	----------

CAPITOLO 1

L'AGENDA 2030 E GLI OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE	8
--	----------

1.1 I precursori degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e l'Agenda 2030	8
---	----------

1.2 Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile	14
--	-----------

1.3 Focus sull' Obiettivo 13: Lotta contro il cambiamento climatico	19
--	-----------

<i>1.3.1 Politiche e conferenze sul cambiamento climatico</i>	<i>23</i>
---	-----------

<i>1.3.2 Andamento globale dell'Obiettivo 13</i>	<i>28</i>
--	-----------

<i>1.3.3 Andamento europeo dell'Obiettivo 13</i>	<i>34</i>
--	-----------

CAPITOLO 2

REVIEW DELLA LETTERATURA SUGLI INDICATORI COMPOSITI PER MONITORARE GLI OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE.....	37
--	-----------

2.1 SDG Index	38
----------------------------	-----------

2.2 La proposta Eurostat.....	41
--------------------------------------	-----------

2.3 La proposta ASviS	46
------------------------------------	-----------

CAPITOLO 3

INDICATORI ED INDICI.....	49
----------------------------------	-----------

CAPITOLO 4

UN INDICATORE COMPOSITO PER L'OBIETTIVO 13.....	59
--	-----------

4.1 Descrizione dei dati	60
4.1.1 Emissioni nette di gas a effetto serra.....	65
4.1.2 Perdite economiche legate al clima.....	67
4.1.3 Popolazione coperta dai firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia.....	68
4.1.4 Quota di energia rinnovabile nel consumo energetico finale lordo.....	70
4.1.5 Target.....	72
4.1.6 Statistiche descrittive.....	76
4.2 Analisi multivariata	83
4.3 Metodologia	87
4.3.1 Metodo Tassonomico di Wroclaw.....	87
4.3.2 Applicazione Metodo Tassonomico di Wroclaw e modifiche.....	89
4.4 Risultati	93

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI	106
BIBLIOGRAFIA	109
SITOGRAFIA	114
APPENDICE	117

Indice Tabelle

<i>Tabella 1- Missing data 2015-2016.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabella 2- Missing data 2017-2018.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabella 3- Missing data 2019-2020.....</i>	<i>63</i>
<i>Tabella 4- Missing data 2021.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabella 5 - Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Emission.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabella 6 - Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Losses.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabella 7- Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Popcovered.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabella 8- Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Renewable.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabella 9 - Rilevamento target per tutti gli indicatori.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabella 10- Statistiche descrittive per il 2020.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabella 11- Statistiche descrittive per il 2021.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabella 12- Indice di distanza del raggiungimento degli obiettivi climatici. Punteggi dei Paesi.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabella 13-Statistiche descrittive dell'Indice.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabella 14- Ranking 2020 e 2021.....</i>	<i>95</i>

Indice Figure

<i>Figura 1- Millennium Development Goals</i>	111
<i>Figura 2- Sustainable Development Goals</i>	166
<i>Figura 3- Le dimensioni della sostenibilità e gli SDGs</i>	18
<i>Figura 4 -Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 13</i>	24
<i>Figura 5- Andamento riscaldamento globale</i>	30
<i>Figura 6- Andamento delle emissioni globali in tre scenari</i>	31
<i>Figura 7- The CAT Thermometer 2023</i>	32
<i>Figura 8- Dashboard SDG 13</i>	34
<i>Figura 9 -Progressi SDG</i>	36
<i>Figura 10- Esempio esplicativo per il calcolo dello Stato dell'SDG 16 per un paese fittizio</i>	45
<i>Figura 11- Boxplot indicatore Emission 2020 e 2021</i>	79
<i>Figura 12- Boxplot indicatore Popcovered 2020 e 2021</i>	80
<i>Figura 13 - Boxplot indicatore Losses 2020 e 2021</i>	81
<i>Figura 14 - Boxplot indicatore Renewable 2020 e 2021</i>	82
<i>Figura 15- Matrice delle correlazioni 2020 e 2021</i>	83
<i>Figura 16- Risultati della PCA per l'anno 2020</i>	85
<i>Figura 17- Risultati della PCA per l'anno 2021</i>	86
<i>Figura 18 - Mappe geografiche dell'andamento dell'Indice per l'anno 2020 e 2021</i>	97

Figura 19- <i>Variazione dei ranking dall'anno 2020 all'anno 2021 con WTM.....</i>	<i>99</i>
Figura 20- <i>Scatterplot Indice 2020 vs 2021 con WTM.....</i>	<i>100</i>
Figura 21- <i>Variazione dei ranking dall'anno 2020 all'anno 2021 con media aritmetica.....</i>	<i>102</i>
Figura 22- <i>Variazioni dei ranking con i due metodi di aggregazione WTM e MA per il 2020.....</i>	<i>103</i>
Figura 23- <i>Variazioni dei ranking con i due metodi di aggregazione WTM e MA per il 2021.....</i>	<i>104</i>

INTRODUZIONE

La sostenibilità per sua natura è un fenomeno complesso, composto da molte dimensioni e sfaccettature nonché una delle più grandi sfide da raggiungere per il Pianeta. Affinché sia possibile raggiungerla è necessario dotarsi di mezzi in grado di descriverla e misurarla per generare consapevolezza sulle azioni da attuare e sulla qualità della direzione che è stata intrapresa. Gli strumenti di misurazione sono un elemento fondamentale di questa sfida planetaria poiché sono in grado di comunicare utilizzando uno stesso linguaggio e sono in grado di fare emergere le buone pratiche e generare spirito emulativo tra gli agenti.

Con questo elaborato si propone un possibile strumento di misurazione per l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 13: "Lotta al cambiamento climatico". Si costruirà un indicatore composito in grado di misurare la distanza dal raggiungimento dell'Obiettivo 13 per il contesto europeo con la rivisitazione di un metodo di aggregazione creato negli anni '50, il Metodo Tassonomico di Wroclaw. Nel primo capitolo è presentata una contestualizzazione sull'Agenda 2030 e sugli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, riportando la loro storia e i loro predecessori affinché si possa comprendere la necessità di declinare lo sviluppo sostenibile in obiettivi misurabili. La parte finale del primo capitolo illustra una panoramica specifica sul fenomeno del cambiamento climatico e sull'Obiettivo 13, illustrandone il suo andamento globale ed europeo e definendone il contesto per la

creazione dell'indicatore composito. Il secondo capitolo riporta delle proposte presenti in letteratura per misurare l'andamento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile tramite la creazione di indicatori compositi. Il capitolo 3 riguarda le definizioni e la rilevanza dell'utilizzo degli indicatori compositi per sintetizzare fenomeni complessi multidimensionali. Il capitolo 4 presenta lo sviluppo e la creazione dell'indicatore composito. In questo capitolo verranno fornite tutte le informazioni sui dati utilizzati e sulla loro manipolazione, sulla scelta degli indicatori e dei target di raggiungimento, sulla metodologia e sulle variazioni apportate affinché si possa giungere alla creazione dell'indicatore. Questo viene presentato per 18 paesi dell'Unione Europea per l'anno 2020 e 2021. Affinché sia possibile fare emergere i punti di forza dell'indicatore composito creato, questo viene confrontato con un ulteriore indicatore, aggregato con la media aritmetica. Infine, nel capitolo finale vengono discussi i limiti della metodologia adottata, i risultati e le possibili estensioni al lavoro.

CAPITOLO 1

L'AGENDA 2030 E GLI OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE

1.1 I precursori degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e l'Agenda 2030

Nell'ambito dell'evoluzione del termine sostenibilità, o più propriamente, sviluppo sostenibile è possibile delineare una linea del tempo ben definita che inizia nel 1972 con la Conferenza di Stoccolma sull'Ambiente Umano e che tutt'oggi è in continua evoluzione. L'interesse alle tematiche trattate durante la Conferenza di Stoccolma e la grande partecipazione di 113 nazioni, fu un segnale inequivocabile della preoccupazione verso il pianeta e fece emergere l'importanza degli stati nel responsabilizzarsi e nel disciplinare circa determinate tematiche. Per la prima volta, *“si è posto l'accento sulla soluzione dei problemi ambientali, senza tuttavia dimenticare gli aspetti sociali, economici e quelli relativi allo sviluppo”*¹.

Nel tempo, sulla scia della Conferenza sull'Ambiente Umano, si sono susseguite numerose Conferenze mondiali, creazioni di organismi internazionali dedicati e strumenti concepiti per rispondere alla domanda esistenziale se è possibile crescere coniugando il benessere biofisico del pianeta Terra e il benessere sociale. Nel 1987 con la pubblicazione del rapporto finale della Commissione mondiale *Our Common Future* è stato possibile definire lo sviluppo sostenibile come *“uno sviluppo che*

¹ Rif: <https://www.ars.admin.ch/ars/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-sostenibilita/agenda2030/onu--le-pietre-miliari-dello-sviluppo-sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--stoccol.html> , ultimo accesso 30 gennaio 2024.

*soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*².

Lo sforzo di iniziare ad individuare e calibrare le dimensioni della sostenibilità, quali economica, ambientale e sociale, per declinarle in azioni tramite obiettivi specifici, lo si deve all'Assemblea del Millennio tenutasi a New York nel settembre del 2000. In questa sede i 189 Capi di Stato partecipanti all'Assemblea hanno sottoscritto la Dichiarazione del Millennio, una Dichiarazione di solidarietà globale tramite la quale si sono impegnati a raggiungere entro il 2015 degli obiettivi in ambito di sostenibilità, chiamati *Millennium Development Goal* (MDG) (Nazioni Unite, 2000).

Gli obiettivi scelti erano i seguenti (Fig1.):

1. Sradicare la povertà estrema e la fame
2. Raggiungere l'istruzione primaria universale
3. Promuovere l'uguaglianza di genere e l'*empowerment* delle donne
4. Ridurre la mortalità infantile
5. Migliorare la salute materna
6. Combattere l'HIV/AIDS, la malaria e altre malattie,
7. Garantire la sostenibilità ambientale
8. Sviluppare un partenariato globale per lo sviluppo

² Rif: <https://www.mase.gov.it/pagina/il-contesto-internazionale> , ultimo accesso 30 gennaio 2024.

Ad ogni MDG erano associati *target* e indicatori specifici con lo scopo di monitorare il progresso e il raggiungimento dello stesso rispetto i livelli del 1990, ad esempio per l'obiettivo 1 erano previsti 2 *target*: la riduzione del 50% della povertà estrema indicata da una soglia di 1,25\$ al giorno e la riduzione de 50 % della fame nel mondo. Questa logica è la medesima che viene applicata agli attuali Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG). Gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio erano considerati obiettivi universali, ma con una riserva: la Dichiarazione del Millennio li prevedeva solo per i paesi in via di sviluppo e i paesi sviluppati potevano scegliere arbitrariamente se perseguirli o meno.

Si nota che tra gli MDG la dimensione ambientale della sostenibilità non era presente in maniera persistente tanto da ritrovarla solo in un obiettivo (MDG 7). Qualora si volesse giudicare la scarsa presenza di questa dimensione, è importante rimarcare che la presenza anche di un solo obiettivo ambientale dimostra un'affermazione di valori comuni mai vista in precedenza. Trovare una sfera ambientale tra fenomeni sociali ritenuti da sempre fondamentali per lo sviluppo, come sradicare la povertà o garantire la salute umana, è stato un traguardo notevole³.

³ Rif: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-\(mdgs\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs)) , 2018

Figura 1- Millennium Development Goals



Fonte: Nazioni Unite, <https://www.un.org/millenniumgoals/>

Nonostante gli MDG hanno contribuito ad effettuare progressi in determinate aree raggiungendo i limiti prestabiliti per ogni obiettivo tranne che per il 7, la situazione globale in merito alle tematiche analizzate dagli obiettivi non era considerabile migliorata o risolta. Il progresso, anche se globale, non poteva essere considerato uguale ovunque, soprattutto per i Paesi meno sviluppati dell’Africa, i Paesi senza sbocco sul mare e piccoli stati insulari ovvero realtà per le quali lo sviluppo sostenibile e determinati MDG avevano un peso rilevante. Ed è proprio dai fallimenti collezionati dai *Millennium Development Goals* che si sono gettate la basi per la creazione degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile con l’impegno di una collaborazione universale nei confronti delle realtà più vulnerabili. Nel 2015 si è tenuta l’Assemblea di New York dove i governi dei 193 Paesi membri dell’ONU hanno adottato l’Agenda 2030 ovvero un programma d’azione trasformativo ed ambizioso per le Persone, il Pianeta e la Prosperità, tramite la quale tutti i paesi e le

parti in causa agiscono in associazione collaborativa per promuovere la pace universale e lo sviluppo sostenibile. In questa sede nascono i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile con l'esplicazione di 169 *target* e la proposta di 240 indicatori per monitorarli. L'Agenda è il frutto di un lavoro complesso poiché è stata fondata sulle Dichiarazioni più importanti della storia: la Dichiarazione Universale dei diritti Umani e la Dichiarazione del Millennio e ricalca i principi della Carta delle Nazioni Unite non violando alcuna norma del diritto internazionale (Nazioni Unite, 2015).

L'Agenda 2030, fin dalla sua pubblicazione, riflette l'approccio *triple bottom line* facendo emergere i suoi pilastri ovvero l'inclusione sociale, lo sviluppo economico e la sostenibilità ambientale (Biggeri et al., 2019). Inoltre, è possibile individuare anche i principi su cui si fondano gli SDG e i traguardi poiché devono essere "*integrati e indivisibili, di natura globale e universalmente applicabili*" (Nazioni Unite, 2015). L'universalità della Agenda 2030 viene definita alla perfezione da una frase divenuta il credo dell'impegno mondiale ovvero "*leave no one behind*", ciò significa garantire l'accessibilità allo sviluppo sostenibile a chiunque indipendentemente dal livello di sviluppo di un paese riconoscendone le diversità nelle comunità e integrando i paesi più vulnerabili (Renner et al., 2018).

Per quanto concerne il principio di integrazione e di interdipendenza, si fa riferimento alle profonde interconnessioni tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile e tra i loro target, poiché il perseguimento di molti obiettivi può contribuire al

raggiungimento di altri. La complessa comprensione delle interazioni tra obiettivi e dimensioni della sostenibilità si riflette poi nella coerenza sulle azioni da implementare, sui metodi di monitoraggio e, in primo luogo, sulle scelte di progettazione (Biggeri et al., 2019). *“Le interconnessioni degli Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile sono di importanza cruciale nell’assicurare che lo scopo della nuova Agenda venga realizzato”* (Nazioni Unite, 2015).

Infine, la natura globale di questo programma di azione, si riferisce al destinatario dell’Agenda 2030 e degli SDG ovvero chiunque su scala globale: continenti, paesi, imprese, cittadini, istituzioni, aziende, città, regioni, province e comuni. La portata di questo programma di azione è senza precedenti: accettata ed applicata a tutti i Paesi in ugual misura. Proprio per quanto riguarda questo principio, emerge una differenza cruciale con gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio, i quali si rivolgevano specificamente ai Paesi in via di sviluppo, mentre nel caso dell’Agenda 2030 gli obiettivi di sviluppo sostenibile divengono volontari, globali e intergenerazionali. La Nuova Agenda non solo incrementa gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio ma va ben oltre esplicandoli al massimo delle sue potenzialità in tutta la loro complessità (Nazioni Unite, 2015).

1.2 Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

L'Agenda è composta da 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, i quali sono stati concordati tramite un lungo processo inclusivo e di scambio tra i governi e un gruppo di lavoro dedicato⁴. Questi sono universalmente applicabili, globali, indivisibili e interconnessi e racchiudono ambiziosamente tutte le dimensioni della sostenibilità. La loro entrata in vigore risale al primo gennaio 2016 e saranno la bussola delle politiche internazionali per il 2030. Secondo Biggeri et al. (2019), il coinvolgimento di nuovi e diversi portatori di interessi ha inevitabilmente portato all'ampliamento delle priorità di sviluppo. Vari gruppi di interesse hanno aggiunto cambiamenti climatici, disuguaglianza, lavoro dignitoso, urbanizzazione, diritti umani, uguaglianza di genere, pace e giustizia, oceani e foreste rendendo più ambiziosi ed ampi gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile rispetto le tematiche affrontate negli MDG. Il fine degli Obiettivi è quello di stimolare l'azione in aree fondamentali per il pianeta e l'umanità per i prossimi sei anni⁵.

Gli Obiettivi sono i seguenti (Fig.2):

- *Obiettivo 1*: Porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo.
- *Obiettivo 2*: Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile

⁴ Gruppo di Lavoro Aperto sugli obiettivi di Sviluppo Sostenibile, contenuto nel rapporto Gruppo di Lavoro Aperto dell'Assemblea generale sugli SDG (A/68/970 e Corr:1)

⁵ Rif: [http://www.unimondo.org/Guide/Sviluppo/Obiettivi-per-lo-Sviluppo-Sostenibile-Agenda-Globale-2030/\(desc\)/show](http://www.unimondo.org/Guide/Sviluppo/Obiettivi-per-lo-Sviluppo-Sostenibile-Agenda-Globale-2030/(desc)/show), ultimo accesso 31 gennaio 2024

- *Obiettivo 3:* Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età
- *Obiettivo 4:* Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti
- *Obiettivo 5:* Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze
- *Obiettivo 6:* Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico sanitarie
- *Obiettivo 7:* Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni
- *Obiettivo 8:* Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti
- *Obiettivo 9:* Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile
- *Obiettivo 10:* Ridurre l'ineguaglianza all'interno di e fra le nazioni
- *Obiettivo 11:* Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili
- *Obiettivo 12:* Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo
- *Obiettivo 13:* Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico
- *Obiettivo 14:* Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile

- *Obiettivo 15:* Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre
- *Obiettivo 16:* Promuovere società pacifiche e inclusive per uno sviluppo sostenibile
- *Obiettivo 17:* Rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile

Figura 2- Sustainable Development Goals



Fonte: Nazioni Unite, <https://sdgs.un.org/goals>

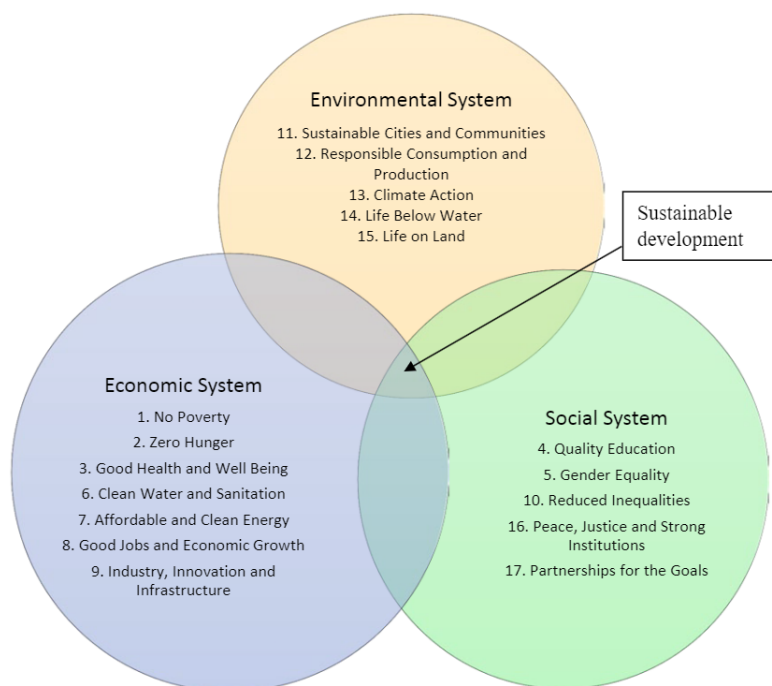
La sostenibilità è pienamente riflessa nella scelta dei 17 Obiettivi e la ponderazione tra le tre dimensioni è adeguata ed equa a differenza degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio dove la dimensione ambientale era rimasta molto marginale. Gli SDG affrontano molteplici questioni collegate allo sviluppo economico, sociale ed

ambientale ed è possibile osservare come ognuno di questi è associato perfettamente ad una dimensione della sostenibilità, in figura 3 si può osservare come gli SDG sono classificati: sette Obiettivi associati alla dimensione economica, cinque Obiettivi associati alla dimensione ambientale e cinque Obiettivi associati alla dimensione sociale. Focalizzandosi sulla dimensione ambientale si può affermare che per la prima volta gli è stata resa giustizia poiché sono stati selezionati degli Obiettivi specifici che la analizzano sotto rilevanti punti vista: quello climatico, terrestre e marino (Barbier e Burgess, 2017).

Per il raggiungimento di ciascun Obiettivo, le Nazioni Unite hanno scomposto ogni Obiettivo in *target* o sotto obiettivi specifici (169), questa azione permette a tutti i destinatari dell'Agenda di promuovere azioni mirate e concrete. In particolare, è possibile osservare sia sotto obiettivi di risultato, espressi con numeri, i quali indicano una circostanza da raggiungere, che sotto obiettivi espressi con lettere i quali forniscono i mezzi di attuazione per il raggiungimento di quel dato Obiettivo (Bartram et al., 2018).

Con questo elaborato non si vuole indagare la storia degli SDG o la loro identificazione ma si vuole analizzare la loro misurazione. In merito a ciò, le Nazioni Unite si sono impegnate nell'adozione di un meccanismo di monitoraggio e di verifica efficace, volontario e trasparente.

Figura 3- Le dimensioni della sostenibilità e gli SDGs



Fonte: *The Sustainable Development Goals and the systems approach to sustainability*, (Barbier e Burgess, 2017)

Per poter misurare gli Obiettivi di sviluppo sostenibile, le Nazioni Unite hanno creato da uno a più indicatori di affiancamento ad ognuno dei 169 *target*. Per la costruzione degli indicatori globali sono state selezionate numerose variabili che le Nazioni Unite monitorano annualmente ma è fondamentale specificare che non sono presenti osservazioni per ciascun paese né per qualsiasi istante temporale. La raccolta dati delle Nazioni Unite è molto onerosa in quanto gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile non hanno un carattere vincolante per i singoli Paesi tanto da obbligarli a produrre reportistica in merito. La verifica e il monitoraggio seguono dei principi

che sono stati indicati esplicitamente nella Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 settembre 2015, e tra questi viene espresso quanto segue circa i processi: *“saranno volontari e guidati dal paese, prenderanno in considerazione diverse realtà nazionali, capacità e livelli di sviluppo e rispetteranno l'autonomia politica e le priorità del paese. Poiché la responsabilità nazionale è la chiave per ottenere lo sviluppo sostenibile, il risultato dei processi a livello nazionale sarà ciò su cui si basano le verifiche a livello globale e regionale”* (Nazioni Unite, 2015).

I Paesi che decidono di implementare gli Obiettivi, quindi, declinano questi e i rispettivi *target* con indicatori differenti da quelli ONU, legati alle politiche nazionali, proprio come accade per l'Unione Europea.

1.3 Focus sull' Obiettivo 13: Lotta contro il cambiamento climatico

Con questo elaborato si analizzerà esclusivamente l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile numero 13 per i paesi dell'Unione Europea. L'Obiettivo da raggiungere è quello volto a combattere il cambiamento climatico promuovendo azioni a tutti i livelli, adottando misure urgenti sia per contrastarlo che per attenuare le sue conseguenze. La rilevanza nella considerazione del cambiamento climatico come fattore di sviluppo è una tematica molto attuale e al centro di molteplici dibattiti. Nonostante la complessità nel comprendere l'origine del fenomeno, è rimarchevole

accettare le sue conseguenze dannose ed iniziare la responsabilizzazione, il monitoraggio e il contenimento del fenomeno tramite politiche ed azioni consone. Per comprendere come si possa vincere la lotta al cambiamento climatico è fondamentale trovare una definizione del fenomeno e analizzarne lo stato attuale. I cambiamenti climatici vengono definiti dalle Nazioni Unite come *“variazioni a lungo termine delle temperature e dei modelli meteorologici. Queste variazioni possono avvenire in maniera naturale; tuttavia, a partire dal 19° secolo, le attività umane sono state il fattore principale all'origine dei cambiamenti climatici, imputabili essenzialmente alla combustione di combustibili fossili (come il carbone, il petrolio e il gas) che produce gas che trattengono il calore”*⁶, ne emerge che i cambiamenti climatici avvengono a causa della alta concentrazione di gas climalteranti nell'atmosfera che spezzano e modificano dei cicli sempre esistiti in natura. L'origine antropica del cambiamento climatico è un tratto fondamentale per la loro riconoscenza a livello politico, sociale e culturale. È fondamentale una presa di coscienza sul fatto che l'uomo ha già oltrepassato i limiti planetari dell'Olocene e sta approdando nell' Antropocene, la prima era geologica di cui si conoscono già le caratteristiche tanto da poterla nominare preventivamente Antropocene, e i cambiamenti climatici saranno i protagonisti di questa era geologica (Butera, 2021).

⁶ Rif: <https://unric.org/it/che-cosa-sono-i-cambiamenti-climatici/> , ultimo accesso 10 gennaio 2024.

L'aumento delle temperature globali sia degli oceani che dell'aria, la perdita di biodiversità, gli eventi metereologici estremi, lo scioglimento di calotte glaciali e quindi l'innalzamento medio dei mari, l'alterazione del regime di precipitazioni e l'acidificazione degli oceani sono alcune delle pericolose conseguenze del cambiamento climatico. Tutti gli impatti scaturiti dal fenomeno generano l'insostenibilità di tutte e tre le dimensioni dello sviluppo sostenibile causando numerose conseguenze dirette ed indirette, biologiche, socioeconomiche e fisiche (Commissione Europea e Eurostat, 2023). La natura multidimensionale del cambiamento climatico fa sì che questo impatti negativamente su diverse dimensioni, strettamente collegate. I sistemi ambientali sono fortemente compromessi, la sopravvivenza della civiltà, i mezzi di sussistenza, la sicurezza alimentare e l'impatto sulla salute umana sono a rischio e infine il sistema economico potrebbe arrivare al collasso. Si rimarca che queste minacce non possono essere considerate ed osservate separatamente ma con una logica di interconnessione e di catene causa-effetto poiché *“l'integrità anche di un singolo fenomeno ambientale genera un effetto a cascata che amplifica i danni”* (Butera, 2021).

È evidente, quindi, perché la lotta al cambiamento climatico ha assunto rilevanza nel tempo e perché è stata declinata nell'Agenda 2030 sotto l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 13. Questo Obiettivo è uno dei più ambiziosi dell'Agenda in quanto la tematica trattata è di cruciale importanza per la sopravvivenza umana sul Pianeta.

Le azioni principali menzionate dall'Obiettivo 13 per contrastare il cambiamento climatico sono la mitigazione e l'adattamento. Per mitigazione si intende l'adozione di misure in grado di minimizzare gli impatti dei cambiamenti climatici eliminando, diminuendo e prevenendo le emissioni di gas GHG nell'atmosfera. Mentre per adattamento si intende l'adozione di azioni in grado di anticipare gli effetti del fenomeno adottando misure di riduzione e prevenzione dei danni, che rendono l'essere umano meno vulnerabile alle conseguenze. L'Obiettivo 13 è volto all'implementazione di misure urgenti in grado di contrastare il fenomeno in questione annesso le sue conseguenze dannose (Neri, 2021).

È pienamente riconosciuta l'origine antropogenica delle emissioni che contribuiscono al cambiamento climatico quali: impattanti pratiche forestali ed agricole, numerose attività di trasporto ancora alimentate con combustibili fossili e pressioni derivanti dalle attività economiche. Se la causa è da ricercare in attività umane, è necessario integrare delle soluzioni che l'uomo possa mettere in atto con piani nazionali, strategie nazionali, politiche internazionali e, per scendere ancora più nel dettaglio, declinarle in contesti sempre più micro come l'attività aziendale, fino ad arrivare ai comportamenti individuali (Butera, 2021).

Le Nazioni Unite hanno declinato l'obiettivo 13 in 5 *target* e identificato 8 indicatori espliciti in figura 4, i quali considerano diversi aspetti legati al cambiamento climatico: la sua rischiosità e l'adattamento, la sua integrazione nelle politiche che agiscono per la mitigazione e la sensibilizzazione espressa dal livello

educativo sullo stesso. I singoli *target* sono di grande supporto per comprendere la natura delle azioni da attuare affinché si rafforzi la resilienza climatica. Tra i 5 *target* sono espressi anche due strumenti di attuazione, rispettivamente indicati con le lettere (13.a e 13.b) (ASviS, 2015).

1.3.1 Politiche e conferenze sul cambiamento climatico

Il primo passo verso la considerazione dei cambiamenti climatici sulle politiche e sull'agire internazionale è avvenuto nel 1992 con il *Summit* della Terra a Rio. Durante la Conferenza è stato firmato per la prima volta un trattato internazionale con rilevanza giuridica che riconosceva la necessità di affrontare la crisi climatica stabilizzando la concentrazione di gas climalteranti in atmosfera. Il trattato in questione è noto come Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC)⁷. Affinché si attui la Convenzione (UNFCCC), ogni anno sono tenute le *Conference Of Parties* (COP), dei forum internazionali ospitanti tutti i Paesi che hanno ratificato la Convenzione. Nelle sedi delle COP vengono stabiliti obiettivi e misure *time-based* per contrastare il cambiamento climatico e per cooperare con i Paesi in via di sviluppo, inseguendo sempre l'obiettivo principale ossia quello di promuovere l'effettiva attuazione del UNFCCC.

⁷ Rif: <https://www.isprambiente.gov.it/attivita/cambiamenti-climatici/convenzione-quadro-sui-cambiamenti-climatici-e-protocollo-di-kyoto> , ultimo accesso 1 febbraio 2024

Figura 4 -Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 13

		Adottare misure urgenti per combattere il cambiamento climatico e le sue conseguenze
target 13.1 <i>Rafforzare la resilienza e la capacità di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali in tutti i paesi</i>		
	13.1.1	Numero di morti, persone scomparse e persone direttamente colpite attribuite a disastri ogni 100.000 abitanti
	13.1.2	Numero di paesi che adottano e implementano strategie nazionali di riduzione del rischio di catastrofi in linea con il Quadro di Sendai per la riduzione del rischio di catastrofi 2015-2030
	13.1.3	Proporzione di governi locali che adottano e implementano strategie locali di riduzione del rischio di catastrofi in linea con le strategie nazionali di riduzione del rischio di catastrofi
target 13.2 <i>Integrare nelle politiche, nelle strategie e nei piani nazionali le misure di contrasto ai cambiamenti climatici</i>		
	13.2.1	Numero di paesi con contributi determinati a livello nazionale, strategie a lungo termine, piani nazionali di adattamento e comunicazioni sull'adattamento, come riferito al segretariato della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici
	13.2.2	Emissioni totali di gas serra all'anno
target 13.3 <i>Migliorare l'istruzione, la sensibilizzazione e la capacità umana e istituzionale riguardo ai cambiamenti climatici in materia di mitigazione, adattamento, riduzione dell'impatto e di allerta precoce</i>		
	13.3.1	Misura in cui (i) l'educazione alla cittadinanza globale e (ii) l'educazione allo sviluppo sostenibile sono integrate nelle (a) politiche educative nazionali; (b) programmi di studio; c) formazione degli insegnanti; e (d) valutazione degli studenti
target 13.a <i>Attuare l'impegno assunto dai paesi sviluppati della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici con l'obiettivo di mobilitare congiuntamente 100 miliardi di dollari all'anno entro il 2020 da tutte le fonti per rispondere alle esigenze dei paesi in via di sviluppo nel contesto di azioni di mitigazione significative e trasparenza sull'attuazione e rendere pienamente operativo il Fondo verde per il clima attraverso la sua capitalizzazione il prima possibile</i>		
	13.a.1	Importi forniti e mobilitati in dollari statunitensi all'anno in relazione al mantenimento dell'obiettivo di mobilitazione collettiva esistente dell'impegno di 100 miliardi di dollari fino al 2025
target 13.b <i>Promuovere meccanismi per aumentare la capacità di pianificazione e gestione efficaci legate al cambiamento climatico nei paesi meno sviluppati e nei piccoli stati insulari in via di sviluppo, concentrandosi anche sulle donne, sui giovani e sulle comunità locali ed emarginate</i>		
	13.b.1	Numero di paesi meno sviluppati e piccoli Stati insulari in via di sviluppo con contributi determinati a livello nazionale, strategie a lungo termine, piani nazionali di adattamento e comunicazioni sull'adattamento, come riferito al segretariato della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici

Elaborazione propria, fonte: ASviS, <https://sdgs.un.org/goals/goal13>

Ogni COP produce accordi, documenti e trattati internazionali vincolanti sulla lotta al cambiamento climatico e sui passi da seguire verso la decarbonizzazione⁸. Il Consiglio Europeo ha tracciato una cronistoria sulle COP; ripercorrendo tutti i trattati climatici prodotti, uno tra i più importanti accordi sul clima è stato l'Accordo di Parigi, risultato dalla COP 21 nel 2015, il quale prevedeva un piano d'azione per contenere il riscaldamento globale sotto ai 2°C ma con lo sforzo di contenerlo entro 1,5°C. Questo Accordo rimane tutt'ora un caposaldo tra i trattati internazionali sul clima poiché nelle successive COP la tematica chiave è sempre stata come attuare l'Accordo di Parigi in modo trasparente ed equo. Si è iniziata a rimarcare l'estrema urgenza del cambiamento climatico durante la COP26 a Glasgow dove si è riconosciuta l'esigenza di intensificare gli sforzi di adattamento invitando i paesi sviluppati ad aumentare i propri contributi. Ulteriore passo importante lo si deve all'istituzione del fondo *Loss And Damage* adottato durante la COP27 a Sharm El-Sheik; il fondo ha funziona risarcitoria nei confronti dei paesi meno responsabili del cambiamento climatico ma che più ne subiscono le perdite e i danni. Il meccanismo *Loss And Damage* è sempre più considerato come una azione principale al contrasto del riscaldamento globale, tanto da essere citato spesso assieme alle politiche di mitigazione e di adattamento. Per maggiori informazioni

⁸ Rif: <https://www.affarieuropei.gov.it/comunicazione/euroacronimi/cop-1/>, ultimo accesso 25 gennaio 2024

sulle Conference Of Parties e per consultare tutta la cronistoria, il riferimento è il sito web del Consiglio Europeo⁹.

Di pari passo alla riduzione delle emissioni, un'altra tematica strettamente correlata alla lotta al cambiamento climatico è la decarbonizzazione. Il tema dei combustibili fossili è stato uno dei più trattati e discussi nelle COP degli ultimi anni e verosimilmente, il neologismo *'fossil fuels'* non è mai comparso nei testi finali delle COP fino all'ultima Conferenza di Dubai (COP28). Nonostante l'Accordo contenga il neologismo tanto atteso dalla comunità non include alcun impegno in merito alla riduzione dei combustibili fossili ma ha raggiunto il compromesso di avviare una transizione pulita per i sistemi energetici¹⁰.

Un altro progresso da parte della comunità internazionale è stata la produzione del *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR)*, ovvero un quadro di riferimento per le politiche sul clima entrato in vigore nel 2015 e che sarà valido fino al 2030, questo rappresenta un passo nella direzione della coerenza politica globale con esplicito riferimento alla salute, allo sviluppo e al cambiamento climatico (Aitsi-Selmi et al., 2015).

Lo scopo del SFDRR è quello di attuare strategie per ridurre il rischio delle catastrofi ambientali e la perdita di salute, mezzi di sussistenza e vite umane. Hanno

⁹ Rif: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/paris-agreement/timeline-paris-agreement/> , ultimo accesso 10 gennaio 2024

¹⁰ Rif: <https://asvis.it/Cop-28-una-finestra-quotidiana-grande-incontro-sul-clima/3163-19127/11-13-dicembre-il-documento-finale-dellaccordo-di-dubai-> , 2023

aderito al *Framework* 180 Paesi i quali si sono impegnati al raggiungimento degli obiettivi proposti entro il 2030¹¹.

Focalizzandosi sul contesto europeo, l'Unione Europea è da sempre uno degli attori più rilevanti a livello globale nel contrasto alla crisi climatica. Nel 2021 è stato approvato l'*European Green Deal* (EGD), ovvero, una nuova strategia politica di crescita declinata in un pacchetto di iniziative volte ad avviare la transizione verde dell'Unione. L'EGD è considerato uno strumento fondamentale per la concretizzazione dell'Agenda 2030 nello scenario europeo; infatti, si prepongono due obiettivi di sviluppo sostenibile importanti ed ambiziosi: da un lato raggiungere la neutralità climatica entro 2050 e dall'altro garantire la crescita economica senza compromettere l'utilizzo di risorse chiave. Questa strategia si è fondata su una serie di politiche ritenute in grado di affrontare il cambiamento climatico sotto diversi aspetti, tra cui: la riforma dell'ETS, la revisione della direttiva 2018/2001/UE sull'efficienza energetica e sulle energie rinnovabili e su un pacchetto noto come "*Fit for 55*" che ha l'obiettivo primario di condurre l'Unione ad una riduzione delle emissioni del 55% rispetto ai livelli preindustriali entro il 2030 (Fetting, 2020).

¹¹ Rif: <https://unece.org/sendai-framework> , ultimo accesso 30 gennaio 2024

1.3.2 Andamento globale dell'Obiettivo 13

Dalla pubblicazione dell'Agenda 2030, in merito all'Obiettivo 13, sono stati prodotti numerosi documenti di reportistica e il cambiamento climatico è divenuto un fenomeno sempre più mediatico, per cui diviene importante osservare se gli obiettivi preposti dagli accordi sono concretamente stati raggiunti a livello globale. Fornire informazioni in merito all'Obiettivo 13, quindi sulle tematiche relative alla crisi climatica, predispone un metodo di comunicazione complesso, poiché il cambiamento climatico deve essere osservato seguendo un approccio multidimensionale che comprenda i suoi impatti sulla dimensione ambientale, sociale ed economica (Caragea, 2015). Analizzando i sotto obiettivi dell'Obiettivo 13, i dati provenienti dall'*SDG Global Database*¹² e da Eurostat, emerge che le variabili utilizzate per assolvere a questa esigenza comunicativa sono rappresentate tramite le conseguenze del cambiamento climatico come: il numero degli eventi estremi, il numero di vittime e di soggetti colpiti, l'aumento delle temperature, il bilancio delle emissioni climalteranti, le perdite economiche derivate, i finanziamenti destinati e tante altre variabili che cercano di descrivere al meglio il fenomeno. È evidente come il metodo di misurazione di questo fenomeno sia complesso, non standardizzato e ad alto margine di discrezionalità. Secondo

¹² SDG Global Database: <https://unstats.un.org/sdgs/dataportal>

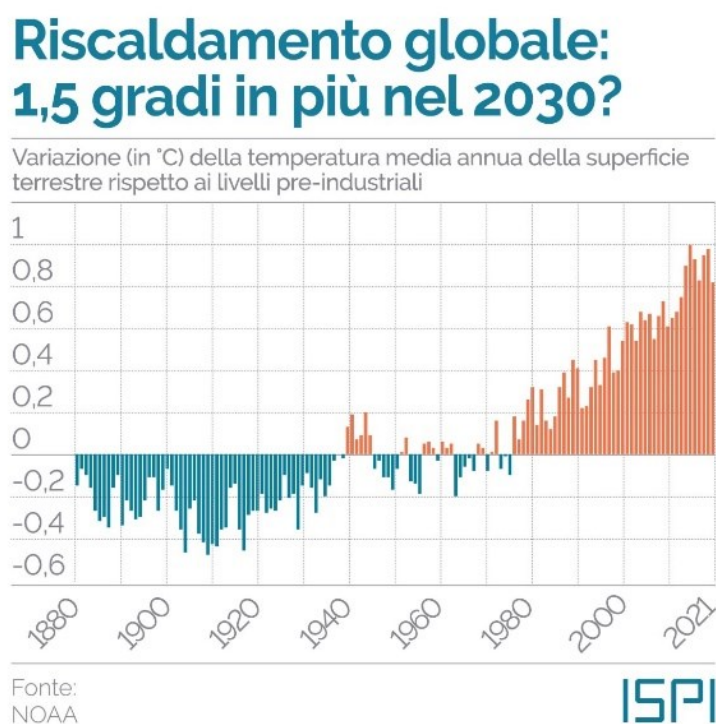
l'articolo web "*Speciale COP26*" di ISPI¹³, uno dei primi fattori che descrive il cambiamento climatico o meglio la sua presenza è la temperatura media globale; si stima che questa sia aumentata di 1 grado *Celsius* rispetto ai livelli preindustriali (Fig.5) ed è, secondo i rapporti dell'UNFCCC, in una traiettoria di aumento fino a raggiungere i 2,7°C. Le emissioni di gas serra sono considerate uno dei fattori che più incide sull'aumento della temperatura. I paesi del G20 hanno un ruolo primario nel limitare l'aumento delle temperature entro i termini stabiliti dall'Accordo di Parigi ma alcuni studi del *World Resources Institute* (Fig.6) dimostrano che, nonostante gli impegni politici presi, non sarebbe possibile rimanere entro i 2°C ed arrivare fino ai 2,4°C nel 2100. Ad affermare il medesimo scenario è *Climate Action Tracker* tramite la creazione del *The CAT Thermometer* (fig.7) il quale associa allo scenario ottimistico un aumento di temperatura globale di 1.8°C ed una pari a 2.7°C nel 2100 se l'azione sarà basata sulle politiche attuali. *Climate Action Tracker* conferma e dimostra che il livello attuale di azione dei governi non è sufficiente¹⁴. Basandosi sulle fonti ufficiali che monitorano gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, ovvero i *Sustainable Development Goals Report* redatti dal 2020 al 2023, la situazione climatica può essere definita poco stabile, distante dall'ideale di creare

¹³ Rif: <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/fact-checking-i-cambiamenti-climatici-10-grafici-32170> , 2021

¹⁴ Rif: <https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/> , 2023

società ed economie resilienti e al limite di divenire una catastrofe climatica (Nazioni Unite, 2022).

Figura 5- Andamento riscaldamento globale

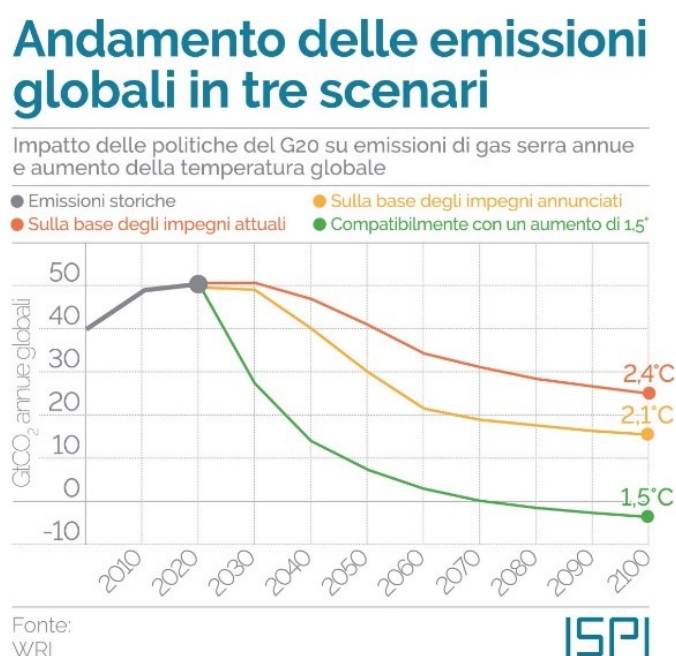


Fonte: NOAA, ISPI90

Per quanto riguarda l'andamento delle temperature e le emissioni prodotte, dopo il decennio più caldo in assoluto 2010-2019, le misure adottate per contrastare la pandemia COVID-19 hanno prodotto un calo delle emissioni e dei miglioramenti temporanei, tra questi il miglioramento della qualità dell'aria. Ovviamente, i

miglioramenti non sono significativi, tanto che tra il 2019 e il 2021, la comunità è molto distante dal raggiungere i livelli di temperatura media globale stabiliti dall'Accordo di Parigi e la concentrazione in atmosfera di gas GHG è continuata ad aumentare nel 2020 (Nazioni Unite, 2021).

Figura 6- Andamento delle emissioni globali in tre scenari

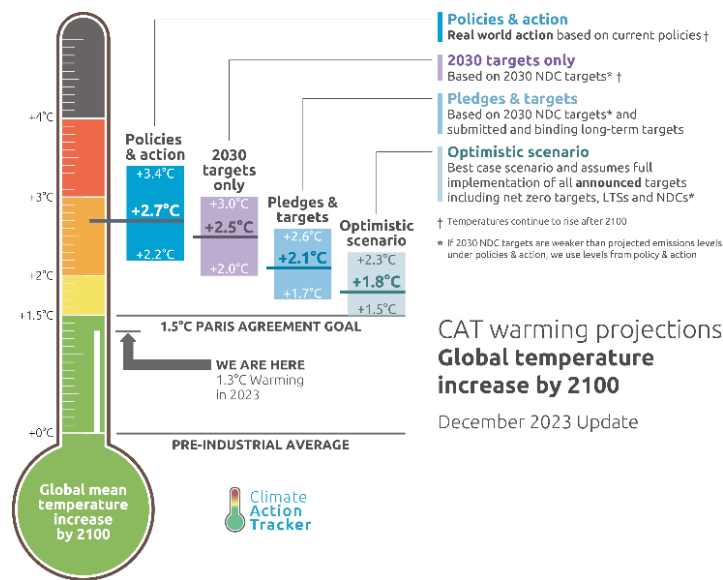


Fonte: WRI, ISP190

Contemporaneamente, la comunità scientifica dichiara che per raggiungere i limiti stabiliti dall'Accordo di Parigi è necessario limitare le emissioni climalteranti globali del 45% entro il 2030 rispetto ai livelli 2010 e raggiungere la neutralità

climatica entro il 2050. Viene sollecitata sempre più l'azione dei governi a supporto della transizione che ancora non appare concreta.

Figura 7- The CAT Thermometer 2023

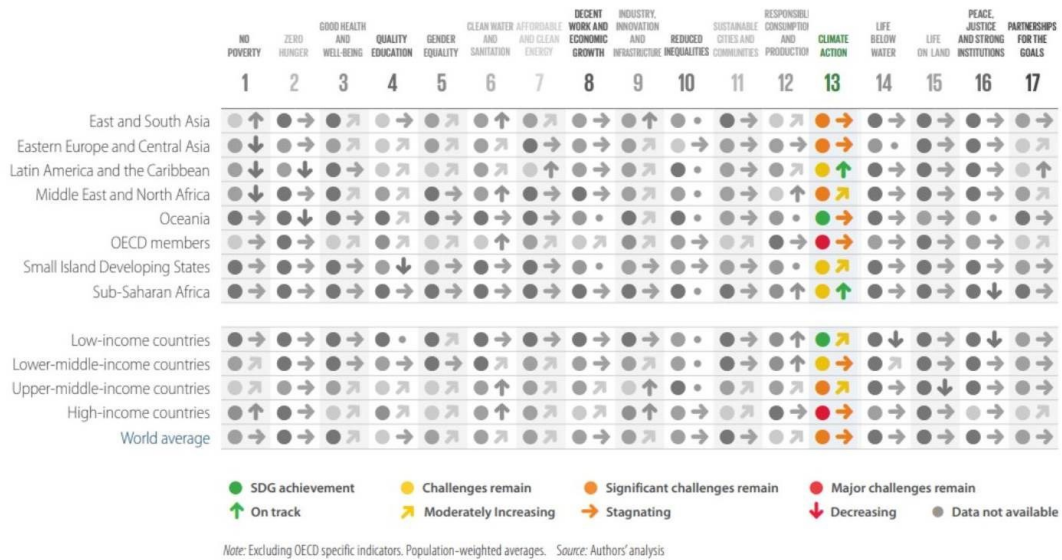


Fonte: Climate Action Tracker

Lo scenario del 2022 e del 2023 riportato è ancora più drammatico rispetto a quello dei tre anni precedenti; i cambiamenti climatici hanno prodotto numerosi eventi dannosi quali inondazioni, frane, cicloni, ondate di calore e siccità che minacciano gravemente il pianeta e chi lo abita, nel 2022 il *Report* dichiara che il pianeta è sull'orlo di una catastrofe climatica (Nazioni Unite, 2022).

Il numero di morti a causa di eventi dannosi prodotti dal cambiamento climatico, nel 2023, è aumentato del 30% rispetto all'anno precedente e le vittime appartenevano ai Paesi a basso reddito (Save the Children, 2023). A confermare la situazione al 2023 riportata dal *Report* delle Nazioni Unite, sono le *dashboard* del *Sustainable Development Report 2023: Implementing the SDG stimulus* (Sachs et al., 2023). Per quanto riguarda la lotta al cambiamento climatico, in media, non vi sono stati miglioramenti globali significativi, anzi, la tendenza media globale viene considerata stagnante per cui le sfide significative legate all'obiettivo permangono (Fig.8). Analizzando la *dashboard* più in dettaglio, l'unico continente che ha già raggiunto l'Obiettivo 13 è l'Oceania e stanno avanzando i propri progressi l'America Latina e Caraibica e l'Africa Subsahariana.

Figura 8- Dashboard SDG 13



Fonte: Dashboard Sustainable Development Report 2023 (Sachs et al., 2023)

1.3.3 Andamento europeo dell'Obiettivo 13

Focalizzandosi sul contesto europeo, durante la pandemia si è registrata una forte diminuzione delle emissioni climalteranti le quali, parallelamente al contesto globale, sono aumentate notevolmente nel 2021. L'unica differenza emersa, rispetto al contesto mondiale, risiede nel fatto che, nonostante l'aumento, questo è rimasto contenuto sotto i livelli del 2019. Sebbene questo dato possa apparire positivo, la situazione attuale rimane molto critica poiché, a causa dell'incremento di eventi dannosi legati al clima, l'Unione dovrà affrontare ingenti perdite economiche e gestire l'intensificazione degli impatti climatici. Per quanto concerne il

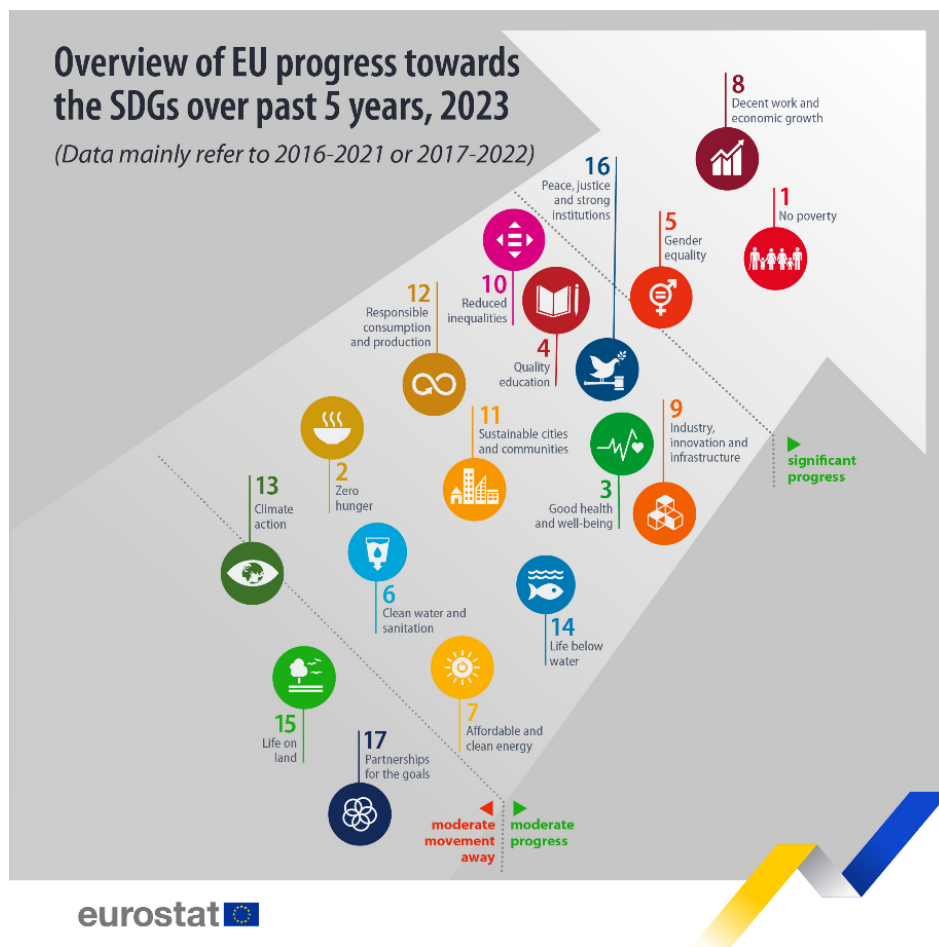
monitoraggio dell'Obiettivo 13, l'UE si concentra sulla mitigazione del clima, sugli impatti climatici e sulle iniziative a sostegno dell'azione per il clima (Commissione Europea e Eurostat, 2023). Come mostrato in Fig. 9, l'UE sta rispondendo molto positivamente alle sfide di sviluppo sostenibile ottenendo miglioramenti in molti SDG e per quanto riguarda l'Obiettivo 13, ha compiuto un moderato progresso, tuttavia, questo obiettivo rimane molto più indietro rispetto al progresso sugli altri SDG. Rispetto gli anni passati, l'UE dovrà affrontare una sfida maggiore poiché ha fissato dei traguardi climatici senza precedenti, come il raggiungimento della neutralità climatica al 2050¹⁵.

Il monitoraggio dell'SDG 13 utilizza indicatori differenti rispetto quelli selezionati per la rendicontazione a livello globale dalle Nazioni Unite. L'Unione Europea, per monitorare l'andamento dell'Obiettivo 13, ha selezionato degli indicatori che reputa in grado di rispecchiare tutte le dimensioni del fenomeno, rilevanti per il proprio contesto politico e in base alla disponibilità e all'aggiornamento dei dati. Pertanto, le tematiche analizzate dall'Unione sono le emissioni nette di gas serra, le emissioni nette di gas serra del settore uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e silvicoltura (LULUCF), le perdite economiche legate al clima, il contributo all'impegno internazionale di 100 miliardi di dollari sulle spese legate al clima, la popolazione coperta dai firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia e la

¹⁵ Rif: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/WDN-20230524-1> , 2023

quota di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia (Commissione Europea e Eurostat, 2023).

Figura 9 -Progressi SDG



Fonte: Overview of Eu progress towards the SDGs over past 5 years (Commissione Europea e Eurostat, 2023)

CAPITOLO 2

REVIEW DELLA LETTERATURA SUGLI INDICATORI COMPOSITI PER MONITORARE GLI OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE

Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile hanno la caratteristica di essere misurabili e il monitoraggio di questi è un passaggio fondamentale per analizzare l'efficacia delle politiche e dei comportamenti attuati dai Paesi per il loro raggiungimento. Affinché sia possibile monitorare le performance circa gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile considerando una varietà di indicatori, è fondamentale utilizzare uno strumento di sintesi (Mariani et al., 2022). Nonostante l'attualità dell'Agenda 2030, la letteratura sugli indicatori compositi basati sugli SDGs è ricca poiché, questi, sono divenuti un metodo comunemente utilizzato per analizzare lo sviluppo delle prestazioni dei Paesi e il sostegno alle politiche economiche e sociali in base alla selezione di sotto indicatori quantitativi (Güdemann e Münnich, 2023).

Gli indici presenti in letteratura che verranno affrontati in questo capitolo sono l'SDG Index, gli indicatori di Eurostat e infine l'indice di ASviS.

2.1 SDG Index

Uno degli indicatori compositi più riconosciuti è l'SDG Index, frutto del lavoro dell'economista e saggista Jeffrey D. Sachs¹⁶, del suo gruppo di lavoro di *Sustainable Development Solutions Network (SDSN)* e del *Bertelsmann Stiftung*¹⁷. SDG Index viene costruito a livello globale e consente a ciascun Paese di analizzare il proprio stato di progresso rispetto ai suoi pari (ad esempio dei Paesi che hanno il medesimo livello di reddito o risiedono in una determinata regione geografica) (Sachs et al., 2016).

Seguendo la metodologia riportata in *SDG Index e Dashboards* di Sachs et al. (2023) il procedimento per calcolare l'indicatore composito prevede principalmente tre fasi: la prima consiste nella scelta delle soglie di performance e, per ogni distribuzione degli indicatori, l'eliminazione degli estremi. La seconda fase è quella di normalizzazione dei dati e infine l'aggregazione. Per la normalizzazione ogni variabile utilizzata è stata scalata in un intervallo da 0 a 100. L'intervallo esprime il livello di prestazione: se la prestazione è ottimale allora avrà valore 100 e viceversa e tutti i valori sopra al limite otterranno 100 e viceversa. Questa procedura è solitamente molto sensibile alla scelta dei limiti, la quale può influenzare la posizione dei paesi nell'indicatore. Ogni dato viene normalizzato utilizzando una

¹⁶ Presidente del Sustainable Development Solutions Network (SDSN) delle Nazioni Unite

¹⁷ Rif: <https://www.unsdsn.org/>

funzione *min-max* (Eq.1), dove minimo e massimo rappresentano i limiti scelti, x è il valore del dato grezzo e x' è il valore del dato normalizzato.

$$(Eq.1) \quad x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Dopo la normalizzazione, fondamentale è la scelta del metodo di ponderazione e la letteratura propone numerosi approcci per la progettazione del sistema di pesi. Per la costruzione dell'ultima versione dell'SDG Index, sono stati commentati alcuni sistemi di ponderazione per giustificarne la scelta, tra questi: la parità di ponderazione, i pesi matematici, i pesi soggettivi o flessibili e i pesi scelti da esperti. L'SDG Index viene pesato con il metodo parità di ponderazione, sia per quanto riguarda i singoli obiettivi che per quanto riguarda l'indicatore finale, giustificando quanto segue: a livello di obiettivi, tutti gli SDG hanno pari importanza mentre a livello di indicatore tutti gli altri sistemi di ponderazione non erano accettabili (Lafortune et. al, 2018). Nella selezione del sistema dei pesi si rimarca che l'utilizzo di pesi uguali non significa avere assenza di pesi. A seguito della normalizzazione e della scelta del sistema di pesi, l'ultimo fattore da considerare è il metodo di aggregazione, un passaggio fondamentale che può avere forti implicazioni nella classifica finale. Il metodo di aggregazioni inizialmente utilizzato per le versioni precedenti di SDG Index era la media aritmetica (Sachs et al., 2016) ma dopo il

contributo di Lafortune et al., i quali hanno comparato diversi metodi utilizzando la funzione CES, la funzione di produzione di *Leontief* e la funzione *Cobb-Douglas*, queste metodologie sono state tutte applicate affinché si potesse selezionare il metodo più efficace. Per l'aggregazione dell'SDG Index sono necessari due passaggi, il primo relativo alla combinazione delle variabili per ciascun Obiettivo di Sviluppo Sostenibile e poi l'aggregazione degli Obiettivi per l'indicatore finale per ciascun Paese. Il metodo di aggregazione applicato per entrambi gli *step*, si è basato sull'utilizzo della funzione standard di elasticità di sostituzione costante (CES), considerando un livello di elasticità per la quale si verifica il caso della sostenibilità debole. Questo caso permette al progresso di un determinato Obiettivo di avere un effetto compensativo sul peggioramento di un altro Obiettivo, considerando le componenti dell'indicatore aggregato come perfette sostitute. Nel caso succitato di sostenibilità debole, la funzione CES con un sistema di ponderazione uguale tra le varie componenti è una media aritmetica (Lafortune et al., 2018). Per quanto concerne l'interpretazione dell'indicatore, il punteggio ottenuto in ogni singolo obiettivo e il punteggio globale vengono interpretati come percentuale di raggiungimento, ad esempio, il punteggio complessivo dell'indice svedese è 84.5, significa che la Svezia è in media all'84,5% del percorso verso il miglior risultato possibile nell'ambito dei 17 SDG (Sachs et al., 2016). Un paese per poter affermare di avere raggiunto gli obiettivi di sviluppo sostenibile dovrà avere un punteggio pari a 100 (Lafortune et al., 2018). Come osservato da Biggeri

et al. (2019), nonostante l'indicatore sia robusto e consenta confronti tra Paesi, trascura la natura equilibrata e integrata degli Obiettivi di sviluppo sostenibile e presenta problemi ben noti associati all'uso di una media aritmetica che presuppone una perfetta sostituzione tra le dimensioni. Nella scelta del metodo di aggregazione, quindi, gli indicatori sono stati considerati come perfetti sostituti giustificando, così, l'utilizzo della media aritmetica ma comunque proponendo l'uso della media geometrica poiché viene spesso applicata per aggregare variabili con sostituibilità limitata ed è in grado di riflettere una penalità per i punteggi che possono essere definiti peggiori. Lafortune et al. (2018), quindi, hanno considerato entrambe le medie ma le classifiche risultavano simili e la scelta è ricaduta sulla semplicità di interpretazione della media aritmetica. Tutt'ora la media aritmetica non può considerarsi una scelta definitiva nel calcolo di SDG Index. L'utilizzo di altri sistemi di aggregazione potrebbe riflettersi sulle classifiche globali facendo emergere delle divergenze da prendere in considerazione. Si può affermare che l'SDG index trascura la natura integrata ed equilibrata degli obiettivi analizzati.

2.2 La proposta di Eurostat

Focalizzandosi sul contesto Europeo, Eurostat produce un indicatore composito in relazione agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. Come espresso nel primo capitolo, le variabili utilizzate per il contesto europeo differiscono da quelle utilizzate per

l'SDG Index di Sachs in quanto, la scelta delle stesse è parallela e finalizzata alla misurazione delle politiche europee per lo sviluppo sostenibile. Analizzando la proposta di Eurostat riportata nella nota metodologica *The methodology for assessing the EU Member States status and progress towards SDGs*¹⁸, Eurostat produce due misure in merito: una relativa a valutare lo stato (*status*) di un Paese in un istante temporale circa gli SDGs, tramite la creazione di un indicatore e l'altra, relativa al progresso di un Paese, espresso in tassi di crescita medi annuali di tutti gli indicatori valutati per ogni SDG negli ultimi cinque anni. In questo elaborato si tratterà esclusivamente la metodologia utilizzata da Eurostat per produrre l'indicatore volto a valutare lo stato di un Paese in un istante temporale. Andando più in dettaglio, la proposta di Eurostat non crea un indicatore composito complessivo per ogni Paese ma crea esclusivamente più indicatori compositi. Esistono tanti indici quanti sono gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile per cui è possibile calcolarli, in base alla disponibilità di dati. Questi indici vengono poi confrontati con la media europea. In sintesi, non sarà possibile osservare il punteggio complessivo di sviluppo sostenibile per ogni Paese, ma solo la sua performance nei singoli obiettivi e la performance aggregata UE. Questa metodologia può essere scomposta in sei fasi:

- i. la determinazione della direzione di un SDG

¹⁸ Rif: nota metodologica disponibile online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/methodology>

- ii. la verifica di disponibilità e comparabilità di dati
- iii. l'esclusione degli *outliers*
- iv. il calcolo del punteggio di stato
- v. il calcolo del punteggio di stato medio europeo e infine
- vi. il calcolo dello stato rispetto l'Unione Europea.

La proposta di Eurostat inizia con la scelta della direzione (*i*) ovvero con la comprensione di come dovrebbe essere l'andamento di ogni indicatore SDG, se dovrebbe aumentare o diminuire per rappresentare un miglioramento o un peggioramento. In secondo luogo, si analizza la disponibilità dei dati (*ii*) in una determinata unità di misura che permetta di effettuare comparazioni. Siccome per il calcolo dell'indicatore composito vengono utilizzati i dati più recenti, se un Paese ha come dato recente un orizzonte temporale molto lontano, ad esempio dieci anni prima rispetto gli altri Paesi, allora questo viene escluso. Il passaggio successivo è rivolto all'individuazione e all'eliminazione dei valori anomali, *outliers*, che potrebbero distorcere il calcolo (*iii*). Questi, che si trovano nella parte inferiore e superiore della distribuzione del Paese, vengono esclusi dal calcolo; alcune volte è conveniente sostituire altri valori estremi con dei valori prefissati per mitigare il loro effetto nella costruzione dell'indice. La quarta fase (*iv*) è la fase di calcolo del punteggio per cui: il punteggio dello stato di un Paese viene calcolato rispetto all'intervallo di valori dal Paese peggiore a quello con i risultati migliori, per cui il Paese peggiore ottiene un punteggio pari a 0 e il paese migliore un punteggio pari

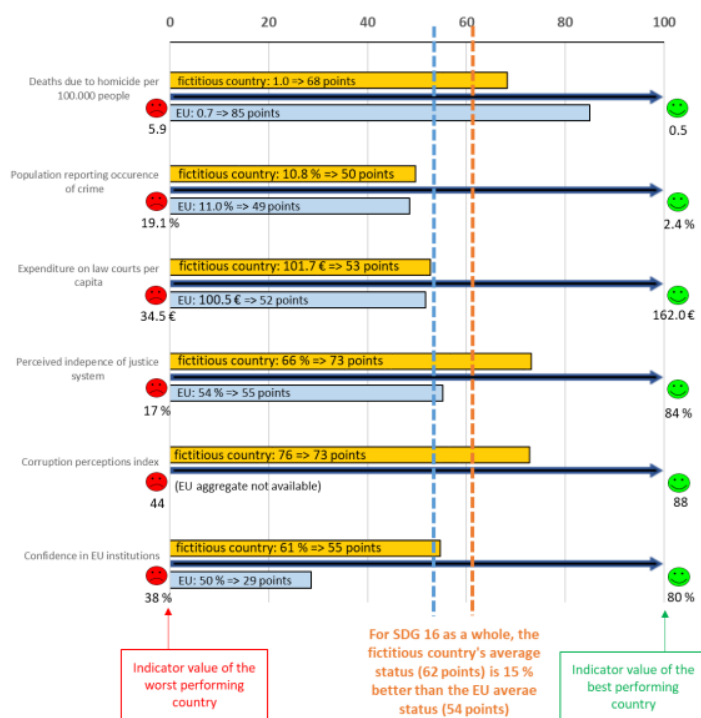
a 100. Anche in questo caso viene utilizzato l'approccio *min-max* (Eq.2), dove $max(x_{ij})$ e $min(x_{ij})$ sono rispettivamente il valore massimo e minimo dell'indicatore x_{ij} in tutti gli stati. X_{ij} rappresenta il valore di x_{ij} normalizzato, i rappresenta il paese europeo e j l'indicatore.

$$(Eq.2) \quad X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} * 100 \quad , \quad X_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} * 100$$

Per ogni indicatore i punteggi sono espressi in un *range* che va da 0 a 100, il quale esprime rispettivamente un *range* che va dal paese peggiore a quello migliore. Nella fase successiva, si ottiene l'indicatore aggregato per ciascun Obiettivo di Sviluppo Sostenibile di ogni Paese (v) utilizzando come metodo di aggregazione la media aritmetica. Il metodo descritto precedentemente (*da i a iv*) viene replicato per il calcolo dell'indicatore europeo utilizzando gli aggregati UE per ciascun indicatore dal *database* Eurostat. Infine, nell'ultima fase (vi), il punteggio ottenuto per un determinato paese su un determinato Obiettivo viene diviso per il punteggio europeo sul medesimo Obiettivo, così da produrre un valore percentuale che dimostra se un paese performa meglio o peggio della media europea su un ogni SDG. In Fig. 10 è espresso un esempio di calcolo per un SDG di un paese fittizio. Anche la proposta di Eurostat utilizza una media compensativa per l'aggregazione dei risultati, facendo emergere nuovamente la sostituibilità delle variabili in

questione. In questo caso non si tratta rendere sostituibile un Obiettivo di Sviluppo Sostenibile ad un altro ma l'effetto compensativo si produce tra i sotto obiettivi. Non è espresso il sistema di pesi utilizzato, si potrebbe sottintendere che anche Eurostat ha optato per la parità di ponderazione.

Figura 10- Esempio esplicativo per il calcolo dello Stato dell'SDG 16 per un paese fittizio



Fonte: Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overview_of_status_and_progress_of_EU_Member_States_towards_the_SDGs

2.3 La proposta di ASviS

Un altro indicatore prodotto recentemente è quello creato dall'Alleanza italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS) la quale ha condotto una analisi di tipo sperimentale per osservare il posizionamento dei Paesi del G20 in merito agli SDG¹⁹. Per la costruzione dei compositi nazionali e regionali, ASviS segue gli step comunemente condivisi per la creazione di un generico indicatore composito, in particolar modo segue il processo di Nardo et al. Il primo passo per la creazione dell'indice è l'individuazione una serie di indicatori caratteristici che possano essere associati ad ogni Goal. Dopodiché i dati vengono normalizzati tramite la metodologia Mazziotta Pareto, aggregati tramite la Metodologia AMPI (Mazziotta e Pareto, 2015) e utilizzando un sistema di ponderazione con pesi uguali per i vari indicatori di base. Con l'*Adjusted Mazziotta Pareto Index* (AMPI), è possibile creare una misura sintetica non compensativa riferita ad un fenomeno multidimensionale per cui vale l'ipotesi di non completa sostituibilità delle componenti, a differenza del metodo utilizzato da Sachs et al. Tutte le componenti dell'indicatore saranno bilanciate poiché l'AMPI, partendo da una semplice media aritmetica, aggiunge una penalità alle componenti squilibrate. Per la normalizzazione, i dati vengono scalati in un intervallo circoscritto da un valore

¹⁹ Rif: <https://asvis.it/I-numeri-della-sostenibilita/>, ultimo accesso 2 febbraio 2024

minimo e uno massimo, questi limiti dovranno rappresentare l'intervallo per ciascuna variabile scelta. La normalizzazione avviene tramite la seguente formula:

$$(Eq.3) \quad r_{ij} = \frac{(x_{ij} - Min_{xj})}{(Max_{xj} - Min_{xj})} 60 + 70$$

r_{ij} è il dato normalizzato, i valori Min e Max rappresentano i valori di riferimento per un determinato indicatore, i quali vengono posti in maniera tale che 100 rappresenti uno di questi valori e potrebbe indicare la media in un determinato orizzonte temporale prefissato (Mazziotta e Pareto, 2015).

Nel caso di ASviS il valore di riferimento su cui è costruito tutto il sistema di misurazione è il valore dell'indicatore composito dell'Italia nel 2010 indicato con 100 punti, in questo modo tutti gli indicatori ottenuti negli anni dovranno essere interpretati in relazione all'anno di riferimento. Questa interpretazione permette di comprendere se una nazione sta andando nella giusta direzione ma non può affermare che questa direzione sia quella che consente di raggiungere gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile²⁰. Dopo la normalizzazione si procede con l'aggregazione che avviene secondo la formula generalizzata dell'AMPI (Eq.4):

$$(Eq.4) \quad AMPI_i^{+/-} = M_{ri} \pm S_{ri} cv_i$$

²⁰ Rif:

https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/Indici_compositi_e_metodologia_Ampi.pdf,
ultimo accesso 2 febbraio 2024

Dove S_{ri} è la deviazione standard dei dati normalizzati riferita all'unità i , M_{ri} è la media e cv_i è il coefficiente di variazione dell'unità i . Grazie a questa metodologia, il punteggio viene scisso tramite due fattori: l'effetto medio e l'effetto penalizzante costituito da $S_{ri} cv_i$. Il fine di questa formula è quello di penalizzare quelle variabili che a parità di media sono in disequilibrio e viceversa.

Rimarcando la difficoltà nella scelta dei metodi di normalizzazione, ponderazione e aggregazione, i quali si riflettono profondamente nell'affidabilità e nella qualità dei risultati, è possibile fare delle valutazioni circa il metodo intrapreso da ASviS. AMPI è stato il metodo utilizzato dall'ISTAT per misurare il Benessere Equo e Sostenibile e ASviS lo ha adottato proprio perché è un metodo già affermato nel catturare la multidimensionalità dei fenomeni nella più ampia tematica della misurazione del benessere. La selezione di un indicatore non compensativo e che escluda la sostituibilità perfetta tra indicatori, è un fattore molto positivo di questa analisi. Come già osservato in precedenza potrebbero emergere problemi di interpretazione dovuti alla scelta del valore base 100 associato all'anno 2010, il quale fa emergere solo l'andamento negativo o positivo di una nazione ma non se la nazione sta centrando un determinato Obiettivo di Sviluppo Sostenibile. La documentazione prodotta da ASviS non è pienamente trasparente poiché le metodologie statistiche sulla scelta degli indicatori e sulla loro aggregazione nell'Obiettivo non sono espresse, a tal proposito non è possibile apportare ulteriori considerazioni.

CAPITOLO 3

INDICATORI ED INDICI

Molto spesso i termini indicatore ed indice vengono considerati simili ma, nel campo della statistica come in molti altri campi scientifici, sono due termini che presentano delle differenze. Considerando l'origine delle parole, l'indicatore è uno strumento che ha la funzione di indicare mentre l'indice è una misura utile ad indicare, in concreto un indicatore potrebbe essere il valore numerico di un determinato fenomeno nel tempo, come ad esempio il PIL, mentre l'indice è una *“espressione sintetica delle dimensioni di un dato fenomeno nel tempo e/o nello spazio o, anche, la relazione intercorrente tra più fenomeni considerati nello stesso momento”* (Mazziotta e Pareto, 2020). Il problema teorico di partenza risiede nel gestire la complessità di certi fenomeni e l'indicatore ha lo scopo di ridurre la complessità di questi, diminuendone l'astrazione e rendendoli più fruibili sia da un punto di vista interpretativo che operativo per la ricerca empirica. Grazie alla creazione degli indicatori è possibile osservare fenomeni che non sono direttamente osservabili, rilevandone più aspetti come la presenza, l'intensità e la direzione. Quando si tratta di ridurre l'astrazione e sintetizzare, inevitabilmente ci sarà una perdita di dati e/o informazioni ma ciò non deve etichettare l'indicatore utilizzato come di bassa qualità scientifica, poiché è possibile sintetizzare creando indici di alta qualità. Le entità che descrivono appieno il concetto di indicatore sono la

comunicazione, la semplificazione e la quantificazione per cui lo scopo principale di un indicatore è quello comunicativo e la comunicazione avviene tramite semplificazione e quantificazione di un fenomeno (Mazziotta e Pareto, 2020).

Nel tempo, l'impiego degli indicatori ha assunto sempre più rilevanza poiché questi sono multifunzionali: da un lato, sono utilizzati come sintesi di un fenomeno e dall'altro rendono possibili le comparazioni nel tempo e nello spazio creando delle classifiche funzionali alla comunicazione di qualsiasi genere (Mariani et al., 2022). Sono strumenti semplici per la comunicazione e ogni giorno costellano il mondo dei media aumentando la consapevolezza su specifiche questioni. Nonostante ciò, molto spesso, la considerazione di un singolo indicatore non è in grado di catturare la multidimensionalità del fenomeno che si intende spiegare, ed è per questo motivo che vengono introdotti gli indici o indicatori compositi. La considerazione per cui, oggi, un singolo indicatore non è più sufficiente per descrivere un fenomeno si è affermata sempre più al crescere di nuove visioni dei fenomeni stessi. L'esempio più citato per comprendere ciò è quello relativo al fenomeno del benessere di un determinato Paese. Il benessere, in passato, è sempre stato concepito come ricchezza economica e di conseguenza è stato indicato tramite l'indicatore del PIL o del PIL pro capite. Negli anni si sono susseguiti molteplici dibattiti etici sul perché un dato meramente economico avrebbe dovuto definire il benessere di una società; ne emerse che il benessere doveva essere considerato un fenomeno multidimensionale e che il suo indicatore doveva tenere conto anche di fenomeni

sociali ed ambientali e non prettamente economici (Mazziotta e Pareto, 2013). Queste considerazioni etiche poi si sono concretizzate con lo studio e la creazione dell'HDI²¹ e, per quanto riguarda il contesto italiano, del BES²². Ovviamente la creazione degli indici succitati non esclude la considerazione del PIL ma semplicemente affianca a questo altre dimensioni fondamentali del fenomeno che possano portare ad una visione sistemica, olistica e più realistica dello stesso. Nel più ampio tema generale degli indicatori statistici, questi possono essere classificati seguendo molteplici criteri come:

- i. l'obiettivo dell'indicatore
- ii. la fonte informativa
- iii. la modalità di osservazione
- iv. la capacità di stratificazione
- v. i livelli di comunicazione
- vi. i fenomeni osservati
- vii. il livello di complessità

Per quanto riguarda la finalità degli indicatori (*i*) solitamente vengono identificati indicatori normativi o *problem-oriented*: i normativi sono utilizzati a supporto di interventi programmati e spesso sono finalizzati alla creazione di *policy* indicando

²¹ HDI: Human Development Index; indicatore di sviluppo macroeconomico elaborato nel 1990.

²² BES: Benessere Equo Sostenibile; indice per valutare il progresso di una società sviluppato da ISTAT e CNEL elaborato dal 2009.

obiettivi da raggiungere o valori da comparare, mentre i *problem-oriented* sono indicatori in grado di identificare l'assenza o la presenza di determinate caratteristiche appartenenti ai sistemi sociali. La fonte informativa (ii) si riferisce all'origine dell'informazione per cui gli indicatori possono essere oggettivi; quindi, creati utilizzando dati reali e rilevabili, oppure soggettivi, dove i dati utilizzati nella costruzione sono giudizi, atteggiamenti, previsioni, sentimenti.

In merito al criterio della modalità di osservazione (iii) gli indicatori possono essere classificati come: di stato, ovvero in grado di misurare un fenomeno in un istante preciso, di tendenza ovvero in grado di misurare un fenomeno nel tempo, e conglomerati o deprivativi ovvero in grado di misurare un fenomeno in termini positivi o negativi. Quando si creano indicatori utilizzati per l'identificazione di strati sociali e gruppi (iv) si possono sviluppare indicatori individuali, territoriali e temporali, rispettivamente in grado di individuare segmenti di popolazione, territori e orizzonti temporali per cui è possibile effettuare comparazioni tra segmenti.

Rimarcando l'entità fondamentale degli indicatori, ovvero la comunicazione (v), è possibile classificarli in base alla loro risonanza, al loro livello di qualità scientifica e alla loro facilità di comprensione, per cui vi saranno: *hot indicator* con alta risonanza e basso livello di qualità scientifica, *cold indicator* ovvero indicatori molto complessi con alta difficoltà di comprensione ma alta qualità scientifica, infine gli *warm indicator* con un buon bilanciamento tra i tre attributi.

Se si osservano gli indicatori in base al campo di applicazione (vi), si classificano indicatori economici, sociali e di sviluppo. Infine, in merito al livello di complessità dell'indicatore (vii), si fa riferimento alla sua modalità di costruzione, da cui ne derivano: indicatori elementari, indicatori sintetici e composti (Mazziotta e Pareto, 2020). Un fenomeno sociale complesso può essere scomposto in più dimensioni e un indicatore elementare si riferisce ad una di queste dimensioni, mentre l'indicatore sintetico è una aggregazione di indicatori elementari tra loro omogenei ed infine l'indicatore composto è definito come *“Una combinazione matematica (o aggregazione) di un insieme di indicatori elementari che rappresentano le diverse componenti di un concetto multidimensionale da misurare”*²³. L'indicatore composto deve essere basato su un quadro teorico per cui sia possibile scegliere, aggregare e pesare degli indicatori elementari con lo scopo di misurare dei concetti multidimensionali, riflettendo *“le dimensioni o la struttura del fenomeno che si sta misurando”*²⁴.

Con l'affermazione della sostenibilità e dello sviluppo sostenibile, gli agenti sono obbligati ad utilizzare un approccio sistemico per valutare, interpretare e misurare molteplici fenomeni appartenenti alle dimensioni della sostenibilità, quindi, non sarà possibile esprimere la sostenibilità con un indicatore elementare ma sarà

²³ Rif: <https://www4.istat.it/it/strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi>, ultimo accesso 28 gennaio 2024

²⁴ Rif: <https://www4.istat.it/it/strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi> ultimo accesso 28 gennaio 2024

necessario ricercare indicatori compositi complessi, in grado di descrivere una realtà senza penalizzare determinate dimensioni e senza prioritizzarne altre.

Nonostante gli indicatori compositi siano molto diffusi e utilizzati, questi rimangono oggetto di controversie dovute alla assenza di una metodologia standard per costruirli e alla alta discrezionalità (Mazziotta e Pareto, 2015).

Per la creazione degli indicatori compositi, uno dei riferimenti letterari più rilevanti è l'*Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide* pubblicato nel 2003 da OECD e revisionato nel 2008. Questo riferimento propone una metodologia di costruzione che nel tempo ha ottenuto molti consensi (OECD, 2008).

La metodologia OECD prevede 10 *step*:

- 1) Sviluppo del *framework* teorico
- 2) Selezione dei dati
- 3) Verifica della completezza dei dati e imputazione dei dati mancanti
- 4) Analisi multivariata degli indicatori elementari
- 5) Normalizzazione
- 6) Scelta del sistema di pesi e metodo di aggregazione
- 7) Analisi di robustezza e sensitività
- 8) Ritorno ai dati
- 9) Correlazione con altri indicatori
- 10) Presentazione dei risultati

Nella fase di sviluppo del *framework* teorico è necessaria la definizione del fenomeno multidimensionale che si vuole descrivere con la creazione dell'indice composito, considerando anche gli indicatori già presenti in letteratura che lo trattano. Dopo una definizione accurata del *framework*, vengono selezionati i dati o meglio gli indicatori, la selezione deve basarsi sulla loro: solidità analitica, misurabilità, replicabilità, disponibilità nel tempo e nello spazio e pertinenza al fenomeno. In questa fase, praticamente, si contemplan tutte le ordinarie scelte messe in atto dal costruttore per una selezione dati come la valutazione della fonte, la possibilità di utilizzare delle *proxy* e tante altre. La procedura OECD ritaglia in questa seconda fase il momento per analizzare i punti di forza e debolezza degli indicatori selezionati per la creazione dell'indice. Una volta selezionati gli indicatori, l'analisi procede con la verifica della completezza dei dati, la quale ha l'obiettivo di fornire un *dataset* completo, imputando i dati mancanti tramite metodi statistici, eliminando i valori anomali e dichiarando le azioni effettuate. Questa fase è molto delicata, poiché, manovrare i dati mancanti può avere un forte impatto sul *dataset* trattato, potrebbe variarne l'affidabilità e la qualità del risultato finale. La scelta del metodo di imputazione dei dati mancanti deve essere appropriata.

Prima di giungere alle fasi principali per la costruzione dell'indice, il costruttore effettuerà una analisi multivariata sul *dataset*, applicando la metodologia di analisi

che ritiene più appropriata; con questa fase si analizza la struttura dei dati e la si confronta con il quadro teorico espresso inizialmente.

La procedura di calcolo può procedere esclusivamente se gli indicatori scelti si muovono nella stessa direzione del fenomeno e hanno la stessa unità di misura, perciò, in primo luogo si definisce la polarità e di seguito si effettua la normalizzazione. Prima di applicare un metodo di normalizzazione, gli indicatori devono essere trasformati con polarità positiva, ciò significa che se un indicatore elementare aumentasse, anche l'indice dovrebbe andare nella stessa direzione aumentando. Questa operazione viene svolta poiché i vari indicatori possono essere aggregati solo se hanno la stessa polarità. Una volta definita la polarità, è fondamentale che gli indicatori siano comparabili, espressi nella medesima unità di misura tramite normalizzazione. Sarà a discrezione del costruttore scegliere il metodo di normalizzazione adatto; i metodi più comunemente utilizzati sono: la standardizzazione (*z-score*), il metodo min-max, il *ranking*, i numeri indice e i valori percentuali.

Per quanto concerne la fase di scelta del sistema dei pesi e del metodo di aggregazione, vengono effettuate scelte soggettive e cruciali che impatteranno positivamente o negativamente sulla qualità dell'indicatore composito. La letteratura in merito ai metodi di pesatura è molto vasta e offre approcci alternativi, basati su aspetti oggettivi o soggettivi. Tra i pesi soggettivi si citano i cosiddetti pesi degli esperti, ovvero, metodi di pesatura risultanti da diversi cicli di consultazioni

di esperti, in questo approccio i pesi non dipendono dai valori selezionati. Invece, tra i pesi oggettivi si riconoscono i pesi matematici che derivano principalmente da metodi statistici come l'analisi delle componenti principali. In questo caso i pesi scelti dipendono dai valori selezionati. Un ulteriore approccio è la parità di ponderazione, questa è una delle misure maggiormente adottata e consiste nell'assegnare il medesimo peso a tutte le variabili, considerandole di pari importanza (OECD,2008).

La fase che può essere considerata più critica è quella di aggregazione degli indicatori. Questa fase è sempre stata considerata una tematica controversa e allo stesso tempo interessante, poiché, influisce molto nella costruzione del composito. L'aggregazione è necessaria per effettuare una sintesi e quindi ridurre la molteplicità degli indicatori. I metodi che vengono utilizzati per effettuarla possono essere più o meno complessi, basati su funzioni matematiche semplici, oppure su tecniche più complesse che richiedono ulteriori analisi statistiche. Un aspetto fondamentale riguardante l'aggregazione è il grado di compensabilità degli indicatori scelti, tramite il quale, il *deficit* di una dimensione è compensabile con il *surplus* di un'altra dimensione. In merito a questo aspetto si classificano funzioni di aggregazione che seguono un approccio compensativo, utilizzando funzioni lineari, o non compensativo, utilizzando funzioni non lineari. Tra le aggregazioni lineari, il metodo più utilizzato è il metodo additivo che esprime alta compensabilità

degli indicatori mentre, tra le aggregazioni non lineari, l'aggregazione geometrica è adatta per ridurre il grado di compensabilità (Mazziotta e Pareto, 2020).

Tra i metodi di aggregazione esistenti se ne citano alcuni maggiormente diffusi come la media aritmetica, la media geometrica e il metodo Mazziotta Pareto, tutti e tre discussi nel capitolo 2; inoltre per la sintesi possono essere utilizzati anche: la media potenziata, la media quadrata e metodi più complessi come il Metodo Tassonomico di Wroclaw e molte altre metodologie. Si evidenzia la presenza di molteplici metodi che rendono più complessa la scelta al costruttore, in quanto ognuno di essi porta con sé critiche, aspetti favorevoli e gradi di interpretazione differenti.

Una volta effettuate tutte le scelte cruciali è fondamentale effettuare l'analisi di robustezza e sensitività tramite la quale si valuta la validità dell'indice composito. L'analisi di robustezza è volta a verificare se l'indice sia influenzato da determinati fattori scelti in precedenza, come la selezione degli indicatori, il metodo di normalizzazione, di pesatura e aggregazione. Inoltre, tramite l'analisi di sensitività, si osserva come ogni singolo indicatore influenzi l'indice tramite piccole variazioni. Con gli ultimi *step*, si intende accertare la trasparenza dell'indice e la possibilità di ricomporlo nei dati iniziali e confrontarlo con gli indicatori già esistenti. L'ultima fase è dedicata al racconto dell'indicatore composito e come questo verrà visualizzato graficamente affinché sia fruibile e assolva al suo scopo comunicativo (OECD, 2008)

CAPITOLO 4

UN INDICATORE COMPOSITO PER L'OBIETTIVO 13

Per misurare la distanza degli stati europei dal perseguimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile si propone una versione modificata del Metodo Tassonomico di Wroclaw, metodo basato sul concetto di distanza da un *target*.

Tra i 17 SDG è stato selezionato l'Obiettivo Lotta al cambiamento climatico, le motivazioni alla base di questa scelta sono principalmente due: da un lato la tematica in questione è molto attuale e nel contesto europeo sono presenti numerose politiche per contrastare il cambiamento climatico e, dall'altro lato, perché il cambiamento climatico è un fenomeno multidimensionale e molto spesso viene espresso, nel contesto SDG, esclusivamente con dei singoli indicatori in grado di catturarne un'unica dimensione.

L'indicatore composito è costruito tramite la sintesi degli indicatori elementari che Eurostat ha creato per l'Obiettivo 13 ovvero: emissioni nette di gas serra, popolazione coperta dai firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, quota di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia e perdite economiche legate al clima. Dal punto di vista metodologico, per l'aggregazione degli indicatori è stato scelto il Metodo Tassonomico di Wroclaw poiché permette di sintetizzare gli indicatori rispetto ad una unità ideale che, nello studio, è rappresentata dai *target* prefissati per ciascun indicatore e ciascun paese. I *target*

sono stati costruiti in base agli impegni climatici europei stabiliti per il 2030 ed espressi nei Piani Nazionali Energia e Clima degli stati membri.

4.1 Descrizione dei dati

Eurostat ha prodotto un *set* di indicatori degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'UE, tra questi ne sono stati prodotti sei per monitorare i progressi verso l'Obiettivo 13 e sono costruiti in base alla rilevanza delle politiche adottate dall'Unione Europea. Il *set* di indicatori per monitorare l'andamento dell'Obiettivo 13 è composto dai seguenti indicatori: emissioni nette di gas serra (1), emissioni nette di gas a effetto serra del settore Uso del suolo-Cambiamento di uso del suolo e Silvicultura (LULUCF) (2), perdite economiche legate al clima (3), contributo all'impegno internazionale di 100 miliardi di dollari sulle spese legate al clima (4), popolazione coperta dai firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia (5) e quota di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia per settore (6).

Per la costruzione del *dataset*, sono stati selezionati esclusivamente gli indicatori 1, 3, 5 e 6 in quanto sono gli unici per cui è stato possibile riscontrare, ufficialmente, dei target al 2030 per i singoli stati membri. I dati sono stati raccolti dall'anno 2015 al 2021 per tutti 27 stati dell'UE (Tab.1- 4).

Tabella 1- Missing data 2015-2016

Codice	Stati	2015				2016			
		Emission	Popcovered	Losses	Renewable	Emission	Popcovered	Losses	Renewable
BE	Belgium	10,9	78,1	:	8,06	10,8	92,3	:	8,74
BG	Bulgaria	8,5	35,4	155,61	18,26	8,2	36,5	:	18,76
CZ	Czechia	12,3	15,2	:	15,07	12,5	16,4	5,87	14,93
DK	Denmark	9,2	57,0	:	30,47	9,5	56,5	:	31,72
DE	Germany	11,3	22,3	33,73	14,90	11,2	23,4	44,97	14,89
EE	Estonia	13,8	40,7	:	28,99	15	40,7	:	29,23
IE	Ireland	13,7	32,9	50,83	9,08	14,0	50,1	:	9,19
GR	Greece	9,1	55,9	:	15,69	8,9	63,6	5,01	15,39
ES	Spain	7,5	59,9	3,96	16,22	7,3	64,1	8,28	17,02
FR	France	7,1	23,7	11,60	14,80	7,1	23,6	29,52	15,45
HR	Croatia	5,9	42,5	42,78	28,97	6,0	43,0	:	28,27
IT	Italy	7,5	62,3	48,13	17,53	7,5	64,2	33,85	17,42
CY	Cyprus	10,8	58,7	:	9,90	11,4	58,5	237,21	9,83
LV	Latvia	5,6	53,2	:	37,54	5,7	58,4	:	37,14
LT	Lithuania	7,0	51,2	:	25,75	7,2	52,8	:	25,61
LU	Luxembourg	20,5	0,40	:	4,99	19,9	4,0	96,22	5,36
HU	Hungary	6,4	28,4	:	14,50	6,4	28,9	:	14,38
MT	Malta	5,6	27,4	:	5,12	4,9	27,0	:	6,21
NL	Netherlands	12,2	24,6	1,59	5,71	12,1	25,9	56,31	5,85
AT	Austria	9,4	23,3	0,00	33,50	9,4	23,6	:	33,37
PL	Poland	10,2	9,80	:	11,88	10,5	11,5	:	11,40
PT	Portugal	6,9	57,7	0,58	30,51	6,8	58,4	24,70	30,86
RO	Romania	5,9	32,9	166,08	24,79	5,9	37,7	:	25,03
SI	Slovenia	8,2	35,1	:	22,88	8,6	35,2	:	21,98
SK	Slovakia	7,6	10,6	:	12,88	7,6	14,5	:	12,03
FI	Finland	10,4	36,9	:	39,23	10,9	41,3	:	38,94
SE	Sweden	5,7	44,9	1,73	52,22	5,6	46,1	:	52,60
TOT MISSING DATA		0	0	15	0	0	0	17	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Per quanto concerne gli orizzonti temporali selezionati per il calcolo dell'indice, sono stati selezionati gli anni 2020 e 2021 in quanto presentano il minor numero di dati mancanti, rispettivamente 6 dati mancanti per il 2020, per la variabile perdite economiche legate al cambiamento climatico (vedi Tab.3), e 7 dati mancanti per la stessa variabile all'anno 2021 (vedi Tab.4).

Tabella 2- Missing data 2017-2018

Codice	Stati	2017				2018			
		Emission	Popcovered	Losses	Renewable	Emission	Popcovered	Losses	Renewable
BE	Belgium	10,7	91,6	:	9,14	10,7	91,5	17,76	9,47
BG	Bulgaria	8,6	35,8	:	18,70	8,0	36,0	:	20,58
CZ	Czechia	12,5	20,3	62,96	14,80	12,3	20,4	13,45	15,14
DK	Denmark	9,1	55,2	:	34,39	9,0	55,7	15,53	35,16
DE	Germany	11,0	23,5	64,93	15,472	10,6	23,8	114,83	16,66
EE	Estonia	16,0	40,6	:	29,54	15,3	42,5	:	29,97
IE	Ireland	13,8	49,5	59,28	10,52	13,8	48,9	:	10,94
GR	Greece	9,3	66	11,62	17,30	9,0	67,6	6,52	18,00
ES	Spain	7,6	66,8	8,48	17,12	7,4	67,2	43,89	17,02
FR	France	7,1	23,8	89,60	15,85	6,8	26,2	48,17	16,38
HR	Croatia	6,3	48,4	37,53	27,28	6,2	48,9	75,05	28,05
IT	Italy	7,4	69,7	204,4	18,27	7,4	70,7	88,63	17,80
CY	Cyprus	11,7	57,9	:	10,48	11,4	57,2	:	13,87
LV	Latvia	5,8	58,6	241,47	39,01	6,1	58,7	59,67	40,02
LT	Lithuania	7,3	49,3	188,09	26,04	7,3	49,3	:	24,70
LU	Luxembourg	20,1	3,9	:	6,19	20,4	3,8	:	8,94
HU	Hungary	6,7	36	:	13,56	6,7	43,8	:	12,55
MT	Malta	5,3	26,7	:	7,22	5,2	27,9	:	7,91
NL	Netherlands	11,9	27,6	:	6,51	11,6	28,1	0	7,39
AT	Austria	9,6	23,8	128,9	33,14	9,2	23,9	41,06	33,78
PL	Poland	10,9	11,4	1,84	11,06	10,9	12,4	20,65	14,94
PT	Portugal	7,3	59,8	203,49	30,61	7,0	60,1	16,14	30,20
RO	Romania	6,1	38,3	1,84	24,45	6,1	39,9	6,88	23,88
SI	Slovenia	8,7	35,1	:	21,66	8,6	36,7	:	21,38
SK	Slovakia	7,8	14,7	:	11,47	7,8	15,7	:	11,90
FI	Finland	10,4	41,7	:	40,86	10,6	42,1	:	41,19
SE	Sweden	5,5	46,1	:	53,39	5,4	48,9	9,34	53,92
TOT MISSING DATA		0	0	13	0	0	0	11	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

In merito alla numerosità di dati mancanti per la variabile perdite economiche legate al cambiamento climatico, non è stato possibile imputare i dati mancanti ai paesi senza alcuna osservazione, poiché l'utilizzo di metodi come l'imputazione con media, media mobile e utilizzo dell'ultimo dato disponibile non risultano coerenti per questa variabile, a tal proposito sono stati esclusi dallo studio nove paesi: Danimarca, Estonia, Irlanda, Croazia, Cipro, Lettonia, Lituania, Ungheria e Malta.

Tabella 3- Missing data 2019-2020

Codice	Stati	2019				2020			
		Emission	Popcovered	Losses	Renewable	Emission	Popcovered	Losses	Renewable
BE	Belgium	10,6	89,5	:	9,93	9,6	92,8	44,46	13,00
BG	Bulgaria	7,8	36,1	:	21,55	7,0	36,3	0,87	23,32
CZ	Czechia	11,8	21,3	:	16,24	10,7	22,3	15,42	17,30
DK	Denmark	8,3	56,6	:	37,02	7,5	57,3	10,46	31,68
DE	Germany	9,9	24,0	93,17	17,27	9,0	24,1	18,13	19,09
EE	Estonia	11,1	42,7	:	31,73	8,6	42,7	:	30,07
IE	Ireland	13,1	52,1	9,93	11,98	12,1	51,5	40,32	16,16
GR	Greece	8,4	66,4	26,12	19,63	7,2	67,3	101,13	21,75
ES	Spain	7,0	72,6	98,89	17,85	5,9	74,6	48,18	21,22
FR	France	6,7	25,0	80,41	17,17	5,9	25,3	67,00	19,11
HR	Croatia	6,2	51,1	:	28,47	5,9	52,9	13,84	31,02
IT	Italy	7,3	73,5	82,84	18,18	6,5	74,6	42,93	20,36
CY	Cyprus	11,3	58,8	:	13,78	10,0	58,2	:	16,88
LV	Latvia	6,1	59,9	:	40,93	5,6	59,9	:	42,13
LT	Lithuania	7,4	49,4	:	25,47	7,3	49,6	:	26,77
LU	Luxembourg	20,2	7,3	250,00	7,05	16,9	7,3	30,14	11,70
HU	Hungary	6,7	53,3	:	12,63	6,5	54,9	:	13,85
MT	Malta	5,3	29,6	51,58	8,23	4,5	30,1	:	10,71
NL	Netherlands	11,1	29,0	2,54	8,88	9,8	29,2	28,78	13,99
AT	Austria	9,3	23,9	64,53	33,755	8,4	24,0	25,35	36,55
PL	Poland	10,3	13,1	:	15,377	9,8	15,1	1,19	16,10
PT	Portugal	6,7	64,4	54,64	30,623	5,8	67,0	9,03	33,98
RO	Romania	6,0	32,5	:	24,29	5,8	32,7	22,48	24,48
SI	Slovenia	8,3	45,3	87,63	21,968	7,6	47,8	3,81	25,00
SK	Slovakia	7,4	19,0	5,50	16,894	6,8	19,1	3,48	17,35
FI	Finland	10,0	44,5	:	42,807	8,8	46,4	16,82	43,94
SE	Sweden	5,2	48,4	14,79	55,785	4,6	48,7	6,57	60,12
TOT MISSING DATA		0	0	13	0	0	0	6	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

L'indicatore composito è stato, quindi, creato per l'anno 2020 e 2021 per i seguenti 18 paesi UE: Belgio, Bulgaria, Repubblica Ceca, Germania, Grecia, Spagna, Francia, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi, Austria, Polonia, Portogallo, Romania, Slovenia, Slovacchia, Finlandia e Svezia.

Tabella 4- Missing data 2021

		2021			
Codice	Stati	Emission	Popcovered	Losses	Renewable
BE	Belgium	10,0	94,5	925,50	13,01
BG	Bulgaria	7,9	36,8	0,29	19,45
CZ	Czechia	11,4	25,8	59,21	17,67
DK	Denmark	7,7	58,9	:	41,01
DE	Germany	9,4	24,2	437,44	19,40
EE	Estonia	9,6	43,4	:	37,44
IE	Ireland	12,6	61,8	:	12,38
GR	Greece	7,6	72,6	58,94	22,08
ES	Spain	6,3	75,8	58,04	20,74
FR	France	6,2	27,7	85,33	19,20
HR	Croatia	6,3	56,4	:	31,29
IT	Italy	7,1	75,4	10,94	19,16
CY	Cyprus	10,3	58,4	5,55	19,07
LV	Latvia	5,8	61,4	:	42,10
LT	Lithuania	7,3	51,2	:	28,17
LU	Luxembourg	17,6	7,2	279,66	11,73
HU	Hungary	6,7	56,2	2,99	14,13
MT	Malta	4,6	30,1	:	12,67
NL	Netherlands	10,0	29,0	39,92	12,99
AT	Austria	8,8	24,0	88,10	34,57
PL	Poland	10,7	15,4	0,72	15,61
PT	Portugal	5,6	72,0	0,29	33,98
RO	Romania	6,0	34,1	1,52	23,87
SI	Slovenia	7,7	50,6	0,00	25,00
SK	Slovakia	7,6	19,1	6,61	17,42
FI	Finland	8,8	46,3	8,48	42,85
SE	Sweden	4,7	48,7	4,51	62,69
TOT MISSING DATA		0	0	7	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

4.1.1 Emissioni nette di gas a effetto serra

Questa variabile è disponibile al dataset di Eurostat *Net greenhouse gas emissions* (source: EEA) con data code *sdg_13_10*²⁵, l'ultimo aggiornamento dei dati risale a novembre 2023. L'indicatore misura le emissioni nazionali totali ovvero le emissioni di tutti i gas GHG menzionati nel protocollo di Kyoto: CO₂, CH₄, N₂O, NF₃ e SF₆. Tutti i gas sono espressi in unità di CO₂ equivalenti affinché si ottenga un unico indicatore delle emissioni nette. Questo indicatore include le emissioni dell'aviazione internazionale ed è presente in due forme, o come emissioni nette che includono l'uso del suolo, il cambiamento dell'uso del suolo e la silvicoltura (LULUCF) oppure che non includono LULUCF. I dati provengono dall'*European Environment Agency* (EEA) e dal *Reporting UNFCCC* e sono disponibili per tutti gli stati membri dell'Unione con frequenza annuale. L'unità di misura selezionata per questo indicatore è stata tonnellate di CO₂ pro capite, la versione di *dataset* utilizzata è stata quella che esclude l'indicatore delle emissioni LULUCF poiché i target per le emissioni non comprendevano questo settore. Come espresso nella tabella 5, per questa variabile non sono presenti dati con interruzione nelle serie temporali (b) né dati con interruzione nelle serie temporali stimate (be). Sono stati stimati (e) esclusivamente due dati per la Romania agli anni 2020 e 2021. I dati per

²⁵ Dataset disponibile online:

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_10/default/table?lang=en&category=sdg.sd_g_13

la Polonia sia nel 2020 che nel 2021 sono espressi con una stima provvisoria (ep). Infine, agli anni 2020 e 2021, per le osservazioni della Francia, sono stati utilizzati dati provvisori (p). Il *dataset Net greenhouse gas emission* non presenta dati mancanti.

Tabella 5 - Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Emission

Emission	2020	2021
b: break in time series	0	0
e: estimate	1	1
be: break in time series, estimated	0	0
bp: break in time series, provisional	0	1
ep: estimated, provisional	1	1
p: provisional	1	1

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Per la creazione dell'indicatore composito, l'indicatore in questione è stato manipolato ricavandone la percentuale di riduzione di emissioni rispetto l'anno 2005 tramite una semplice operazione di variazione percentuale (Eq.5). La modifica è stata funzionale ad uniformare l'unità di misura dell'indicatore con quella dei *target 2030*.

$$(Eq.5) \quad \Delta X = \frac{x_t - x_{2005}}{x_{2005}} * 100$$

L'indicatore è stato nominato *Emission* ed indica la percentuale di riduzione delle emissioni nette rispetto l'anno 2005. L'indicatore è stato selezionato per gli anni 2020 e 2021 per i 18 Pesi espressi in precedenza.

4.1.2 Perdite economiche legate al clima

Questa variabile è disponibile al *dataset* di Eurostat *Climate related economic losses* (source: EEA) con data code *sdg_13_40*²⁶, l'ultimo aggiornamento dei dati risale a gennaio 2024. L'indicatore misura le perdite economiche derivanti da eventi meteorologici (tempeste, valanghe), eventi idrologici (alluvioni) ed eventi climatologici (ondate di caldo, ondate di freddo, siccità, incendi boschivi). I dati sono forniti da EEA sulla base dei dati CATDAT di *RiskLayer*, con frequenza annuale. Sono presenti due versioni del *database*, la prima lo rappresenta come serie temporale smussata basata sulle medie trentennali e l'altra espressa con valori annuali; le unità di misura disponibili sono euro pro capite e milioni di euro.

In questo studio l'indicatore perdite economiche legate al clima è stato considerato per gli anni 2020 e 2021 a causa del minor numero di dati mancanti registrato rispetto gli altri anni, tuttavia, non è stato possibile imputare i dati mancanti e per questo motivo vengono esclusi dallo studio 9 Paesi. Non sono presenti interruzioni di serie temporali, stimate e provvisorie, stime e stime provvisorie e dati provvisori (Tab.7). Questo indicatore è stato nominato *Losses* e rappresenta le perdite economiche legate al clima con unità di misura euro pro capite.

²⁶ Dataset disponibile online:

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_40/default/table?lang=en&category=sdg.sdg_13

Tabella 6 - Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Losses

Losses	2020	2021
b: break in time series	0	0
e: estimate	0	0
be: break in time series, estimated	0	0
bp: break in time series, provisional	0	0
ep: estimated, provisional	0	0
p: provisional	0	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

4.1.3 Popolazione coperta dai firmatari del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia

Questo indicatore è presente nel *dataset Eurostat Population covered by the Covenant of Mayors for Climate & Energy signatories (source: Covenant of Mayors)* con *data code sdg_13_60*²⁷, l'ultimo aggiornamento risale a gennaio 2024. Misura il numero di persone e la percentuale di popolazione coperta dal Patto dei sindaci per Stato membro, come rapporto tra la popolazione delle città che hanno firmato in un paese e la popolazione totale di quel paese. Sono esclusi i firmatari del Patto dei Sindaci con stato "in sospeso/sospeso". L'Unione Europea ha sostenuto l'iniziativa Patto dei sindaci per il clima e l'energia nel 2008 e tutti i governi che hanno aderito "si impegnano volontariamente ad attuare gli obiettivi

²⁷ Dataset disponibile online:

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_60/default/table?lang=en&category=sdg.sd_g_13

*climatici ed energetici dell'UE*²⁸, cercando di incrementare l'opinione pubblica sulle misure per contrastare la crisi climatica e il sostegno alle attività locali mediante la creazione di reti collaborative tra stati²⁹. L'indicatore si basa su dati provenienti dal Patto dei Sindaci per il clima e l'energia e il fornitore è il Centro comune di ricerca, i dati sono forniti con frequenza annuale. Per la creazione dell'indice sono stati selezionati tutti i valori degli anni 2020 e 2021 per i 18 paesi espressi in precedenza. L'indicatore Popolazione ricoperta dai firmatari del Patto dei sindaci per il clima e l'energia è nominata *Popcovered* e non presenta alcun dato mancante per gli anni selezionati. Osservando la tabella 7 si nota che al 2021 è presente un dato con serie temporale interrotta per la Repubblica Ceca e un dato con serie temporale interrotta provvisoria per il Portogallo. Per i dati relativi sia alla Romania che alla Polonia, per entrambi gli anni, sono state utilizzate rispettivamente delle stime e delle stime provvisorie mentre i dati della Francia per entrambi gli anni sono dati provvisori.

²⁸ Rif: <https://eu-mayors.cc.europa.eu/en/about>, ultimo accesso 20 gennaio 2024

²⁹ Rif: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/eu-adaptation-policy/covenant-of-mayors/covenant-of-mayors>, ultimo accesso 20 gennaio 2024

Tabella 7- Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore Popcovered

Popcovered	2020	2021
b: break in time series	0	1
e: estimate	1	1
be: break in time series, estimated	0	0
bp: break in time series, provisional	0	1
ep: estimated, provisional	1	1
p: provisional	1	1

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

4.1.4 Quota di energia rinnovabile nel consumo energetico finale lordo

L'indicatore è presente nel *dataset* di Eurostat *Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector* con *data code* *sdg_07_40*³⁰ e l'ultimo aggiornamento risale a febbraio 2024. L'indicatore esprime la quota di consumo di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia secondo la Direttiva sulle energie rinnovabili. Il consumo finale lordo di energia corrisponde all'energia utilizzata dai consumatori finali (consumo energetico finale) più le perdite di rete e l'autoconsumo delle centrali elettriche. I dati sono forniti dal Sistema Statistico Europeo ESS, per tutti i paesi UE con frequenza annuale. È espresso in percentuale

³⁰ Dataset disponibile online:

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_40/default/table?lang=en&category=sdg.sd_g_13

ed è possibile osservare le quote percentuali di consumo di energia rinnovabile sul consumo finale lordo di energia in base al settore trasporti, elettrico e riscaldamento e raffrescamento. Per lo studio è stato selezionato questo indicatore con unità di misura percentuale senza specificare il settore, con lo scopo di mantenere la coerenza con i target rilevati. È stato nominato *Renewable* ed è stato selezionato per gli anni 2020 e 2021 per i 18 Paesi espressi in precedenza. La Tabella 8 mostra che il *dataset* è completo senza la necessità di effettuare stime o utilizzare dati provvisori, non è presente alcuna serie temporale interrotta e non vi sono dati mancanti.

Tabella 8- Informazioni aggiuntive sui dati dell'indicatore *Renewable*

Renewable	2020	2021
b: break in time series	0	0
e: estimate	0	0
be:break in time series, estimated	0	0
bp: break in time series, provisional	0	0
ep: estimated, provisional	0	0
p: provisional	0	0

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

4.1.5 Target

Come espresso in precedenza la metodologia utilizzata per la sintesi degli indicatori è il Metodo Tassonomico di Wroclaw, il quale si basa sulla distanza da una unità ideale che in questo studio è rappresentata dal *target* di raggiungimento degli impegni climatici prefissati al 2030. La ricerca del *target* è stata molto onerosa in quanto gli obiettivi espressi nella maggior parte delle politiche UE riportano valori aggregati per l'Unione, ad esempio, la riduzione delle emissioni del 55% al 2030 e il raggiungimento della “*quota di energia rinnovabile nel consumo energetico complessivo dell'UE al 42,5% entro il 2030, con un ulteriore aumento indicativo del 2,5% per consentire il raggiungimento dell'obiettivo del 45%*”³¹. Al fine di fare emergere le performance dei singoli stati membri, non sarebbe stato consono misurare la distanza delle loro performance con gli obiettivi globali attribuiti alla performance dell'intera Unione Europea, in quanto non tutti gli stati dispongono dei medesimi mezzi e la situazione di partenza di ognuno di questi influisce sul risultato. Tuttavia, all'interno dei Piani Nazionali Integrati per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC) presentati all'anno 2019, è stato possibile riscontrare delle soglie di raggiungimento degli obiettivi climatici ed energetici al 2030 per ciascun stato membro. In particolare, tramite la consultazione dei PNIEC, sono stati ricavati i *target* per gli indicatori *Emission* e *Renewable* mentre per i *target* degli altri due

³¹ Rif: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/renewable-energy-council-adopts-new-rules/>, 2023

indicatori (*Popcovered e Losses*) è stato utilizzato un ragionamento deduttivo, soggettivo e consono al raggiungimento degli obiettivi climatici prestabiliti.

In merito ai *target* ricavati dai PNIEC, sono stati consultati i documenti PNIEC ufficiali presentati nel 2019 per due motivazioni: da un lato, l'ultima revisione dei Piani al 2023 non era presente per tutti gli stati inclusi nello studio e dall'altro lato, analizzando esclusivamente gli indicatori agli anni 2020 e 2021, è risultato più coerente osservare la documentazione prodotta precedentemente agli anni selezionati, la quale ha l'obiettivo di muovere le politiche da quel momento in avanti. I PNIEC di tutti gli stati membri sono consultabili al sito della Commissione Europea³². Per l'indicatore *Emission*, quindi, sono stati utilizzati i *target* rinvenuti nei Piani dei 18 stati selezionati; a differenza del *target* europeo di riduzione emissioni che viene comparato ai livelli del 1990, in questo caso, nei PNIEC il *target* di riduzione di emissioni è costruito rispetto l'anno 2005. Per questo motivo tutti i valori dell'indicatore *Emission* sono stati rappresentati come percentuale di riduzione di emissioni di CO2 rispetto l'anno di riferimento 2005, così da omogenizzare il dato con il rispettivo *target*. Per quanto riguarda l'indicatore *Renewable*, la ricerca del *target* è stata differente. Inizialmente, sono stati estrapolati tutti i *target* dichiarati nel PNIEC e successivamente sono stati ricavati i *target* anche dal regolamento sulla Governance dell'Unione dell'energia

³² <https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans>

(2018/1999/UE). Il regolamento “*stabilisce la necessaria base legislativa per una governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima affidabile («meccanismo di governance»), inclusiva, efficace sotto il profilo dei costi, trasparente e prevedibile che garantisca il conseguimento degli obiettivi e dei traguardi a lungo termine fino al 2030 dell'Unione dell'energia*” (Parlamento Europeo e Commissione Europea, 2018). All’interno del regolamento, all’allegato II, è presentata una formula per stimare il contributo nazionale degli stati membri in merito alla quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale di energia lordo nel 2030. Come mostrato dalla Tabella 9, i *target* ricavati per l’indicatore *Renewable* sono stati creati scegliendo il migliore *target*, inteso come più ambizioso, tra quelli dichiarati nel PNIEC e quelli stimati dalla formula all’allegato II del regolamento sulla Governance. Un’ulteriore considerazione è rivolta ai *target* di *Renewable* per Paesi Bassi e Austria: nel PNIEC i *target* sono espressi con un range, in questi due casi è stato scelto il *target* derivante dalla formula del regolamento sulla Governance affinché si potesse utilizzare una osservazione puntuale. Relativamente agli indicatori *Popcovered* e *Losses* il ragionamento è stato differente. Non è stato possibile rinvenire alcuna soglia circa questi due indicatori ma è stato possibile effettuare due considerazioni deducibili. *Popcovered* esprime la percentuale di popolazione coperta dal Patto dei Sindaci per il clima e l’energia e quindi si intuisce che maggiore sia la percentuale di popolazione coperta, maggiore sarà l’interesse dichiarato dalle città ad attuare gli Obiettivi dell’Agenda

2030 in ambito di clima ed energia. Il *target*, quindi, rappresenta il massimo di copertura possibile ovvero l'ottimo, pari al 100% per tutti i paesi UE. Viceversa, per quanto concerne l'indicatore *Losses*, lo scenario di ottimo teorico che gli stati dovrebbero raggiungere, è quello per cui non saranno più presenti eventi dannosi scaturiti dal cambiamento climatico, perciò, non dovrebbero verificarsi perdite economiche legate al clima. Ragionando su questo scenario si è deciso di stabilire il *target* per l'indicatore *Losses* pari zero per tutti gli stati membri.

Tabella 9 - Rilevamento target per tutti gli indicatori

Cod	Stati	EMISSION	RENEWABLE			POPCOVERED	LOSSES
		Dichiarate nel PNIEC	Dichiarate nel PNIEC	Stimate dal regolamento UE 2018/1999	Combinazione miglior target	Deduttivo	Deduttivo
BE	Belgium	-35%	18%	25%	25%	100%	0%
BG	Bulgaria	0%	25%	27%	27%	100%	0%
CZ	Czechia	-14%	20.8%	23%	23%	100%	0%
DE	Germany	-38%	30%	30%	30%	100%	0%
GR	Greece	-14%	31%	31%	31%	100%	0%
ES	Spain	-26%	42%	32%	42%	100%	0%
FR	France	-36%	32%	33%	33%	100%	0%
IT	Italy	-33%	30%	30%	30%	100%	0%
LU	Luxembourg	-40%	23%	22%	23%	100%	0%
NL	Netherlands	-36%	27-35%	26%	26%	100%	0%
AT	Austria	-36%	45-50%	46%	46%	100%	0%
PL	Poland	-7%	21%	25%	25%	100%	0%
PT	Portugal	-17%	47%	42%	47%	100%	0%
RO	Romania	-2%	31%	34%	34%	100%	0%
SI	Slovenia	-15%	27%	37%	37%	100%	0%

SK	Slovakia	-12%	18%	24%	24%	100%	0%
FI	Finland	-39%	50%	51%	51%	100%	0%
SE	Sweden	-40%	65%	64%	65%	100%	0%

Elaborazione propria su informazioni PNIEC

4.1.6 Statistiche descrittive

Circoscrivendo lo studio ai 4 indicatori selezionati *Emission*, *Popcovered*, *Losses* e *Renewable* per i 18 paesi dell'Unione Europea negli anni 2020 e 2021, il *dataset* costruito è mostrato in allegato A1 con annesse le ultime 4 colonne rappresentati i *target* per ogni variabile.

Tabella 10- Statistiche descrittive per il 2020

	<i>Emission</i>	<i>Popcovered</i>	<i>Losses</i>	<i>Renewable</i>
Media	-30,359	41,922	26,987	24,353
Errore standard	2,375	5,749	6,166	2,891
Mediana	-30,630	34,500	20,305	20,790
Moda	#N/D	74,600	#N/D	#N/D
Deviazione standard	10,075	24,393	26,162	12,264
Varianza campionaria	101,507	595,021	684,427	150,406
Curtosi	0,497	-0,657	2,643	3,355
Asimmetria	0,689	0,615	1,524	1,784
Intervallo	38,280	85,500	100,260	48,425
Minimo	-44,950	7,300	0,870	11,699
Massimo	-6,670	92,800	101,130	60,124
Somma	-546,460	754,600	485,770	438,362
Conteggio	18,000	18,000	18,000	18,000
ME (95,0%)	5,010	12,130	13,010	6,099

Elaborazione propria su dati EUROSTAT

La statistica descrittiva (Tab.10) di *Emission* mostra, per entrambi gli anni, una media negativa la quale, nel complesso, indica un risultato positivo in termini di riduzione percentuale di emissioni di CO₂, tuttavia, in media, la riduzione di emissioni nell'anno 2020 è stata maggiore rispetto all'anno 2021.

Tabella 11- Statistiche descrittive per il 2021

	<i>Emission</i>	<i>Popcovered</i>	<i>Losses</i>	<i>Renewable</i>
Media	-26,7556	43,2889	114,7500	23,9639
Errore standard	2,8345	5,9319	54,7227	2,9780
Mediana	-28,8175	35,4500	25,4300	19,4210
Moda	#N/D	#N/D	0,2900	#N/D
Deviazione standard	12,0257	25,1668	232,1689	12,6348
Varianza campionaria	144,6183	633,3693	53902,4136	159,6377
Curtosi	0,8841	-0,7712	9,2284	4,4786
Asimmetria	1,0203	0,5859	2,9488	2,0005
Intervallo	44,5758	87,3000	925,5000	50,9560
Minimo	-42,6710	7,2000	0,0000	11,7300
Massimo	1,9048	94,5000	925,5000	62,6860
Somma	-481,6015	779,2000	2065,5000	431,3510
Conteggio	18,0000	18,0000	18,0000	18,0000
ME(95,0%)	5,9803	12,5152	115,4549	6,2831

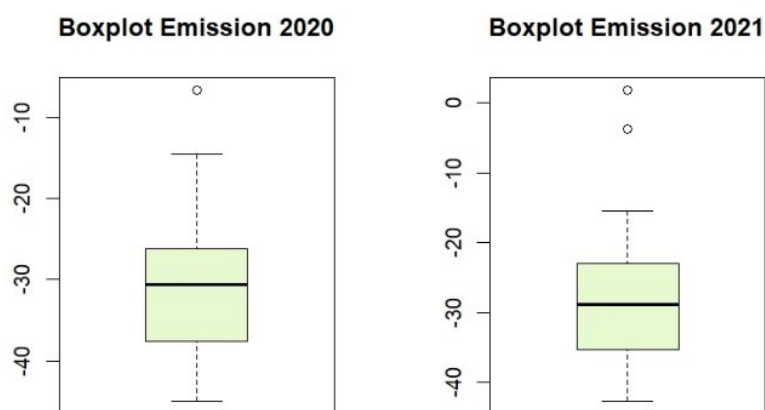
Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Una motivazione che potrebbe essere indagata è quella dell'effetto COVID19 poiché, come espresso nel Capitolo 1, grazie alla pandemia si è riscontrata una notevole diminuzione di emissioni nell'anno 2020 che, essendo temporanea, ha poi

prodotto un effetto rimbalzo nel 2021 con la graduale riapertura. Per quanto riguarda la variabilità dei dati, è possibile osservare che la deviazione standard è pari al 10% nel 2020 e 12% nel 2021 e quindi si può affermare che c'è una significativa variabilità tra le performance di riduzione degli stati membri, probabilmente dovuta dalle politiche singolarmente adottate dagli stati stessi, dallo stato dell'arte in materia di riduzione di emissioni, dallo sviluppo economico e tecnologico e dalla ripresa dalla pandemia. In merito alla distribuzione dei dati, la curtosi ha un valore positivo in entrambi gli anni, si può affermare che la distribuzione non è campanulare ma appuntita e le osservazioni sono concentrate attorno alla media dimostrando che gli stati hanno avuto un comportamento simile nella riduzione di emissioni. L'aumento della curtosi per i dati dell'anno 2021 rispetto quelli del 2020 deve essere contestualizzata in base alle situazioni politiche e sociali e anche in questo caso, l'incremento potrebbe esser associato all'effetto COVID19. Il paese che ha ridotto maggiormente le emissioni in entrambi gli anni è il Lussemburgo e quello che detiene il valore minimo di riduzione per entrambi gli anni, invece, è la Polonia. È possibile osservare la distribuzione dei dati tramite i *boxplot* in figura 11. Il valore medio dell'indicatore *Popcovered*, pari a 42% nel 2020 e 43% nel 2021, mostra che meno della metà della popolazione del campione ha deciso apertamente di impegnarsi per raggiungere gli obiettivi climatici ed energetici, tuttavia, la media è influenzata dai valori estremi, infatti, per alcuni paesi la percentuale di copertura della popolazione è molto alta raggiungendo picchi

massimi di 92,8% per il 2020 e 94,5% per il 2021 (Belgio) e picchi minimi pari a 7,3% e 7,2% per il Lussemburgo.

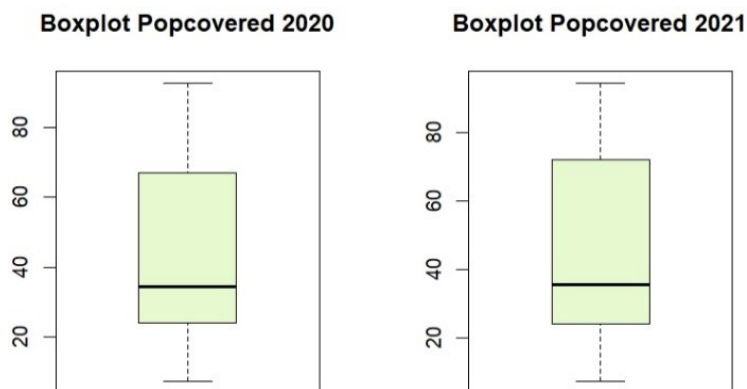
Figura 11- Boxplot indicatore Emission 2020 e 2021



Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Il *boxplot* in figura 12 mostra che la distribuzione è asimmetrica e i dati si concentrano al di sopra della mediana quindi la maggior parte dei Paesi selezionati ha una percentuale di popolazione coperta dal patto dei sindaci maggiore del 35%.

Figura 12- Boxplot indicatore Popcovered 2020 e 2021

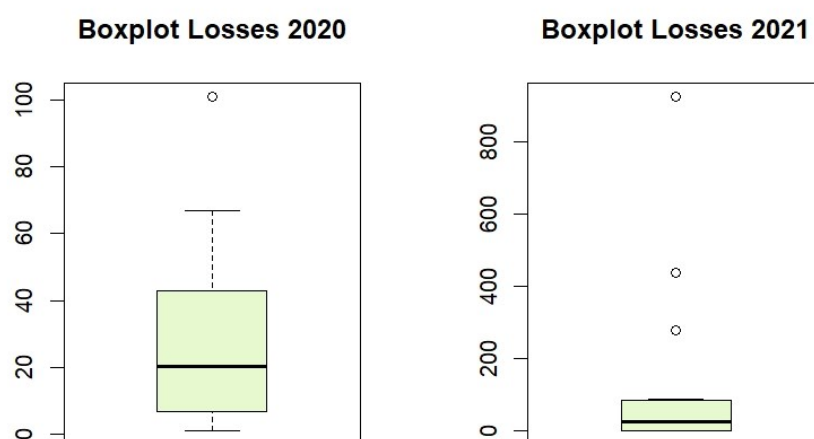


Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Per quanto riguarda l'indicatore *Losses*, la media dei due anni presenta una variazione significativa, nel 2021 è aumentata circa quattro volte tanto rispetto al 2020. Per quanto riguarda la variabilità dei dati, anche questa è aumentata ed è significativamente alta per l'anno 2021. Si può osservare un incremento di tutte le statistiche descrittive dall'anno 2020 al 2021. Questo incremento potrebbe essere dovuto dalla presenza di un valore estremo che, per questo indicatore, è il dato del Belgio al 2021, il quale ha registrato perdite economiche legate al clima molto alte pari a 925.50 euro pro capite, rispetto tutti gli altri stati. Nel *boxplot* in figura 13 si nota che sono presenti altri *outliers*: nel 2020 il valore anomalo si riferisce alla Grecia che ha subito perdite economiche legate al clima pari a 101.13 euro pro capite mentre nel 2021 si presentano tre *outliers*, il più alto è quello per il Belgio (925.50 euro pro capite) a seguire il valore della Germania (437,44 euro pro capite)

e il Lussemburgo (279,66 euro pro capite). I Paesi che, invece, hanno registrato minor perdite economiche legate al cambiamento climatico sono la Bulgaria all'anno 2020 con 0,87 euro pro capite e la Slovenia nel 2021 la quale non ha registrato alcuna perdita economica legata al clima ed è l'unico Paese con il valore nullo.

Figura 13 - Boxplot indicatore Losses 2020 e 2021

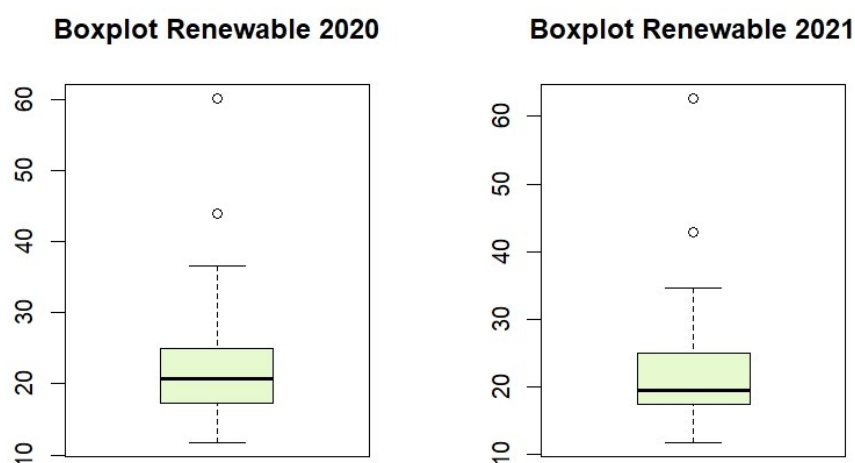


Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Relativamente all'indicatore *Renewable*, le statistiche descrittive di entrambi gli anni possono considerarsi simili e prive di variazioni rilevanti. Anche per questo indicatore è possibile affermare che c'è una significativa variabilità tra le quote destinate all'energia rinnovabile nel consumo energetico finale, le motivazioni da considerare potrebbero essere le medesime esposte per l'indicatore *Emission*.

Dal *boxplot* in figura 14 emerge che sono presenti due valori anomali che corrispondono, per entrambi gli anni, ai paesi nordici Svezia e Finlandia, entrambi pionieri in Europa per l'utilizzo di fonti rinnovabili e che si affidano all'energia eolica ed idroelettrica³³. Dalle statistiche descrittive emerge che l'indicatore non è distribuito normalmente e in figura 13 è possibile notare che, dal 2020 al 2021, l'asimmetria è aumentata e la maggior parte dei paesi ha destinato più del 19% di energia rinnovabile nel consumo finale.

Figura 14 - *Boxplot* indicatore Renewable 2020 e 2021



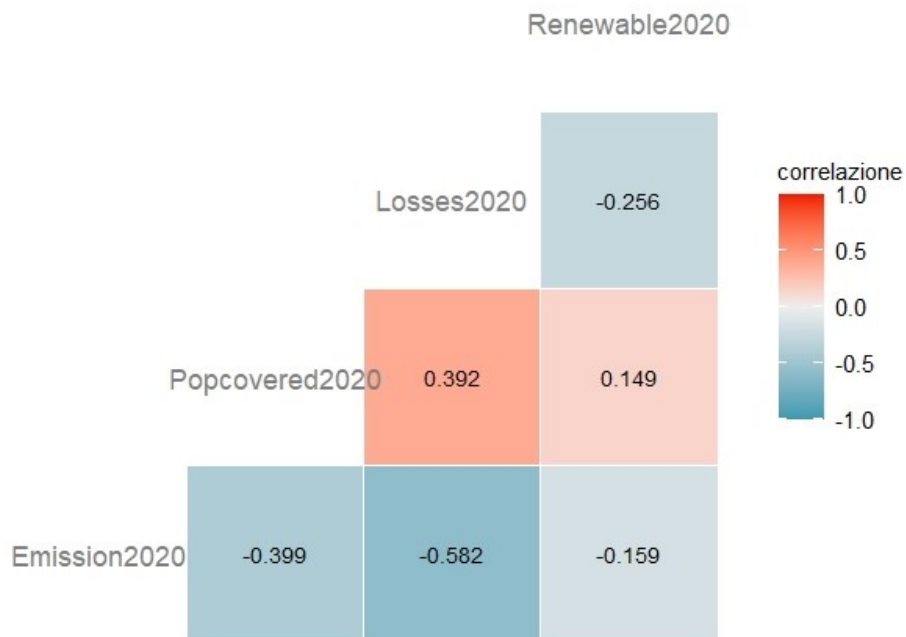
Elaborazione propria su dati EUROSTAT

³³ Rif: <https://it.euronews.com/green/2024/01/10/energie-rinnovabili-ecco-i-paesi-che-le-usano-di-piu-in-europa> , 2024

4.2 Analisi multivariata

Per comprendere meglio le relazioni tra i quattro indicatori e la struttura dei dati, in figura 15 è possibile osservare la matrice delle correlazioni per entrambi gli anni. Non ci sono indicatori fortemente correlati tra di loro in quanto il valore delle correlazioni è contenuto, inoltre le correlazioni rimangono simili per entrambi gli anni.

Figura 15- Matrice delle correlazioni 2020 e 2021

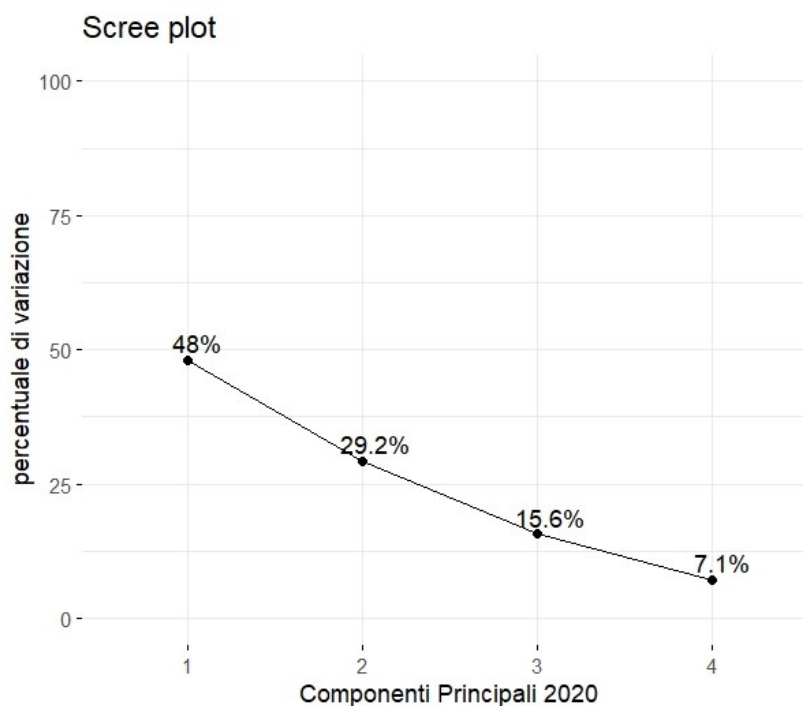




Elaborazione propria su dati EUROSTAT

Gli *screepplot* in figura 16 e 17 mostrano i risultati dell'analisi delle componenti principali. È evidente che le prime due componenti principali (*Emission* e *Popcovered*) sono in grado di spiegare una considerevole percentuale di varianza di circa l'80% per entrambi gli anni considerati. Sebbene queste siano in grado di sintetizzare la maggior parte delle informazioni contenute nei quattro indicatori, è rimarchevole puntualizzare che gli indicatori *Losses* e *Renewable*, spiegano circa il 25% della varianza del modello per cui potrebbero contenere delle informazioni utili per la descrizione del fenomeno.

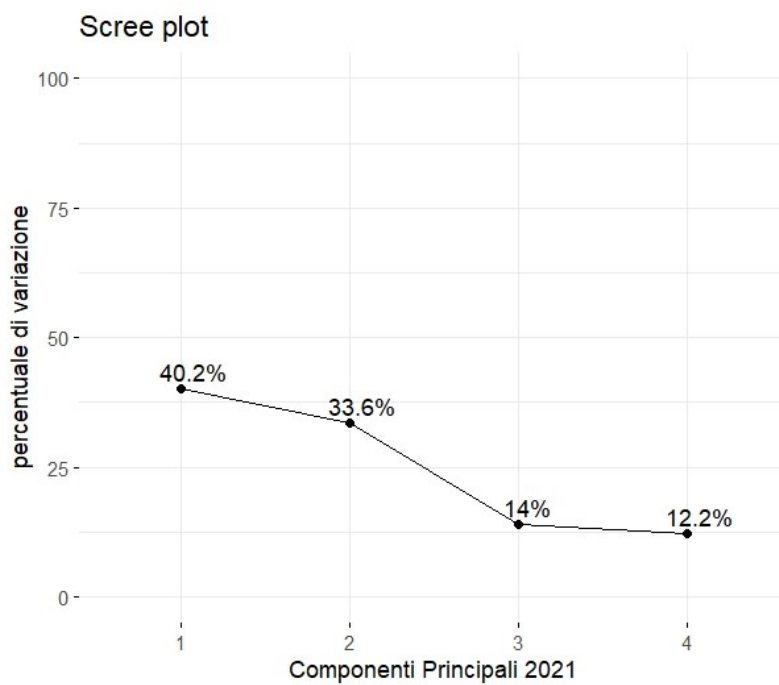
Figura 16- Risultati della PCA per l'anno 2020



Elaborazione propria su dati EUROSTAT

L'approccio iniziale sulla scelta degli indicatori per creare l'indice è stato quello di includere tutti gli indicatori proposti da Eurostat per monitorare l'andamento dell'Obiettivo 13, per questo motivo la sintesi includerà tutti e 4 gli indicatori selezionati.

Figura 17- Risultati della PCA per l'anno 2021



Elaborazione propria su dati EUROSTAT

4.3 Metodologia

4.3.1 Metodo Tassonomico di Wroclaw

Il Metodo Tassonomico di Wroclaw (WTM) è una metodologia di aggregazione che può essere applicata per la creazione di un indice composito. È stato creato da un gruppo di matematici polacchi all'inizio degli anni '50 e deve il suo nome al luogo in cui è stato progettato, ovvero, la Scuola Economica di Wroclaw. È un metodo in grado di ovviare alla sostituibilità degli indicatori poiché non è compensativo e “*si basa sulla distanza da un'unità ideale nello spazio euclideo*” (Istat, 2023). L'utilizzo dell'unità ideale è un fattore interessante per la costruzione di un indice, poiché questa può essere intesa come un traguardo da raggiungere. Nella misurazione del benessere e soprattutto nella sostenibilità, spesso si inseguono *benchmark* teorici e *benchmark* derivanti da *policy* e l'utilizzo dell'unità ideale si avvicina molto a questo concetto, inoltre, permette la classificazione delle unità statistiche in base alla loro distanza dall'unità ideale facendo emergere la loro performance rispetto ad un punto di ottimo (Ermini et al., 2023). Nonostante questo metodo sia stato introdotto negli anni '50, recentemente ha riscosso notevole interesse tra gli studiosi, i quali lo hanno applicato nel campo della sostenibilità. Tra questi Feldmeyer et al. hanno creato un indice di resilienza climatica e gli indicatori aggregati con il WTM sono stati considerati i migliori in questo campo (Feldmeyer et al., 2020). Questa metodologia è molto utile qualora si vogliano

effettuare comparazioni, ad esempio, a livello territoriale e per effettuare delle analisi spazio-temporali anche in presenza di un campione con unità statistiche variabili poiché presenta molteplici vantaggi. “*Se viene aggiunto un nuovo anno, i valori degli indici per gli anni precedenti non cambiano, questo è vero anche se viene aggiunta una nuova unità territoriale, i cui valori delle variabili sono inferiori o uguali ai valori di riferimento*” (Ermini et al., 2023). Per quanto riguarda l'utilizzo dell'unità ideale, non vi è mai stato un forte consenso, ma secondo molti studiosi è proprio l'utilizzo dell'unità ideale ad essere il vantaggio principale della metodologia in quanto permette di analizzare con semplicità le differenze tra le unità statistiche selezionate nel tempo. Seguendo le fasi per la creazione di un indicatore composito espresse in precedenza, una volta normalizzati i dati si procede con il metodo di aggregazione, nel caso del WTM il primo passaggio è la scelta dell'unità ideale. A seguire, per ogni unità e per ciascun orizzonte temporale, si calcola la distanza euclidea tra i valori normalizzati e l'unità ideale, questa è espressa come z_{oj} (Eq.6) e sarà pari al massimo $max(z_{ij})$ o al minimo $min(z_{ij})$ in base alla polarità dell'indicatore, rispettivamente positiva o negativa.

$$(Eq.6) \quad D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^k (z_{ij} - z_{oj})^2}$$

L'indicatore di Wroclaw viene definito come segue (Eq.7):

$$(Eq.7) \quad W_i^t = \frac{d_i^t}{d^t + 2\sigma(d^t)}$$

Dove d^t rappresenta la media aritmetica di tutte le distanze tra l'unità ideale e l'unità statistica (Eq.8) e 2σ rappresenta la deviazione standard delle distanze (Eq.9).

$$(Eq.8) \quad d^t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^t$$

$$(Eq.9) \quad \sigma(d^t) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i^t - d^t)^2}$$

4.3.2 Applicazione Metodo Tassonomico di Wroclaw e modifiche

In questo studio, si vuole indagare quanto gli stati europei siano distanti dal raggiungere gli obiettivi climatici prefissati in relazione all'SDG 13.

Per la sintesi degli indicatori, è stato scelto il Metodo Tassonomico di Wroclaw in quanto è in grado di fare emergere la distanza da una unità ideale che, in questo caso, è rappresentata dai *target* espressi precedentemente nella Tabella 9.

La creazione di questo indice non necessita di alcuna normalizzazione in quanto i valori degli indicatori elementari sono espressi nella stessa unità di misura del *target* selezionato, eccetto per l'indicatore *Losses*, a tal proposito, questo è stato normalizzato tramite metodo min-max (Eq.10) in un valore compreso nel range che va da 0 a 100.

$$(Eq.10) \quad X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i(x_{ij})}{\min_i(x_{ij}) - \max_i(x_{ij})}$$

Nel WTM l'unità ideale è espressa con un valore fisso ovvero il massimo o il minimo valore per ogni indicatore ma in questo caso sono state apportate delle modifiche in quanto l'unità ideale, espressa dai *target*, è variabile. Ciò significa che ogni paese europeo è associato al proprio *target* di raggiungimento, per cui l'unità ideale del primo indicatore sarà composta da un vettore colonna che contiene tante unità ideali quanti sono gli stati europei inclusi nello studio. Per gli indicatori *Emission* e *Renewable*, infatti, sono presenti bene 36 *target*, 18 per *Emission* e 18 per *Renewable*, mentre per quanto riguarda *Losses* il valore dell'unità ideale è condiviso da tutti gli stati ed è pari a 0 e per *Popcovered* pari a 100. La modifica effettuata al WTM risiede proprio nel fatto che non è stata utilizzata una unità ideale fissa ma variabile, questa scelta ovviamente ha delle implicazioni operative e non. La prima riguarda l'utilizzo della distanza euclidea, la quale non considera il segno dei valori e le distanze ottenute sono definite come entità positive, quindi se l'indicatore di un paese ha già raggiunto il proprio obiettivo con un dato scostamento positivo, l'applicazione della distanza euclidea, classificherà questa distanza uguale a quella di un altro paese che non ha raggiunto l'obiettivo per lo stesso scostamento (scostamento negativo), penalizzando lo stato che ha già superato il *target*. Per ovviare a questa situazione, a tutti i paesi che hanno già

superato il proprio *target* è stato imputato il valore del *target* stesso in modo tale da ottenere 0 (Eq.11).

$$(Eq.11) \quad \begin{cases} \text{se } x_{ij} \geq t_{ij} & \text{allora } x_{ij} = t_{ij} \\ \text{se } x_{ij} < t_{ij} & \text{allora } x_{ij} = x_{ij} \end{cases}$$

Dove x_{ij} è il valore dell'indicatore j del paese i e t_{ij} è il valore del *target* dell'indicatore j per il paese i . Il superamento del *target* non è sempre espresso con segno maggiore uguale, questo è il caso degli indicatori *Emission e Losses*, per i quali l'Eq.11 va riadattata al caso specifico, in quanto il raggiungimento implica che l'indicatore assuma un valore minore del *target* per cui:

$$\begin{cases} \text{se } x_{ij} \leq t_{ij} & \text{allora } x_{ij} = t_{ij} \\ \text{se } x_{ij} > t_{ij} & \text{allora } x_{ij} = x_{ij} \end{cases}$$

Il calcolo dell'indice è stato svolto con il *software* R, tuttavia, modificando la metodologia non è stato possibile utilizzare le funzioni predisposte dal *software* per l'aggregazione secondo il WTM, a tal proposito sono stati svolti singolarmente tutti i passaggi necessari affinché si potesse considerare la distanza tra il valore dell'indicatore e il suo *target* invece che il valore massimo o minimo. È possibile consultare il codice di R in appendice.

Una volta attribuiti i valori agli indicatori secondo il criterio dimostrato, è stata possibile calcolare D_i come segue (Eq.12):

$$(Eq. 12) D_i = \sqrt{\sum_j^k (x_{ij} - t_{ij})^2}$$

Per la composizione della Eq. 12, il primo step è stato quello di creare una matrice contenente tutte le distanze al quadrato tra il valore dell'indicatore e i rispettivi *target*, per ciascun paese. In seguito per ogni paese sono state sommate tutte le distanze e poste sotto radice, in questo modo è stato possibile ottenere il nominatore per comporre l'indice secondo il WTM espresso nell'equazione 7.

I passaggi successivi sono stati quelli espressi nelle equazioni 8 e 9, ovvero è stata calcolata la media aritmetica e la deviazione standard di tutte le distanze per poter comporre l'Indice come segue:

$$W_i^t = \frac{d_i^t}{d^t + 2\sigma(d^t)}$$

Il calcolo è stato ripetuto per l'anno 2020 e 2021.

4.4 Risultati

Con la metodologia espressa al paragrafo 4.3 è stato possibile ottenere l'indice composito in grado di misurare la distanza dal raggiungimento degli obiettivi climatici, in relazione all'Obiettivo 13 applicato al contesto europeo.

L'indice si muoverà tra due valori ovvero 0 e 1, dove 0 rappresenta l'assenza di distanza dal raggiungimento degli obiettivi climatici prefissati e 1 rappresenta la massima lontananza dal raggiungimento degli stessi. Per cui un paese che ottiene punteggio 0 ha già raggiunto gli obiettivi climatici mentre un paese che ottiene 1 è ben lontano dal raggiungerli. In Tabella 12 sono riportati i valori dell'indice ordinati per Paese in ordine alfabetico; le statistiche descrittive (Tab.13) mostrano che l'indice è leggermente diminuito tra l'anno 2020 e 2021, infatti, la media ha subito un modesto calo dimostrando che i paesi UE hanno mediamente ridotto la distanza dal raggiungimento degli obiettivi climatici, ciò è da interpretare come un fattore positivo. Tuttavia, osservando la deviazione standard questa è leggermente aumentata facendo emergere un aumento di variabilità dei dati del 2021 rispetto quelli del 2020. Nel 2020 il Paese che è meno distante dal raggiungimento degli obiettivi climatici è il Portogallo con un punteggio di 0.332, viceversa il Paese più distante è la Grecia con 0.964. nel 2021 l'Italia è il Paese meno distante dal raggiungimento degli obiettivi climatici con un punteggio di 0.243 e il Belgio è il più distante. Per osservare le variazioni dei *ranking* dei paesi tra i due anni sono state utilizzate diverse forme. Nella tabella 14 è possibile osservare l'ordinamento

dei Paesi che va dal Paese più distante dal raggiungere gli obiettivi climatici a quello meno distante per entrambi gli anni.

Tabella 12- *Indice di distanza del raggiungimento degli obiettivi climatici. Punteggi dei Paesi*

Code	Index2020	Index2021
Austria	0,738	0,707
Belgium	0,417	0,911
Bulgaria	0,582	0,574
Czechia	0,7323	0,673
Finland	0,515	0,491
France	0,918	0,67
Germany	0,725	0,822
Greece	0,964	0,266
Italy	0,456	0,243
Luxembourg	0,893	0,886
Netherlands	0,705	0,656
Poland	0,779	0,772
Portugal	0,332	0,278
Romania	0,651	0,601
Slovakia	0,741	0,732
Slovenia	0,489	0,458
Spain	0,524	0,296
Sweden	0,473	0,463

Elaborazione propria dei risultati

Tabella 13- *Statistiche descrittive dell'Indice*

	Index2020	Index2021
Media	0,646	0,5833
Errore standard	0,043	0,0505
Mediana	0,678	0,6285
Moda	#N/D	#N/D
Deviazione standard	0,183	0,2144
Varianza campionaria	0,033	0,0460
Curtosi	-0,909	-1,0367

Asimmetria	0,097	-0,2538
Intervallo	0,632	0,6680
Minimo	0,332	0,2430
Massimo	0,964	0,9110
Somma	11,634	10,4990
Conteggio	18,000	18,0000
ME(95,0%)	0,091	0,1066

Elaborazione propria dei risultati

Tabella 14- Ranking 2020 e 2021

Codice	Paese	Index_2020	Codice	Paese	Index_2021
GR	Greece	0,964	BE	Belgium	0,911
FR	France	0,918	LU	Luxembourg	0,886
LU	Luxembourg	0,893	DE	Germany	0,822
PL	Poland	0,779	PL	Poland	0,772
SK	Slovakia	0,741	SK	Slovakia	0,732
AT	Austria	0,738	AT	Austria	0,707
CZ	Czechia	0,7323	CZ	Czechia	0,673
DE	Germany	0,725	FR	France	0,67
NL	Netherlands	0,705	NL	Netherlands	0,656
RO	Romania	0,651	RO	Romania	0,601
BU	Bulgaria	0,582	BU	Bulgaria	0,574
ES	Spain	0,524	FI	Finland	0,491
FI	Finland	0,515	SE	Sweden	0,463
SI	Slovenia	0,489	SI	Slovenia	0,458
SE	Sweden	0,473	ES	Spain	0,296
IT	Italy	0,456	PT	Portugal	0,278
BE	Belgium	0,417	GR	Greece	0,266
PT	Portugal	0,332	IT	Italy	0,243

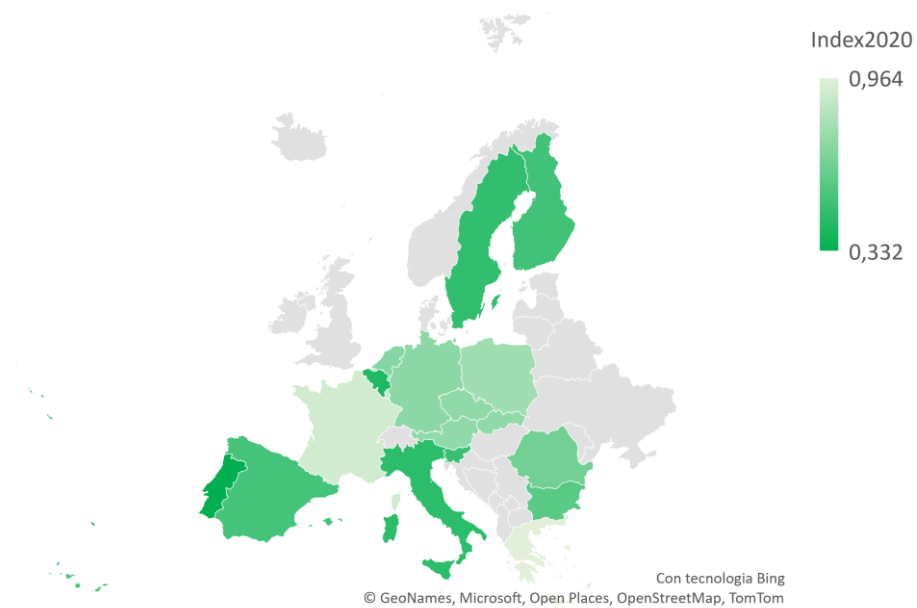
Elaborazione propria dei risultati

Le mappe geografiche in figura 18 evidenziano con una gradazione di colore verde i paesi in base al loro valore dell'indicatore. Il colore verde chiaro rappresenta i Paesi con distanze maggiori mentre il verde più intenso ed acceso i Paesi con distanze minori. Immediatamente, si nota, che la Grecia ha migliorato nettamente la sua performance tra l'anno 2020 e 2021, infatti, passa dal colore chiaro al colore intenso; anche per la Spagna si presenta un miglioramento, tuttavia, meno netto rispetto alla Grecia. Affinché possano emergere ancor meglio le variazioni dei *ranking* sui due anni, si osservi il grafico in figura 19 e lo *scatterplot* in figura 20. Nel grafico in figura 19, i codici dei paesi sono riportati in ordine decrescente per cui il primo paese rappresenta il più distante dal raggiungere i *target* climatici e viceversa. La colonna di codici a sinistra rappresenta il *ranking* dei paesi per l'anno 2020 e la colonna di destra per il 2021. Con un primo sguardo si notano due variazioni di classifica sostanziali, la prima è relativa alla Grecia che nel 2020 era ben lontana dal raggiungimento dei propri obiettivi ma nel 2021 dall'ultima posizione si classifica seconda mentre accade il contrario per il Belgio, il quale nel 2021 si discosta significativamente dagli obiettivi climatici posizionandosi come Paese più distante. I Paesi per cui è possibile rilevare una variazione positiva del *ranking* molto sostanziale sono Italia, Spagna e Francia, viceversa i Paesi che hanno peggiorato la propria posizione significativamente, scostandosi dal raggiungimento degli obiettivi, sono Germania e Belgio. Polonia, Slovacchia, Austria, Paesi Bassi, Romania, Bulgaria e Slovenia hanno mantenuto la stessa posizione diminuendo

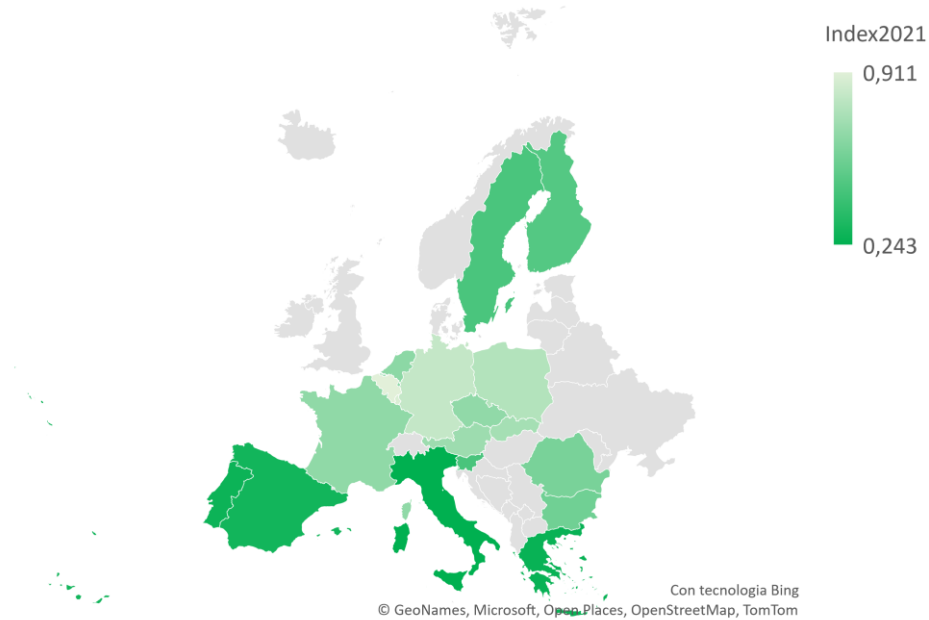
modestamente il loro punteggio e quindi avvicinandosi più agli obiettivi climatici prestabiliti. Repubblica Ceca, Lussemburgo, Finlandia e Svezia hanno registrato un leggero aumento dell'indice retrocedendo di poche posizioni e per quanto concerne i paesi nordici la motivazione potrebbe risiedere nella natura dei *target* considerati molto ambiziosi.

Figura 18 - Mappe geografiche dell'andamento dell'Indice per l'anno 2020 e 2021

Distanza dei paesi europei dal raggiungimento degli obiettivi climatici 2020



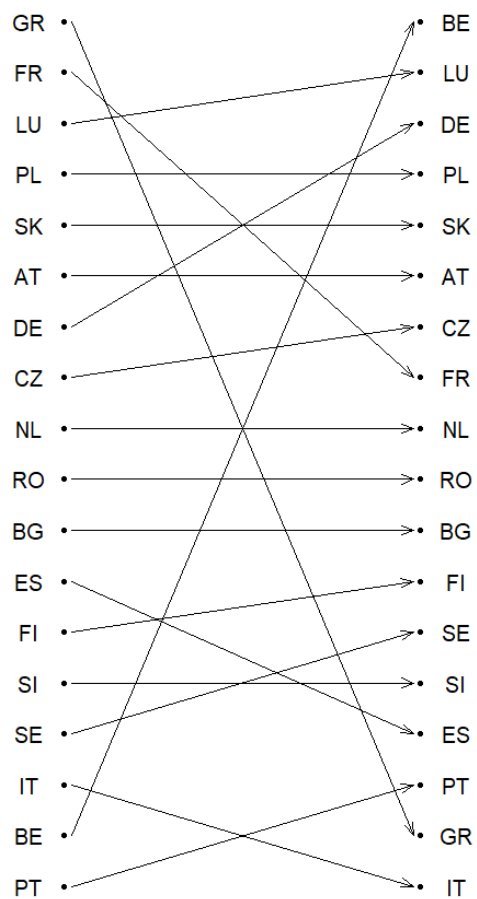
Distanza dei paesi europei dal raggiungimento degli obiettivi climatici 2021



Elaborazione propria dei risultati

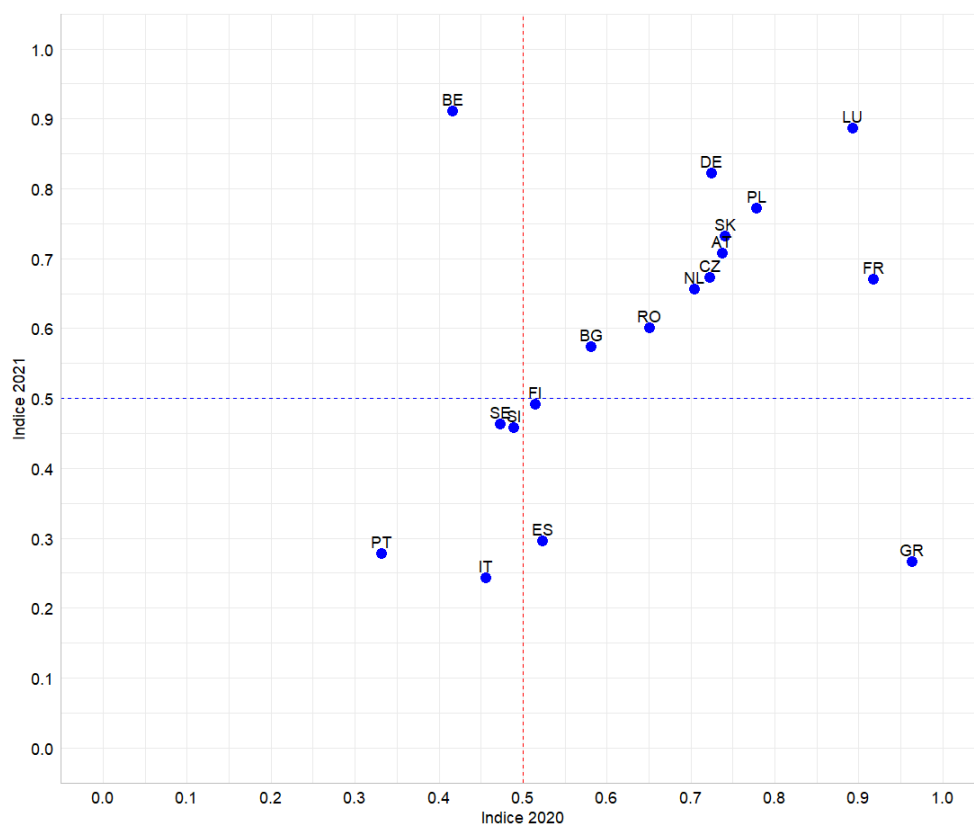
Lo *scatterplot* in figura 20 illustra la medesima situazione rappresentata nel grafico 19, l'asse delle x rappresenta il valore dell'indice 2020 e l'asse delle y il valore dell'indice al 2021. Si può individuare un primo quadrante in basso a sinistra che contiene i Paesi con le distanze minori, i quali mantengono stabile la propria performance sui due anni, qualcuno avvicinandosi sempre più al raggiungimento degli obiettivi come l'Italia e qualcuno peggiorando la propria posizione seppur mantengono un valore dell'indice basso. Viceversa, sul quadrante in alto a destra sono illustrati i Paesi che nei due anni rimangono lontani dal raggiungimento degli obiettivi climatici preposti come Lussemburgo, Germania e Polonia.

Figura 19- *Variazione dei ranking dall'anno 2020 all'anno 2021 con WTM*



Elaborazione propria dei risultati

Figura 20- Scatterplot Indice 2020 vs 2021 con WTM



Elaborazione propria dei risultati

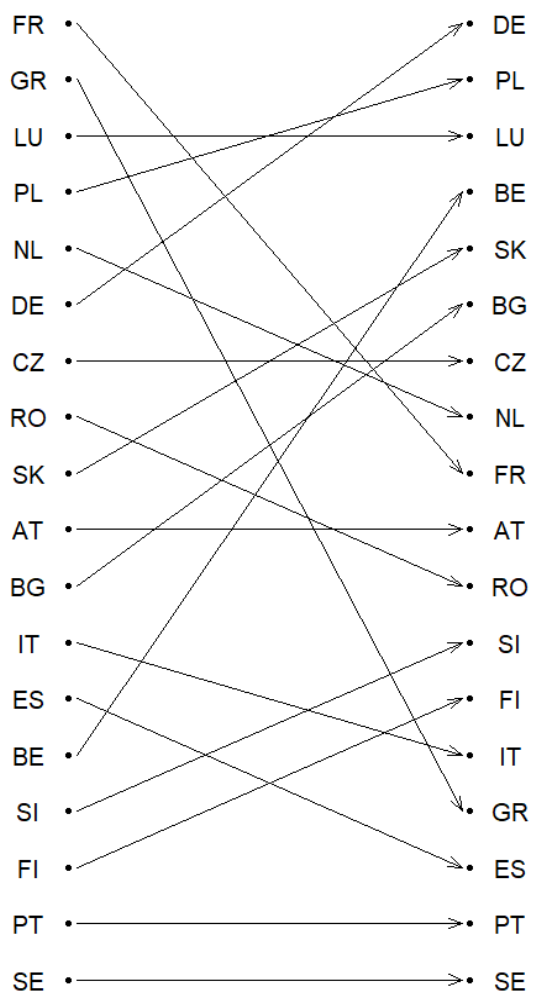
Al fine di poter effettuare delle comparazioni con la proposta di Sachs per il calcolo dell'SDG Index trattato al capitolo 2, è stato calcolato un indice con gli stessi indicatori elementari selezionati ma aggregato con la media aritmetica. In primo luogo, è stato modificato il dataset trasformando l'indicatore *Losses* con polarità

positiva ed esprimendo positivamente i valori di *Emission*. Non si necessita di alcuna normalizzazione in quanto i valori sono già espressi nella stessa unità di misura, per la pesatura si è considerata la parità di pesi ed infine per l'aggregazione è stata utilizzata la media aritmetica. L'indice ottenuto non misurerà le distanze dal raggiungimento dell'Obiettivo 13 ma misurerà più genericamente come si posizionano gli stati europei in base alla loro performance sull'Obiettivo 13 non considerando alcuna distanza dai *target*.

Un valore più alto dell'indice aggregato con la media aritmetica, indica complessivamente la presenza di una situazione migliore in merito all'Obiettivo climatico. In figura 21 è illustrato un grafico che mostra la variazione dei *ranking*, tra il 2020 e il 2021, dell'indice calcolato esclusivamente con la media aritmetica.

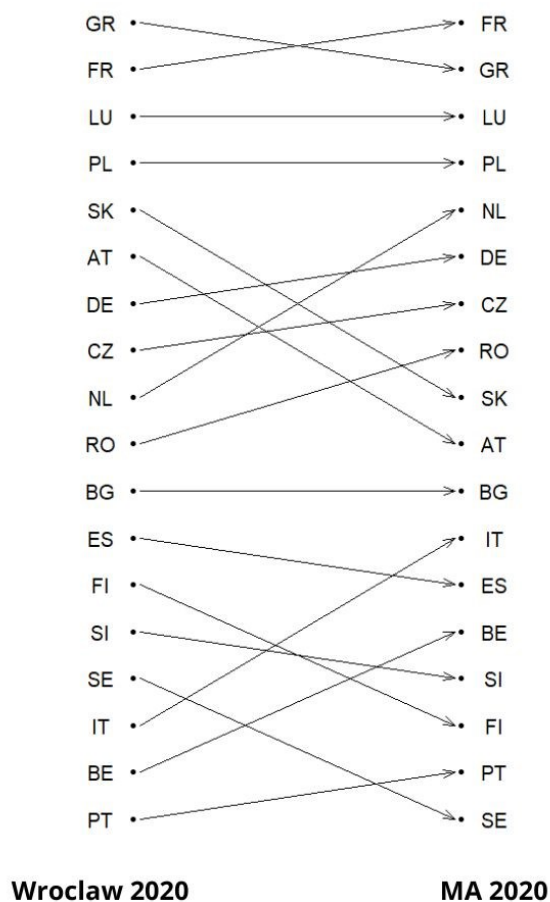
I due indici costruiti si muovono in due direzioni diverse, l'indice di Wroclaw associa a valori più vicini allo zero la performance migliore, mentre l'indice con media aritmetica viceversa. Per migliorare la comprensione ed effettuare comparazioni con l'aggregazione con il Metodo Tassonomico di Wroclaw, il codice dei Paesi in figura 21 è riportato in ordine crescente, così da avere una analogia rispetto il grafico in figura 19. I codici dei Paesi, quindi, sono riportati da quello che presenta il valore peggiore dell'indice al Paese con il migliore valore. Allo scopo di fare emergere le variazioni dei *ranking* con i diversi metodi di aggregazione si osservino i grafici in figura 22 e 23.

Figura 21- *Variazione dei ranking dall'anno 2020 all'anno 2021 con media aritmetica*



Elaborazione propria dei risultati

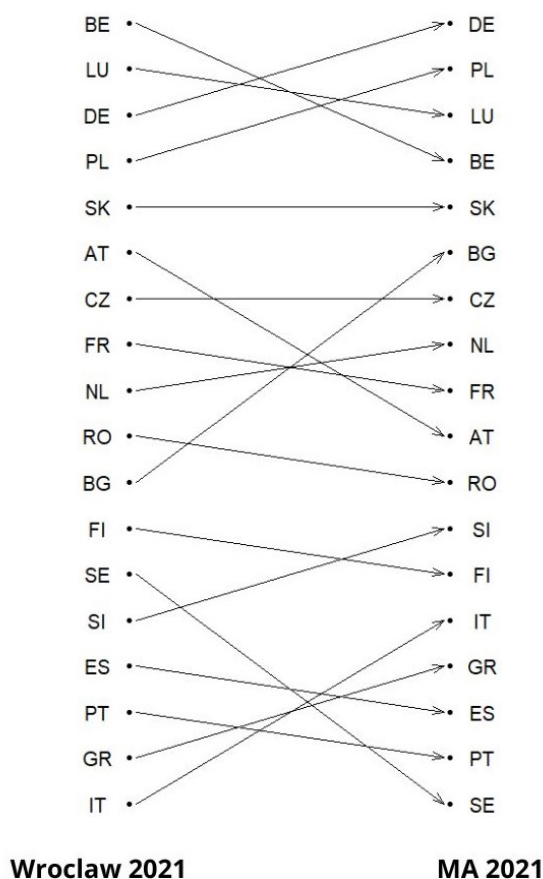
Figura 22- Variazioni dei ranking con i due metodi di aggregazione WTM e MA per il 2020



Elaborazione propria dei risultati

Le classifiche per entrambi gli anni, con i due metodi di aggregazione differenti, risultano immediatamente diverse. Osservando l’anno 2020, i Paesi che rispetto al raggiungimento dei propri obiettivi climatici, sono considerati i migliori con l’indice di Wroclaw sono Portogallo, Belgio ed Italia; tuttavia, se si considerasse un indicatore composito basato sulla media aritmetica questi Paesi non risulterebbero avere le performance migliori.

Figura 23- Variazioni dei ranking con i due metodi di aggregazione WTM e MA per il 2021



Elaborazione propria dei risultati

Nel 2020, infatti, con l'utilizzo della media aritmetica solo il Portogallo si classifica secondo mentre Italia e Belgio retrocedono rispettivamente di 4 e 3 posizioni. La situazione inversa si può notare per Slovacchia, Austria, Finlandia e Svezia; aggregando gli indicatori con la media aritmetica, questi Paesi hanno un posizionamento significativamente migliore rispetto all'aggregazione con il WTM e la Svezia si colloca persino al primo posto. La medesima situazione si ripresenta

per l'anno 2021, ad eccezione per i valori del Portogallo e i *ranking* sono significativamente differenti.

Da queste osservazioni emerge che l'indice produce risultati differenti se si considerano esclusivamente i valori degli indicatori non relazionati ai *target* individuali. Alcuni Paesi detengono persino delle performance generali migliori, per cui si può affermare che l'indice aggregato con la media aritmetica considera migliori dei Paesi che, tuttavia, rispetto ad altri, non stanno facendo abbastanza sforzi per raggiungere i propri obiettivi climatici.

Osservare la panoramica generale delle prestazioni climatiche dei Paesi è differente dall'osservare la distanza dal raggiungimento degli obiettivi climatici prefissati.

In conclusione, l'indice proposto costruito con la metodologia WTM modificata può essere funzionale per la valutazione dell'azione climatica dei Paesi europei rispetto agli obiettivi che si sono prefissati.

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Dopo aver trattato nel primo capitolo l'importanza degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, del loro monitoraggio e la multidimensionalità del cambiamento climatico, si è cercato di proporre uno strumento per la misurazione di questo fenomeno tramite la creazione di un indicatore composito. L'indice rappresenta la distanza dal raggiungimento degli obiettivi climatici ed essendo aggregato con il Metodo Tassonomico di Wroclaw con l'apporto di modifiche, necessitava della definizione di una unità ideale. La ricerca dell'unità ideale, la quale è rappresentata dai *target* climatici di tutti e 18 gli stati europei selezionati, è stata onerosa in quanto è stato necessario consultare la giusta documentazione dell'Unione per tutte e 18 le unità statistiche. L'indicatore composito ottenuto riesce simultaneamente a far emergere sia le distanze dei Paesi europei dagli impegni stabiliti per raggiungere la resilienza climatica, che fare emergere la variazione delle performance degli stati nel tempo, osservando se la distanza di raggiungimento dagli obiettivi è aumentata o diminuita. Si può assumere, quindi, che l'indice è utile ad effettuare comparazioni nel tempo e nello spazio. I dati provengono dal *set* degli indicatori di Sviluppo Sostenibile di Eurostat e l'analisi è stata condotta con il *software* statistico R e con Excel.

L'applicazione del metodo Tassonomico di Wroclaw con l'utilizzo di unità ideali variabili potrebbe essere una valida metodologia per l'aggregazione di indicatori compositi in grado di mostrare contemporaneamente le distanze di più unità statistiche che hanno *target* o benchmark differenti, tuttavia, questo studio presenta dei limiti. In primo luogo, una criticità rilevante è legata alla disponibilità dei dati, poiché il *set* di indicatori di Sviluppo Sostenibile fornito da Eurostat per l'Obiettivo 13, presenta numerosi dati mancanti. Dai dati di partenza, sono stati esclusi nove Paesi UE per insufficienza di dati e impossibilità di imputare i dati mancanti. Oltretutto sono stati esclusi anche due indicatori elementari a causa della mancanza di *target* di raggiungimento specifici per gli stati europei, i quali avrebbero potuto incidere sui punteggi finali. Essendo un indice applicabile esclusivamente al contesto europeo sarebbe interessante replicare lo studio includendo tutti i Paesi e selezionando più orizzonti temporali. Un'altra criticità riguarda l'orizzonte temporale scelto in quanto è rappresentato proprio dagli anni della pandemia e quindi i valori degli indicatori e dei risultati potrebbero essere distorti a causa dell'effetto COVID19.

Infine, l'ultima criticità può rappresentare un importante punto di partenza per estendere questo studio e riguarda il calcolo della distanza dai *target*. In questa analisi, quando l'indicatore di un paese ha già raggiunto la soglia *target*, superandola, per semplificare gli è stato imputato il valore del *target* definendo, quindi, la sua distanza dallo stesso pari a zero. In realtà sarebbe opportuno tenere

conto dei Paesi che superano la soglia poiché questi detengono una performance migliore di chi l'ha raggiunta puntualmente e vengono in un certo senso penalizzati. Negli studi futuri sarebbe interessante tenere traccia di questa considerazione per l'aggregazione degli indicatori, considerando non solo i Paesi che superano la soglia ma anche di quanto, cercando così di riflettere a 360 gradi le effettive performance detenute, le quali potrebbero influire positivamente nelle classifiche finali.

Se la grande sfida planetaria è il raggiungimento della sostenibilità, l'esplorazione di metodologia per monitorarla e misurarla lo sono ancora di più. La ricerca scientifica in questo campo è fondamentale affinché vengano creati strumenti efficaci, affidabili e di qualità per spiegare la complessità del fenomeno multidimensionale dello sviluppo sostenibile.

BIBLIOGRAFIA

Aitsi-Selmi a., Egawa S., Sasaki H., Wannous C., Murray V. 2015. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Renewing the Global Commitment to People's Resilience, Health, and Well-being. *International Journal of Disaster Risk Science* 6

ASviS. 2015. Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. Disponibile online: https://asvis.it/public/asvis/files/traduzione_ITA_SDGs_&_Targets.pdf

Barbier B., Burgess J.C. 2017. The Sustainable Development Goals and the systems approach to sustainability. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal* 11.

Bartram J., Brocklehurst C., Bradley D., Muller M., Evans B. 2018. Policy review of the means of implementation targets and indicators for the sustainable development goal for water and sanitation. *Nature Partner Journals Clean Water* 1.

Biggeri M., Clark D., Ferrannini A., Mauro V. 2019. Tracking the SDGs in an 'integrated' manner: A proposal for a new index to capture synergies and trade-offs between and within goals. *World Development*, 122.

- Butera F.M., 2021. Affrontare la complessità per governare la transizione ecologica. Milano: Edizioni Ambiente.
- Caragea N., Alexandru C. 2015. Multidimensional Nature of Climate Change. Why is the Climate Change a Social Issue? *Economics of Sustainable Development*
- Commissione Europea, Eurostat. 2023. Sustainable development in the European Union: Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context
- Ermini B., Santolini R., Ciommi M. 2023. Equitable and sustainable well-being in Italian municipalities: Do women in politics make the difference? *Socio-Economic Planning Sciences* 90
- Feldmeyer D., Wilden D., Jamshed A., Birkmann J. 2020. Regional climate resilience index: a novel multimethod comparative approach for indicator development, empirical validation and implementation. *Ecol Indicat*
- Fetting, C. 2020. The European Green Deal, ESDN Report, December 2020, ESDN Office, Vienna.
- Güdemann L., Münnich R. 2023. Quality and Sensitivity of Composite Indicators for Sustainable Development. *Austrian Journal of Statistics*, 52
- Istat. 2023. Nota metodologica per la costruzione di indici sintetici. Disponibile online: https://i.ranker.istat.it/wr_guida_notametodologica.htm

- Lafortune G., Fuller G., Moreno J., Schmidt-Traub G., Kroll C. 2018. SDG Index and Dashboards Detailed Methodological paper, Sustainable Development Solutions Network (SDSN). Disponibile online: www.sdgindex.org/reports/sdg-index-and-dashboards-2018/
- Mariani F., Ciommi M., Recchioni M.C., Lamonica G., Chelli F.M. 2022. Working with Non-Compensatory Composite Indicators: A Case Study Based on SDG for Mediterranean Countries, *Book of Short Papers*
- Mazziotta M., Pareto A. 2020. Gli indici sintetici. Giappichelli
- Mazziotta M., Pareto A., 2015, Comparing Two Non-Compensatory Composite Indices to Measure Changes over Time: a Case Study. *Statistika Statistics and Economy Journal* 95
- Mazziotta M., Pareto A. 2013. Methods for constructing composite indices: one for all or all for one? *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*
- Nazioni Unite. 2000. Dichiarazione del Millennio delle Nazioni Unite. Risoluzione adottata dalle Nazioni Unite (A/55/2), 8 settembre. Disponibile al sito Disponibile online: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/--ro-geneva/---ilo-rome/documents/genericdocument/wcms_214506.pdf

Nazioni Unite. 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Risoluzione adottata dalle Nazioni Unite (A/RES/70/1), 25 settembre. Disponibile online: <https://undocs.org/en/A/RES/70/1>

Nazioni Unite. 2021. The Sustainable Development Goals Report 2021. Report. Disponibile online: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>

Nazioni Unite. 2022. The Sustainable Development Goals Report 2021. Report. Disponibile online: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf>

Neri V. 2021. Dobbiamo fermare i cambiamenti climatici, e abbiamo due modi per farlo: le politiche di mitigazione e quelle di adattamento. Capiamo di cosa si tratta. Articolo web. Disponibile online: <https://www.lifegate.it/mitigazione-adattamento-cambiamenti-climatici>

OECD, Unione Europea, Joint Research Centre. 2008. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. Disponibile online: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>

Regolamento (UE) n. 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima. Disponibile online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999>

Renner S., Bok L., Igloi N., Linou N. 2018. What does mean leave no one behind?.

Disussion Paper. Disponibile online:

<https://www.undp.org/publications/what-does-it-mean-leave-no-one-behind>

Sachs J., Schmidt-Traub G., Kroll C., Durand-Delacre D., Teksoz K. 2016. SDG index and dashboards. Global report Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network, New York.

Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G., Drumm, E. 2023. Implementing the SDG Stimulus. Sustainable Development Report 2023. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press, 2023. 10.25546/102924

Save the Children. 2023. Crisi climatica nel 2023: l'impatto dei cambiamenti climatici e gli eventi più estremi. Articolo web. Disponibile online: <https://www.savethechildren.it/blog-notizie/crisi-climatica-nel-2023-impatto-dei-cambiamenti-climatici-e-gli-eventi-piu-estremi>

SITOGRAFIA

[http://www.unimondo.org/Guide/Sviluppo/Obiettivi-per-lo-Sviluppo-Sostenibile-Agenda-Globale-2030/\(desc\)/show](http://www.unimondo.org/Guide/Sviluppo/Obiettivi-per-lo-Sviluppo-Sostenibile-Agenda-Globale-2030/(desc)/show)

<https://asvis.it/Cop-28-una-finestra-quotidiana-grande-incontro-sul-clima/3163-19127/11-13-dicembre-il-documento-finale-dellaccordo-di-dubai->

<https://asvis.it/I-numeri-della-sostenibilita/>

https://asvis.it/public/asvis2/files/Approfondimenti/Indici_compositi_e_metodologia_Ampi.pdf

<https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/eu-adaptation-policy/covenant-of-mayors/covenant-of-mayors>

<https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans>

https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_13_10_esmsip2.htm

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_07_40/default/table?lang=en&category=sdg.sdg_13

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_40/default/table?lang=en&category=sdg.sdg_13

[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_60/default/table?lang=en
&category=sdg.sdg_13](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_60/default/table?lang=en&category=sdg.sdg_13)

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-
explained/index.php?title=Overview_of_status_and_progress_of_EU_M
ember_States_towards_the_SDGs](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Overview_of_status_and_progress_of_EU_Member_States_towards_the_SDGs)

<https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/methodology>

<https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/about>

[https://it.euronews.com/green/2024/01/10/energie-rinnovabili-ecco-i-paesi-che-
le-usano-di-piu-in-europa](https://it.euronews.com/green/2024/01/10/energie-rinnovabili-ecco-i-paesi-che-le-usano-di-piu-in-europa)

<https://unece.org/sendai-framework>

<https://unric.org/it/che-cosa-sono-i-cambiamenti-climatici/>

<https://www.affarieuropei.gov.it/it/comunicazione/euroacronimi/cop-1/>

[https://www.are.admin.ch/are/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-
sostenibilita/agenda2030/onu-_-le-pietre-miliari-dello-sviluppo-
sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--
stoccol.html](https://www.are.admin.ch/are/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-sostenibilita/agenda2030/onu--le-pietre-miliari-dello-sviluppo-sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--stoccol.html)

[https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/renewable-
energy-council-adopts-new-rules/](https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/10/09/renewable-energy-council-adopts-new-rules/)

<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/paris-agreement/timeline-paris-agreement/>

<https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/fact-checking-i-cambiamenti-climatici-10-grafici-32170>

<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/cambiamenti-climatici/convenzione-quadro-sui-cambiamenti-climatici-e-protocollo-di-kyoto>

<https://www.mase.gov.it/pagina/il-contesto-internazionale>

<https://www.unsdsn.org/>

[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-\(mdgs\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/millennium-development-goals-(mdgs))

<https://www4.istat.it/it/strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi>

APPENDICE

TABELLA A1:**Dataset utilizzato per la creazione dell'indicatore composito**

Codice	Stati	Emission2020	Popcovered2020	Losses2020	Renewable2020
BE	Belgium	-32,39	92,8	43,48	13,00
BG	Bulgaria	-14,63	36,3	0,00	23,32
CZ	Czechia	-27,70	22,3	14,51	17,30
DE	Germany	-26,23	24,1	17,22	19,09
GR	Greece	-43,31	67,3	100,00	21,75
ES	Spain	-42,72	74,6	47,19	21,22
FR	France	-34,44	25,3	65,96	19,11
IT	Italy	-37,50	74,6	41,95	20,36
LU	Luxembourg	-44,95	7,3	29,19	11,70
NL	Netherlands	-29,50	29,2	27,84	13,99
AT	Austria	-26,96	24,0	24,42	36,56
PL	Poland	-6,67	15,1	0,32	16,10
PT	Portugal	-31,76	67,0	8,14	33,98
RO	Romania	-18,31	32,7	21,55	24,48
SI	Slovenia	-26,21	47,8	2,93	25,00
SK	Slovakia	-28,42	19,1	2,60	17,35
FI	Finland	-35,29	46,4	15,91	43,94
SE	Sweden	-39,47	48,7	5,69	60,12

Emission2021	Popcovered2021	Losses2021	Renewable2021	TargetE	TargetP	TargetL	TargetR
-29,58	94,5	100,00	13,01	-35	100	0	25
-3,66	36,8	0,03	19,45	0	100	0	27
-22,97	25,8	6,40	17,67	-14	100	0	23
-22,95	24,2	47,27	19,40	-38	100	0	30
-40,16	72,6	6,37	22,02	-14	100	0	31
-38,83	75,8	6,27	20,74	-26	100	0	42
-31,11	27,7	9,22	19,20	-36	100	0	33
-31,73	75,4	1,18	19,16	-33	100	0	30
-42,67	7,2	30,22	11,73	-40	100	0	23
-28,06	29,0	4,31	12,99	-36	100	0	26
-23,48	24,0	9,51	34,57	-36	100	0	46
1,90	15,4	0,08	15,61	-7	100	0	25
-34,12	72,0	0,03	33,98	-17	100	0	47
-15,49	34,1	0,16	23,87	-2	100	0	34
-25,24	50,6	0,00	25,00	-15	100	0	37
-20,00	19,1	0,71	17,42	-12	100	0	24
-35,29	46,3	0,92	42,85	-39	100	0	51
-38,16	48,7	0,49	62,69	-40	100	0	65

CODICE_INDICE

Rachele Ferrara

2024-02-10

```
library(readxl)
library(GGally)
library(factorextra)
library(GGally)

#Carico il dataset e creo 2 matrici per anni 2020 e 2021
dati<- read_xlsx("index.xlsx")
dati2020 =dati[, 3:6]
dati2021 =dati[, 7:10]
#STATISTICHE DESCRITTIVE
summary(dati2020)
summary(dati2021)
#MATRICE CORRELAZIONI
corr2020 <- cor(dati2020, method = "pearson")
corr2021 <- cor(dati2021, method = "pearson")
ggcorr(dati2020, label = TRUE, name= "correlazione" , label_size
= 3, label_round = 3 ,color = "grey50")
ggcorr(dati2021, label = TRUE, name= "correlazione" , label_size
= 3, label_round = 3 ,color = "grey50")
#BOXPLOT 2020
boxplot(dati2020)
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(dati2020$Emission2020, col = c("#E6F9CF") , main= "Boxplo
t Emission 2020", rm= NA)
boxplot(dati2021$Emission2021, col = c("#E6F9CF") , main= "Boxplo
t Emission 2021")
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(dati2020$Popcovered2020, col = c("#E6F9CF") , main= "Boxp
lot Popcovered 2020")
boxplot(dati2021$Popcovered2021, col = c("#E6F9CF") , main= "Boxp
lot Popcovered 2021")
par(mfrow= c(1,2))
boxplot(dati2020$Losses2020, col= c("#E6F9CF"), main= "Boxplot Lo
sses 2020")
boxplot(dati2021$Losses2021, col= c("#E6F9CF"), main= "Boxplot Lo
sses 2021")
par(mfrow= c(1,2))
boxplot(dati2020$Renewable2020, col= c("#E6F9CF"), main= "Boxplot
```

```

Renewable 2020")
boxplot(dati2021$Renewable2021, col= c("#E6F9CF"), main= "Boxplot
Renewable 2021")
#PCA-SCREEPLOT
d.pca20 <- prcomp(dati2020, center = TRUE, scale. = TRUE)
fviz_eig(d.pca20, addlabels = TRUE, geom= "line" , hjust = 0.3, x
lab = "Componenti Principali 2020" , ylab="percentuale di variazi
one" , ylim=c(0,100))
d.pca21 <- prcomp(dati2021, center = TRUE, scale. = TRUE)
fviz_eig(d.pca21, addlabels = TRUE, geom= "line" , hjust = 0.3, x
lab = "Componenti Principali 2021" , ylab="percentuale di variazi
one" , ylim=c(0,100))

#----- CREAZIONE INDICE -----
#CARICO DATASET CON VALORI STANDARDIZZATI PER LOSSES
data<- read_xlsx("index1.xlsx")
#CREO MATRICE CON INDICATORE E TARGET PER L'ANNO 2021 E ATTRIBUIS
CO I VALORI DEL TARGET AI PAESI CHE LO HANNO GIA'SUPERATO

#1.EMISSIONI 2020
Em2020 = data[, 3]
TEm2020= data[, 11]
E2020=cbind.data.frame(Em2020, TEm2020)
for(i in 1:nrow(E2020)) {if(E2020$Emission2020[i] <= E2020$Target
E[i]){ E2020$Emission2020[i]=E2020$TargetE[i]}else{ E2020$Emissi
on2020[i]=E2020$Emission2020[i]}}
#DISTANZA EUCLUDEA EMISSIONI 2020
for(i in 1:nrow(E2020)) {E2020$Dist[i]=((E2020$Emission2020[i] -E
2020$TargetE[i])^2)}

#2.POPOLAZIONE 2020
Pop2020 = data[, 4]
TPop2020= data[, 12]
P2020=cbind.data.frame(Pop2020, TPop2020)
for(i in 1:nrow(P2020)) {if(P2020$Popcovered2020[i] > P2020$Targe
tP[i]){
P2020$Popcovered2020[i]=P2020$TargetP[i]}else{P2020$Popcovered202
0[i]=P2020$Popcovered2020[i]}}
#DISTANZA EUCLUDEA POPOLAZIONE 2020
for(i in 1:nrow(P2020)) {P2020$DistP[i]=((P2020$Popcovered2020[i]
- P2020$TargetP[i])^2)}

#3.LOSSES 2020
Los2020 = data[, 5]

```

```

TLos2020= data[, 13]
L2020=cbind.data.frame(Los2020, TLos2020)
for(i in 1:nrow(L2020)) {if(L2020$Losses2020[i] < L2020$TargetL[i
]){L2020$Losses2020[i]=L2020$TargetL[i]}else{L2020$Losses2020[i]=
L2020$Losses2020[i]}}
#DISTANZA EUCLIDEA LOSSES 2020
for(i in 1:nrow(L2020)) {L2020$DistL[i]=((L2020$Losses2020[i] -L2
020$TargetL[i])^2)}

#4.RENEWABLE 2020
Ren2020 = data[, 6]
TRen2020= data[, 14]
R2020=cbind.data.frame(Ren2020, TRen2020)
for(i in 1:nrow(R2020)) {if(R2020$Renewable2020[i] > R2020$Target
R[i]){
R2020$Renewable2020[i]=R2020$TargetR[i]}else{R2020$Renewable2020[
i]=R2020$Renewable2020[i]}}
#DISTANZA EUCLIDEA RENEWABLE 2020
for(i in 1:nrow(R2020)) {R2020$DistR[i]=((R2020$Renewable2020[i]
- R2020$TargetR[i])^2)}

#WROCLAW
#CREO MATRICE CON LE DISTANZE DI TUTTI GLI INDICATORI PER OGNI PA
ESE
distanze= cbind.data.frame("DistE"= E2020$Dist, "DistP"= P2020$Di
stP, "DistL"= L2020$DistL, "DistR"= R2020$DistR)
distanze

#AGIUNGO ALLA MATRICE DELLE DISTANZE UNA COLONNA CON LA SOMMA DEL
LE DISTANZE SOTTO RADICE (numeratore)for (i in 1:nrow(distanze)){
distanze$dit[i]= (distanze$DistE[i]+ distanze$DistP[i]+ distanze$
DistL[i] +distanze$DistR[i])^0.5}

#MEDIA DELLE DISTANZE (denominatore)
media_dit= mean(distanze$dit)

#DEVIATIONE STANDARD (denominatore)
sd= sd(distanze$dit)
sd1_ = (((sd^2) * 17)/18)^0.5

#COMPONGO FORMULA FINALE WTM
for (i in 1:nrow(distanze)){ distanze$W[i]= ((distanze$dit[i])/(m
edia_dit + 2*sd1_))}
codici=data[,1]

```

```

Wroclaw_2020 =distanze[,6]
Wroclaw_2020
Index= cbind.data.frame(codici,Wroclaw_2020)

#CREO MATRICE CON INDICATORE E TARGET PER L'ANNO 2021 E ATTRIBUISCO I VALORI DEL TARGET AI PAESI CHE LO HANNO GIA'SUPERATO

#1.EMISSIONI 2021
Em2021 = data[, 7]
E2021=cbind.data.frame(Em2021, TEm2020)
for(i in 1:nrow(E2021)) {if(E2021$Emission2021[i] <= E2021$TargetE[i]){
E2021$Emission2021[i]=E2021$TargetE[i]}else{E2021$Emission2021[i]
=E2021$Emission2021[i]}}
#DISTANZA EUCLIDEA EMISSIONI 2021
for(i in 1:nrow(E2021)) {E2021$Dist[i]=((E2021$Emission2021[i] -
E2021$TargetE[i])^2)}

#2.POPOLAZIONE 2021
Pop2021 = data[, 8]
TPop2020= data[, 12]
P2021=cbind.data.frame(Pop2021, TPop2020)
for(i in 1:nrow(P2021)) {if(P2021$Popcovered2021[i] > P2021$TargetP[i]){ P2021$Popcovered2021[i]=P2021$TargetP[i]}else{P2021$Popcovered2021[i]=P2021$Popcovered2021[i]}}
#DISTANZA EUCLIDEA POPOLAZIONE 2021
for(i in 1:nrow(P2021)) {P2021$DistP[i]=((P2021$Popcovered2021[i] -
P2021$TargetP[i])^2)}

#3.LOSSES 2021
Los2021 = data[, 9]
TLos2020= data[, 13]
L2021=cbind.data.frame(Los2021, TLos2020)
for(i in 1:nrow(L2021)) {if(L2021$Losses2021[i] < L2021$TargetL[i]){
L2021$Losses2021[i]=L2021$TargetL[i]}else{L2021$Losses2021[i]=L2021$Losses2021[i]}}
}
#DISTANZA EUCLIDEA LOSSES 2021
for(i in 1:nrow(L2021)) {L2021$DistL[i]=((L2021$Losses2021[i] - L2021$TargetL[i])^2)}

#4.RENEWABLE 2021
Ren2021 = data[, 10]

```

```

TRen2020= data[, 14]
R2021=cbind.data.frame(Ren2021, TRen2020)
for(i in 1:nrow(R2021)) {if(R2021$Renewable2021[i] > R2021$TargetR[i]){R2021$Renewable2021[i]=R2021$TargetR[i]}else{R2021$Renewable2021[i]=R2021$Renewable2021[i]}}
#DISTANZA EUCLIDEA RENEWABLE 2021
for(i in 1:nrow(R2021)) {R2021$DistR[i]=((R2021$Renewable2021[i] - R2021$TargetR[i])^2)}

#WROCLAW
#CREO MATRICE CON LE DISTANZE DI TUTTI GLI INDICATORI PER OGNI PAESE
distanze21= cbind.data.frame("DistE"= E2021$Dist, "DistP"= P2021$DistP, "DistL"= L2021$DistL, "DistR"= R2021$DistR)

#AGIUNGO ALLA MATRICE DELLE DISTANZE UNA COLONNA CON LA SOMMA DELLE DISTANZE SOTTO RADICE(nominatore)
for (i in 1:nrow(distanze21)){ distanze21$dit21[i]= (distanze21$DistE[i]+ distanze21$DistP[i]+ distanze21$DistL[i] +distanze21$DistR[i])^0.5}

#MEDIA DELLE DISTANZE (denominatore)
media_dit21= mean(distanze21$dit21)

#DEVIAZIONE STANDARD (denominatore)
sd21= sd(distanze21$dit21)
sd21_= (((sd21^2) * 17)/18)^0.5

#COMPONGO FORMULA FINALE WTM
for (i in 1:nrow(distanze21)){ distanze21$W21[i]= ((distanze21$dit21[i])/(media_dit21 + 2*sd21_))}

#ARROTONDO E ORDINO RISULTATI
codici=data[,1]
Wroclaw_2020 = round(distanze[,6], digits=3)
Wroclaw_2020
Wroclaw_2021= round(distanze21[,6], digits=3)
Index= cbind.data.frame(codici,Wroclaw_2020, Wroclaw_2021)
Index2020= cbind.data.frame(codici,Wroclaw_2020)
Index2021= cbind.data.frame(codici,Wroclaw_2021)
Index2020<- Index2020[order(Index2020$Wroclaw_2020, Index2020$Codice),]
Index2021 <- Index2021[order(Index2021$Wroclaw_2021, Index2021$Codice),]

```

```

#GRAFICO VARIAZIONE RANKING 2020 VS 2021
list.1<-(Index2020$Codice)
list.2 <- (Index2021$Codice)
plotRanks <- function(list.1, list.2, labels.offset=0.1, arrow.le
n=0.1)
{old.par <- par(mar=c(1,1,1,1))
len.1 <- length(list.1)
len.2 <- length(list.2)
plot(rep(1, len.1), 1:len.1, pch=20, cex=0.8,
xlim=c(0, 3), ylim=c(0, max(len.1, len.2)),
axes=F, xlab="", ylab="")
points(rep(2, len.2), 1:len.2, pch=20, cex=0.8)
text(rep(1-labels.offset, len.1), 1:len.1, list.1)
text(rep(2+labels.offset, len.2), 1:len.2, list.2)
a.to.b <- match(list.1, list.2)
arrows(rep(1.02, len.1), 1:len.1, rep(1.98, len.2), a.to.b,
length=arrow.len, angle=20) par(old.par)}
plotRanks(c(list.1), c(list.2))

```

#SCATTERPLOT

Crea lo scatterplot utilizzando ggplot2

```

grafico1 <- ggplot(Index, aes(x=Index$Wroclaw_2020,
y= Index$Wroclaw_2021, label = Index$Codice)) +
geom_point(size = 3, color = "blue") +
geom_text(vjust = -0.5, hjust = 0.5) +
labs(title = "Scatterplot degli Indici Compositi (2020 vs 2021)",
x = "Indice 2020",y = "Indice 2021") +
scale_x_continuous(limits = c(0.2, 1),
breaks = seq(0, 1, by = 0.2)) +
scale_y_continuous(limits = c(0.2, 1),
breaks = seq(0, 1, by = 0.2))+ theme_minimal() +
theme(axis.line = element_line(color = "grey", size = 0.5),
axis.text = element_text(color = "black"),
axis.title = element_text(color = "black"))

```

```
x_quadrante <- 0.5
```

```
y_quadrante <- 0.5
```

```

grafico_quadranti <- grafico1 +
geom_vline(xintercept = x_quadrante, linetype = "dashed", color
"red") +
geom_hline(yintercept = y_quadrante, linetype = "dashed", color =
"red")

```

```

#-----MEDIA ARITMETICA-----
#CARICO DATASET CON DATI MODIFICATI PER OTTENERE STESSA POLARITA'
dati_norm<- read_xlsx("Index_norm.xlsx")
#CREO DUE MATRICI PER IL 2020 E IL 2021
norm_2020 = dati_norm[,3:6]
norm_2021=dati_norm [, 7:10]

#AGGREGO CON MEDIA ARITMETICA SIA I DATI PER IL 2020 CHE 2021
MA2020 <- apply(norm_2020, MARGIN= 1, mean)
ma_2020= cbind.data.frame(codici, MA2020)
MA2021 <- apply(norm_2021, MARGIN= 1, mean)
ma_2021= cbind.data.frame(codici, MA2021)

#ORDINO I RISULTATI DAL PIU' GRANDE AL PIU' PICCOLO, PERCHE' CON
LA M.A. UN VALORE PIU' ALTO INDICA UN RISULTATO MIGLIORE
Index_ma2020_cre<- ma_2020[order(ma_2020$MA2020, ma_2020$Codice,
decreasing= TRUE),]
Index_ma2021_cre<- ma_2021[order(ma_2021$MA2021, ma_2021$Codice,
decreasing= TRUE),]

#OSSERVO DIFFERENZE TRA LE DUE METODOLOGIE
confr2020= cbind.data.frame(Index$Wroclaw_2020, ma_2020$MA2020)
corr_conf2020= cor(confr2020)
confr2021= cbind.data.frame(Index$Wroclaw_2021, ma_2021$MA2021)
corr_conf2021= cor(confr2021)

#GRAFICO VARIAZIONE TRA RANKING MA 2020 VS 2021
listma.1<-(Index_ma2020_cre$Codice)
listma.2 <- (Index_ma2021_cre$Codice)
plotRanksma <- function(listma.1, listma.2, labels.offset=0.1, ar
row.len=0.1)
{old.par <- par(mar=c(1,1,1,1))
lenma.1 <- length(listma.1)lenma.2 <- length(listma.2)
plot(rep(1, lenma.1), 1:lenma.1, pch=20, cex=0.8, xlim=c(0, 3), y
lim=c(0, max(lenma.1, lenma.2)),axes=F, xlab="", ylab="")
points(rep(2, lenma.2), 1:lenma.2, pch=20, cex=0.8)
text(rep(1-labels.offset, lenma.1), 1:lenma.1, listma.1)
text(rep(2+labels.offset, lenma.2), 1:lenma.2, listma.2)
ma.to.mb <- match(listma.1, listma.2)
arrows(rep(1.02, lenma.1), 1:lenma.1, rep(1.98, lenma.2),

```



```
ma.to.mb,length=arrow.len, angle=20)par(old.par)}
plotRanksma(c(listma.1), c(listma.2))
```

```
#CONFRONTO WROCLAW vs MA, RANKING 2020
```

```
plotRanks_w20_ma20 <- function(list.1, listma.1, labels.offset=0.
1, arrow.len=0.1)
{old.par <- par(mar=c(1,1,1,1))
len.1 <- length(list.1)
lenma.1 <- length(listma.1)
plot(rep(1, len.1), 1:len.1, pch=20, cex=0.8, xlim=c(0, 3), ylim=
c(0, max(len.1, lenma.1)),axes=F, xlab="", ylab="") points(rep(2,
lenma.1), 1:lenma.1, pch=20, cex=0.8)
text(rep(1-labels.offset, len.1), 1:len.1, list.1)
text(rep(2+labels.offset, lenma.1), 1:lenma.1, listma.1)
Wa20.to.ma20 <- match(list.1, listma.1)
arrows(rep(1.02, len.1), 1:len.1, rep(1.98, lenma.1), Wa20.to.ma2
0, length=arrow.len, angle=20)
par(old.par)}
plotRanks_w20_ma20(c(list.1), c(listma.1))
```

```
#CONFRONTO WROCLAW vs MA, RANKING 2021
```

```
plotRanks_w21_ma21 <- function(list.2, listma.2, labels.offset=0.
1, arrow.len=0.1)
{old.par <- par(mar=c(1,1,1,1))
len.2 <- length(list.2)
lenma.2 <- length(listma.2)
plot(rep(1, len.2), 1:len.2, pch=20, cex=0.8, xlim=c(0, 3), ylim=
c(0, max(len.2, lenma.2)),axes=F, xlab="", ylab="")points(rep(2,
lenma.2), 1:lenma.2, pch=20, cex=0.8)
text(rep(1-labels.offset, len.2), 1:len.2, list.2)
text(rep(2+labels.offset, lenma.2), 1:lenma.2, listma.2)
Wa21.to.ma21 <- match(list.2, listma.2)
arrows(rep(1.02, len.2), 1:len.2, rep(1.98, lenma.2), Wa21.to.ma2
1, length=arrow.len, angle=20)
par(old.par)}
plotRanks_w21_ma21(c(list.2), c(listma.2))
```

