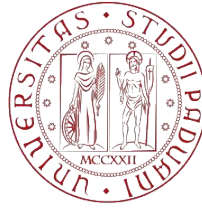


1222·2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse
Naturali e Ambiente

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea magistrale in Scienze e Tecnologie per
l'Ambiente e il Territorio

Come valutare la sostenibilità su scala comunale?
La proposta di un indice composito applicato ai comuni
della provincia di Vicenza

Relatore:

Prof.ssa Elena Pisani

Laureando:

Marco Carpinetti
Matricola n. 2021765

ANNO ACCADEMICO 2021/22

RIASSUNTO

L'obiettivo di ricerca della presente tesi si riflette nella costruzione di un indice composito di sostenibilità a carattere comunale, con applicazione alla provincia di Vicenza, ma tale da avere le caratteristiche per poter essere esteso a tutti i comuni del territorio italiano. Il lavoro nasce dalla constatazione che nel contesto italiano attuale non esiste un quadro teorico di indicatori riferiti alla sostenibilità totalmente applicabile su scala comunale. Questo si riflette sulla mancanza di un chiaro approccio che permetta di determinare lo stato e l'andamento di un comune rispetto al tema dello sviluppo sostenibile nelle quattro dimensioni afferenti: ambientale, sociale, economica ed istituzionale. Il presente lavoro permette, pertanto, di proporre inizialmente un nuovo set di indicatori basato su dati secondari editi da fonti pubbliche che sia strettamente funzionale alla valutazione e monitoraggio della sostenibilità a livello comunale. Tale set di indicatori si caratterizza per una completezza del dato per ogni comune del territorio provinciale e, soprattutto, per l'uniformità nel tempo, ovvero ogni indicatore presenta dei dati riferiti ad almeno due annualità differenti. La metodologia applicata per la costruzione dell'indice composito segue le linee guida proposte dall'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) e del Joint Research Centre (JRC) della Commissione europea e nello specifico si concretizza nell'utilizzo di un comune metodo di normalizzazione dei dati quale lo z-score, una pesatura "stesso peso per ciascuna dimensione" e una aggregazione lineare finale. Se ne è poi valutata la robustezza calcolando altri nove indici in modo tale da confrontarli tra loro. La visione istantanea dei punteggi dell'indice stesso, su mappa GIS, ha permesso di riscontrare delle differenze, talvolta significative, tra comuni rispetto alle dimensioni della sostenibilità prevalenti. Questo, per chi osserva i dati emersi, per il proprio comune e in relazione agli altri, può dare delle indicazioni su come le scelte amministrative prese negli anni impattino sulla sostenibilità. È bene specificare che la validità e l'importanza dell'indice di sostenibilità costruito nel presente lavoro, non si esaurisce nel semplice confronto tra comuni, ma può trovare spazio anche nell'ambito della pianificazione territoriale rispetto al monitoraggio e valutazione delle politiche implementate dai comuni stessi.

ABSTRACT

The research objective of this thesis consists of constructing a composite sustainability index at a municipal level, with application to the province of Vicenza, such as the potential to be extended to all the Municipalities of Italy. The work stems from the observation that in the current Italian context, no theoretical framework of indicators referring to sustainability is applicable on a municipal scale. This fact is reflected in the lack of a transparent approach that allows determining the state and progress of a municipality concerning the issue of sustainable development in the four related dimensions: environmental, social, economic, and institutional. Therefore, this work allows us to propose a new set of indicators based on secondary data published from public sources that are strictly functional for assessing and monitoring sustainability at the municipal level. The latter is characterized by the completeness of the data for each municipality and, above all, by the uniformity over time, i.e., each indicator presents data referring to at least two different years. The composite index's methodology follows the guidelines proposed by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the Joint Research Centre (JRC) of the European Commission. It uses a standard data normalization method such as the z-score, an "equal weight for each dimension" weighting, and a final linear aggregation explicitly. Its robustness was then evaluated by calculating another nine indices to compare them. The quick view of the index's scores on a GIS map has made it possible to identify differences, sometimes significant, between municipalities concerning the overall dimensions of sustainability. For anyone observing the data that has emerged, for their own municipality and in relation to others, this can indicate how the administrative choices made over the years impact sustainability. It should be specified that the validity and importance of the sustainability index constructed in this work do not end with the simple comparison between municipalities but can also find space in the context of territorial planning for monitoring and evaluating the municipalities' policies themselves.

ACRONIMI

<i>DESA - UN</i>	<i>Department of Economic and Social Affairs – United Nations</i>
<i>UNDP/CD</i>	<i>United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development</i>
<i>UNCED</i>	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
<i>UNCSD</i>	<i>United Nations Commission for Social Development</i>
<i>SDGs</i>	<i>Sustainable Development Goals</i>
<i>IAEG</i>	<i>InterAgency and Expert Group</i>
<i>ISTAT</i>	Istituto Nazionale di Statistica
<i>SNSvS</i>	Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
<i>CIPE</i>	Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica
<i>BES</i>	Benessere Equo e Sostenibile
<i>CNEL</i>	Consiglio Nazionale dell’Economia e del Lavoro
<i>ASviS</i>	Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile
<i>OECD/OCSE</i>	<i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i>

<i>ALI</i>	Autonomie Locali Italiane
<i>JRC</i>	<i>Joint Research Centre</i>
<i>USI</i>	<i>Urban Sustainable Index</i>
<i>SIDS</i>	<i>Sustainability Index for Developing States</i>
<i>RIS</i>	<i>Regional Sustainability Index</i>
<i>FA</i>	<i>Factor Analysis</i>
<i>EUROSTAT</i>	Ufficio Statistico dell'Unione Europea
<i>ISPRA</i>	Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale
<i>INEMAR</i>	Inventario Emissioni Aria
<i>MEF</i>	Ministero Economia e Finanze
<i>PTRC</i>	Piano Territoriale Regionale di Coordinamento

INDICE

CAPITOLO 1-INTRODUZIONE.....	13
CAPITOLO 2-ANALISI DELLA SOSTENIBILITÀ MEDIANTE INDICI.....	15
2.1 Introduzione.....	15
2.2 Il concetto di sostenibilità e sviluppo sostenibile	15
2.3 Le dimensioni della sostenibilità	17
2.3.1 Sostenibilità ambientale	18
2.3.2 Sostenibilità sociale.....	19
2.3.3 Sostenibilità economica	20
2.3.4 Sostenibilità istituzionale	21
2.4 Le principali tappe dello sviluppo sostenibile	21
2.5 L’agenda 2030 in Italia	24
2.6 Gli indici compositi di sostenibilità in letteratura	26
2.6.1 La misurazione della sostenibilità mediante indici	27
2.7 Analisi della letteratura in merito agli indici compositi di sostenibilità	28
2.8 Conclusioni	34
CAPITOLO 3-METODOLOGIA	36
3.1 Introduzione.....	36
3.2 Le linee guida OECD e JRC	36
3.3 Il quadro teorico	39
3.4 Selezione delle variabili	40
3.4.1 Dato grezzo	42
3.4.2. Trasformazione del dato grezzo in indicatore	43
3.5 Analisi multivariata	45
3.6 Normalizzazione	47
3.7 Pesatura e aggregazione	49
3.8 Analisi di incertezza e sensibilità	50
3.9 Visualizzazione dei risultati	55
3.10 Conclusioni.....	57
CAPITOLO 4-RISULTATI.....	58
4.1 Introduzione.....	58
4.2 I risultati dell’analisi multivariata	58
4.3 I punteggi dell’indice e delle sue dimensioni	61

4.3.1	Presentazione dei punteggi della dimensione ambientale dell'indice ...	66
4.3.2	Presentazione dei punteggi della dimensione sociale dell'indice	69
4.3.3	Presentazione dei punteggi della dimensione economica dell'indice	72
4.3.4	Presentazione dei punteggi della dimensione istituzionale dell'indice .	76
4.4	Presentazione dei risultati tramite dashboard interattiva	78
4.5	Presentazione dell'analisi di robustezza degli indici.....	79
4.6	Conclusioni	82
CAPITOLO 5-DISCUSSIONE.....		83
5.1	Introduzione.....	83
5.2	La selezione delle variabili	83
5.3	Metodologia	85
5.4	L'indice composito	86
CAPITOLO 6-CONCLUSIONI.....		92

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Analisi della letteratura in merito agli indici compositi di sostenibilità. (Fonte: ns. elaborazione).....	28
Tabella 2: Step raccomandati nella costruzione di indici compositi secondo OECD e JRC (Nardo et al.,2005,2008)	37
Tabella 3: Tecniche originarie utilizzate per costruire l'indice composito di sostenibilità	50
Tabella 4:Tecniche di normalizzazione e pesatura per ogni ulteriore indice composito costruito nell'analisi di robustezza	54
Tabella 5: Gli indicatori ambientali	59
Tabella 6: Gli Indicatori sociali.....	60
Tabella 7: Gli Indicatori economici.....	60
Tabella 8: Gli Indicatori istituzionali	61
Tabella 9: Classificazione dei comuni con punteggio di sostenibilità più alto e più basso rispetto alle dimensioni sottostanti dell'indice di sostenibilità.....	65
Tabella 10: Indicatori ambientali che identificano Arcugnano come primo comune per sostenibilità ambientale nel 2015 e 2017.	67
Tabella 11: Indicatori ambientali che identificano Albettone come ultimo comune per sostenibilità ambientale nel 2015.	68
Tabella 12: Indicatori ambientali che identificano Campiglia dei Berici come ultimo comune per sostenibilità ambientale nel 2017.	69
Tabella 13: Indicatori sociali con valori sopra la media per i comuni di Montecchio Precalcino e Tezze sul Brenta rispettivamente nel 2015 e 2017	71
Tabella 14:Indicatori sociali con valori inferiori alla media per il comune di Valli del Pasubio nel 2015 e 2017.....	71
Tabella 15: Indicatori economici che identificano Zermeghedo e Monteviale come primi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017.....	74
Tabella 16: Indicatori economici che identificano Montegaldella e Laghi come ultimi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017	74
Tabella 17: Indicatori istituzionali che identificano Monticello Conte Otto e Solagna come primi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017.	77
Tabella 18: Indicatori istituzionali che identificano Laghi e Vicenza come primi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017.	77

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Le principali conferenze che hanno segnato le tappe fondamentali dello sviluppo sostenibile (Fonte: https://asvis.it/sviluppo-sostenibile)	24
Figura 2: I passaggi effettuati riguardo lo step generale di selezione delle variabili	42
Figura 3: scala del coefficiente di correlazione ρ	46
Figura 4: Schematizzazione del procedimento riguardo lo step analisi multivariata	46
Figura 5: Legenda delle mappe presentate. Fonte: ns. elaborazione	57
Figura 6: boxplot dei punteggi generali dell'indice composito. Fonte: ns. Elaborazione	62
Figura 7: box plot dei punteggi delle singole dimensioni che formano l'indice composito-anno 2015.....	63
Figura 8: box plot dei punteggi delle singole dimensioni che formano l'indice composito-anno 2015.....	63
Figura 9: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali dell'indice riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)	64
Figura 10: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione ambientale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale).	66
Figura 11: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione sociale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)	70
Figura 12: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione economica dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)	73
Figura 13: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione istituzionale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)	76
Figura 14: Immagine generale della dashboard ArcGIS	79
Figura 15: presentazione dell'analisi di robustezza riferita all'indice composito di sostenibilità 2015.....	80
Figura 16: presentazione dell'analisi di robustezza riferita all'indice composito di sostenibilità 2015.....	81

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

Il presente elaborato di tesi si è posto l'obiettivo principale di valutare la sostenibilità di un complesso e variegato territorio come quello in cui si inseriscono i 114 comuni della provincia di Vicenza. Questo si è reso possibile attraverso la costruzione di un indice composito di sostenibilità a carattere comunale, con applicazione all'intera provincia di Vicenza, ma tale da avere le caratteristiche per poter essere esteso a tutti i comuni del territorio italiano.

Nella prima parte del lavoro di tesi è stato esposto il concetto di sostenibilità e di sviluppo sostenibile nella sua complessa natura multidimensionale, ampiamente discussa in letteratura e soggetta a diverse interpretazioni. Sebbene le definizioni attorno a tale concetto abbondino, quella convenzionale risale al rapporto *Our Common Future*, noto anche come *Rapporto Brundtland* del 1987. Per sviluppo sostenibile si intende un tipo di sviluppo che sia tale da consentire alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri (Brundtland, 1987, pag. 43).

Particolare attenzione è stata posta all'analisi di letteratura in merito alla costruzione di indici compositi ai fini della valutazione della sostenibilità dei territori. In particolare, si è voluto esaminare quale sia la metodologia prevalentemente utilizzata nella costruzione degli indici, quali siano le scale di riferimento geografiche prevalentemente considerate (comunale, regionale, provinciale o nazionale) e quali elementi conducano all'identificazione delle dimensioni della sostenibilità prese come riferimento. Gli indici compositi sono un'aggregazione quantitativa di molti indicatori, costruiti per fornire una visione semplificata, coerente e multidimensionale di un sistema (Emma Pravitasari *et al.*, 2018). Il concetto di sostenibilità è costituito da molteplici e complesse dimensioni, tuttora non completamente affrontate in letteratura scientifica, che possono essere

integrate e riassunte in un indice composito al fine di fornire informazioni complete per la valutazione della performance di sostenibilità dei territori oggetto di analisi.

L'indice composito di sostenibilità è stato costruito seguendo le linee guida dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) e del Joint Research center (JRC) della Commissione europea (Nardo *et al.*, 2005, 2008). Si è partiti dalla preliminare raccolta di dati grezzi editi da fonti pubbliche (dati secondari) per procedere poi alla normalizzazione, pesatura e aggregazione degli indicatori comunali con il fine di convergere in un singolo indice. È stata inoltre valutata la robustezza dell'indice attraverso la costruzione di nove nuovi indici compositi utilizzando modalità equivalenti in modo tale da rendere possibile il confronto dei risultati.

Per valutare in maniera accurata i risultati ottenuti dall'indice così costruito, quest'ultimo è stato infine scomposto e presentato anche nelle sue quattro diverse dimensioni (economica, ecologica, sociale ed istituzionale) specificando i risultati in relazione a ciascuna delle stesse. Questo passaggio ha avuto lo scopo di evidenziare gli indicatori che evidenziano differenze e criticità nei diversi comuni. Per ultimo, sono stati riportati i risultati dell'analisi di robustezza degli indici compositi. L'utilità di questo lavoro, pertanto, si concretizza nella valutazione, comune per comune, dello stato di fatto in merito al livello di sostenibilità presente, al fine di fornire delle indicazioni utili in merito alle scelte amministrative dei decisori pubblici e a come queste possano generare impatti sostenibili. È doveroso specificare che l'analisi è stata condotta nella consapevolezza che il confronto tra comuni costituisce una parte nel processo di valutazione della sostenibilità, che può trovare spazio anche nell'ambito della pianificazione territoriale rispetto al monitoraggio e alla valutazione delle politiche implementate dai comuni stessi.

CAPITOLO 2

L'ANALISI DELLA SOSTENIBILITÀ MEDIANTE INDICI:

UNA BREVE REVIEW DELLA LETTERATURA SCIENTIFICA

2.1 Introduzione

Basandosi sulla revisione della letteratura scientifica, che affronta la costruzione di indici compositi al fine di valutare la sostenibilità (o sviluppo sostenibile) dei territori, il presente capitolo si propone di esplorare questo aspetto identificando, in particolare, il percorso di costruzione degli indici, quali scale di riferimento geografiche siano state prevalentemente considerate (comunale, regionale, provinciale o nazionale) e l'identificazione delle dimensioni della sostenibilità prese a riferimento.

Questa parte sarà preceduta da un breve approfondimento sui concetti di sostenibilità e di sviluppo sostenibile nella loro caratterizzazione multidimensionale, ormai ampiamente riconosciuta. Questo ripercorrendo le fasi costitutive, assunte negli anni, principalmente nelle conferenze mondiali e riportando i percorsi normativi Europei ed Italiani adottati nell'ambito delle sinergie necessarie al raggiungimento degli obiettivi su questo fronte da parte dei singoli Paesi.

2.2 Il concetto di sostenibilità e sviluppo sostenibile

Per definire il concetto di sostenibilità occorre partire dall'analisi etimologica del termine. Sostenibilità ha origine dal verbo latino *sustineo* nel suo significato di «*reggere, tenere su, non lasciar cadere [...] far sì che una certa cosa duri o sussista*» ma anche quello di «*addossarsi, portare con sé, farsi carico, assumere su di sé l'impegno*» (Zupi, 2014, pag. 1). Da un lato, quindi, significa conservazione e mantenimento di ciò che si ha, nel

presente per il futuro, dall'altro è assunzione di responsabilità, da parte di ognuno, per fare in modo che ciò accada.

Ben-Eli (2015), vede la sostenibilità come un equilibrio dinamico nel processo di interazione tra ambiente e società, laddove quest'ultima deve esprimere il suo pieno potenziale senza produrre effetti negativi irreversibili sulla capacità di carico dell'ambiente da cui dipende. La sostenibilità si riferisce, quindi, alle attività umane e alla loro capacità di soddisfare bisogni e desideri senza sovra sfruttare o esaurire le risorse produttive a disposizione (Thomas *et al.*, 2015).

DESA-UN (2018) chiarisce come l'obiettivo ultimo del concetto di sostenibilità, in sostanza, sia quello di assicurare un adeguato allineamento ed equilibrio tra società, economia e ambiente in termini di capacità rigenerativa degli ecosistemi vitali del pianeta. In questo senso i modelli economici devono accumulare e utilizzare il capitale naturale e finanziario in modo sostenibile; i modelli ambientali si devono basare sulla biodiversità e sull'integrità ecologica mentre i modelli sociali devono migliorare i sistemi culturali, sanitari e educativi per garantire continuamente la dignità e il benessere umano (Evers, 2018).

Come si può intuire la sostenibilità non è solo una nozione complessa, costituita da diversi aspetti, come quello sociale, economico, ambientale, ma è anche carica di potenziali contraddizioni (Giovannoni & Fabietti, 2013; Rosen, 2018). Una visione multidimensionale della sostenibilità può spiegare come diversi fattori possano influenzare la prosperità o il declino delle società rappresentando queste tre dimensioni spesso in tensione tra loro (Rosen, 2018). Tali tensioni possono verificarsi quando si cerca di implementare, come nel presente lavoro di tesi, tutte le dimensioni contemporaneamente, secondo un sistema di approccio integrato (Gray, 2010). Per esempio, la dimensione sociale richiede flessibilità dai vincoli economici e dalle logiche di business al fine di trovare soluzioni ai problemi sociali (Giovannoni & Fabietti, 2013). Mentre il perseguimento della performance sociale dovrebbe mirare a creare valore principalmente per la società nel suo insieme piuttosto che per l'individuo, la ricerca della performance finanziaria funziona in modo opposto (Pache & Santos, 2011).

Secondo Gray, (2010) la gestione di queste tensioni non significa necessariamente raggiungere un equilibrio stabile tra tutte le dimensioni ma piuttosto affrontarle contemporaneamente attraverso un approccio integrato. Così facendo, la gestione delle tensioni diventa cruciale per evitare la deriva in favore di una singola dimensione a scapito delle altre, al fine di realizzarle pienamente tutte allo stesso tempo. Un ruolo chiave deve essere svolto, in particolar modo, dai sistemi di governance.

La governance è vista come un mezzo per guidare il processo di sviluppo sostenibile, tuttavia, non è un concetto semplice da definire e identificare (van Zeijl-Rozema *et al.*, 2008). Per governance si intende un insieme di regole, il coinvolgimento delle parti interessate e la gestione dei processi per la realizzazione di un obiettivo comune (Kemp & Martens, 2007). Secondo van Zeijl-Rozema *et al.*, (2008) risulta evidente come lo sviluppo sostenibile non possa essere raggiunto senza una governance adeguata a causa della natura multidimensionale del concetto di sostenibilità.

Sostenibilità e sviluppo sostenibile sono spesso trattati come sinonimi, tuttavia i due concetti sono distinguibili. Secondo Diesendorf (2000) la sostenibilità è l'obiettivo o il punto finale di un processo chiamato sviluppo sostenibile. Gray (2010) rafforza tale considerazione affermando che, mentre "sostenibilità" si riferisce a uno stato, lo sviluppo sostenibile si riferisce al processo per raggiungere questo stato. Lo sviluppo sostenibile è pertanto quel processo che consente al complesso concetto di sostenibilità di affermarsi.

Nel paragrafo seguente saranno approfondite le quattro dimensioni che costituiscono il concetto della sostenibilità: ambientale, sociale, economica ed istituzionale.

2.3 Le dimensioni della sostenibilità

Va sottolineato che per ogni dimensione, si prenda come esempio quella economica, la sostenibilità può essere misurata a diversi livelli, possono essere considerate le famiglie, le imprese, le nazioni, l'Unione Europea o l'intero pianeta (Nardo *et al.*, 2005). Sinergie e conflitti, che si manifestano quando la sostenibilità viene misurata a livello nazionale o su scala più ampia, rischiano di scomparire a livello locale dove prevalgono altri aspetti (Nardo *et al.*, 2005). Può essere l'esempio degli impianti eolici, come evidenziato da

Nardo *et al.*, 2005. Questi sono fonti desiderabili di energia pulita a livello nazionale, ma potrebbero produrre controversie sociali nelle comunità locali in cui gli stessi devono essere collocati.

In questo elaborato di tesi la sostenibilità viene indagata su quattro dimensioni: ambientale, sociale, economica ed istituzionale, come proposto dal dipartimento delle Nazioni Unite per il Coordinamento delle Politiche e lo Sviluppo sostenibile (UNDP/CSD) (Spangenberg, 2002) mentre la scala di riferimento per la sua definizione sarà locale. Viene introdotta la dimensione istituzionale nell'accezione di governance, già riportata precedentemente, che deve essere alla base dello sviluppo sostenibile

2.3.1 Sostenibilità ambientale

Il concetto di sostenibilità ambientale riguarda l'ambiente naturale e il modo in cui rimane produttivo e resiliente per supportare la vita umana. Si riferisce all'integrità dell'ecosistema e alla capacità di carico dell'ambiente naturale, ovvero la capacità di produrre in maniera stabile le risorse necessarie alle specie viventi che lo popolano, senza rischi per la sopravvivenza (Brodhag & Talière, 2006).

In sintesi, il rispetto di tale concetto implica che le risorse naturali non devono essere sfruttate più velocemente di quanto possano essere rigenerate, mentre i rifiuti non devono essere emessi più velocemente di quanto possano essere assimilati dall'ambiente (Diesendorf, 2000). Risulta ormai evidente, infatti, che i sistemi terrestri abbiano limiti o confini entro i quali occorre mantenere un certo equilibrio. Ovviamente se questi limiti vengono superati si incorre in gravi problematiche (Mensah, 2019). I cambiamenti climatici, per esempio, sono aspetti fondamentali della sostenibilità ambientale perché hanno inevitabilmente implicazioni su come l'ambiente naturale rimane stabile e resiliente dal punto di vista produttivo per sostenere la vita e lo sviluppo dell'uomo (Mensah, 2019). Kumar *et al.* (2014) osserva, per esempio, come temperature più elevate tendono a influenzare i tempi di riproduzione nelle specie animali e vegetali, i modelli di migrazione degli animali, le distribuzioni delle specie e le dimensioni della popolazione.

Khan *et al.* (2021) suggerisce i principi della sostenibilità ambientale che sono di seguito elencati:

1. *Esigenze sociali*: la disponibilità di bisogni, prodotti e servizi ecosistemici di base per le generazioni presenti e future.
2. *Capacità rigenerativa*: proteggere l'esaurimento delle risorse naturali e mantenere il tasso di raccolta delle risorse rinnovabili entro la capacità di rigenerazione.
3. *Riuso, riciclo*: Supporto al riutilizzo, e pratiche di riciclo per ridurre rifiuti ed emissioni.
4. *Limitazione nell'utilizzo di risorse non rinnovabili e produzione di rifiuti*: il sistema economico umano dovrebbe rientrare nella capacità di carico e le emissioni dovrebbero rientrare nella capacità di assimilazione dell'ecosistema.

2.3.2 Sostenibilità sociale

Secondo Saith (2006) la sostenibilità sociale implica la promozione dello sviluppo di persone, comunità e culture per aiutare a raggiungere una vita significativa, attingendo a un'adeguata assistenza sanitaria, all'educazione, all'uguaglianza di genere, alla pace e alla stabilità in tutto il mondo. Tale dimensione si concretizza, quindi, attraverso la realizzazione di condizioni di base per la vita di ogni umano e tramite il supporto alle categorie più deboli e svantaggiate.

Secondo Kolk (2016) la sostenibilità sociale non consiste nel garantire che i bisogni di tutti siano soddisfatti, piuttosto mira a fornire le condizioni affinché tutti abbiano la capacità e l'opportunità di realizzare i propri bisogni, se lo desiderano. Tutto quello che impedisce questa capacità è considerato una barriera e deve essere affrontato affinché gli individui, le organizzazioni e le comunità progrediscano verso il raggiungimento della sostenibilità sociale (Brodhag & Taliere, 2006).

Secondo Kondyli (2010) gli elementi fondamentali che caratterizzano la dimensione sociale della sostenibilità sono:

- 1) *la dimensione della popolazione*. Una distribuzione non uniforme della popolazione denota diverse problematiche sia in termini produttivi che di consumo.
- 2) *struttura della popolazione*, determinata dalla composizione per età della popolazione e dalla disponibilità di una popolazione economicamente attiva
- 3) *il livello di coesione*, il quale è direttamente correlato a questioni di welfare, equità e azione collettiva.

2.3.3 Sostenibilità economica

Genericamente, la sostenibilità economica è correlata alla generazione di prosperità all'interno della società, si riferisce all'efficienza dell'attività economica, alla generazione di ricchezza complessiva e alla creazione di posti di lavoro di qualità (Pozdniakova, 2017). Il concetto, in particolar modo, si riferisce ad un sistema di produzione che debba soddisfare gli attuali livelli di consumo senza compromettere le esigenze future (Basiago, 1999). Un'economia è sostenibile soltanto se riesce a generare, in maniera duratura, reddito e lavoro tramite un uso razionale delle risorse disponibili. Non si riferisce semplicemente al prodotto nazionale lordo, ai tassi di cambio, all'inflazione e al profitto, ma piuttosto alla produzione, distribuzione e consumo di beni e servizi (Mohamed & Antia, 1998). L'efficienza economica può essere considerata come il prerequisito della sostenibilità ambientale; infatti, si considerano insostenibili le azioni che comportano uno spreco economico.

Secondo Kondyli (2010) ciò che va a caratterizzare la sostenibilità di un'economia è:

- 1) *la dimensione*, che è determinata da ciò che viene prodotto;
- 2) *la struttura produttiva*, che riflette quella che è la competitività delle sue attività economiche. Su questo aspetto le esportazioni giocano un ruolo importante.
- 3) *il grado di specializzazione*, che riflette la flessibilità di un'economia verso l'adattamento a circostanze mutevoli. È evidente come aree caratterizzate da una specializzazione in un unico settore siano estremamente vulnerabili ai cambiamenti del loro ambiente esterno e possano incontrare gravi problemi strutturali.

2.3.4 Sostenibilità istituzionale

Le istituzioni sono organizzazioni politiche o sociali coinvolte nella definizione o attuazione delle politiche. In questo contesto, il concetto di "organizzazione" descrive un'entità con personalità giuridica e personale che agisce per suo conto, facendo rispettare le regole dell'organizzazione e attuando i suoi obiettivi (Pfahl, 2005). Come accennato precedentemente, si discute di sostenibilità istituzionale nel contesto della governance per lo sviluppo sostenibile quando ci si riferisce alle attività di una particolare istituzione, per esempio un comune quando mette in atto delle politiche legate alla sostenibilità. Pertanto, si deve valutare la sostenibilità di un'istituzione in base alla sua capacità di coordinare l'interazione umana al fine di raggiungere obiettivi di sostenibilità specifici.

La dimensione istituzionale del concetto di sostenibilità cerca di identificare aspetti come la governance, la spesa e la pubblica amministrazione come informazioni socioeconomiche e decisionali di cui tenere conto (Rama *et al.*, 2020). Naturalmente, la qualità delle istituzioni dipende dalle sue risorse, ovvero dalla spesa che può allocare in direzione della sostenibilità.

2.4 Le principali tappe dello sviluppo sostenibile

Sebbene le definizioni rispetto a tale concetto abbondino, la definizione convenzionale risale al rapporto *Our Common Future*, noto anche come *Rapporto Brundtland* del 1987, dal nome del primo ministro norvegese Gro Harlem Brundtland che fu a capo della Commissione mondiale di ambiente e sviluppo (World Commission on Environment and Development) istituita nel 1983 su mandato dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Viene definito sviluppo sostenibile: “*Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” (Brundtland, 1987, pag. 43). Ovvero, per sviluppo sostenibile si intende uno sviluppo tale

da consentire alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.

Si tratta di una definizione piuttosto generica, tuttavia, essa lega il concetto di sostenibilità a dei principi fondamentali che la caratterizzano tutt'oggi: l'equità intergenerazionale ed intragenerazionale. Ovvero, la responsabilità da parte delle generazioni di oggi nei confronti di quelle future (equità intergenerazionale) e la considerazione di quelle che sono le esigenze di altri stati e popoli della terra nello stesso momento storico (equità intragenerazionale) (Silvestri, 2015).

La pubblicazione del rapporto Brundtland rappresenta la prima tappa fondamentale per il proseguimento dello sviluppo sostenibile che da allora è diventato un tema sempre più sentito da parte delle organizzazioni e degli enti (Quental *et al.*, 2011). Il concetto verrà successivamente ampliato nella direzione di un significato multidimensionale includendo questioni non solo di tutela ambientale, e di preservazione delle risorse naturali, ma anche di sviluppo economico e progresso sociale come il diritto allo sviluppo dei Paesi più poveri (Silvestri, 2015).

Un avanzamento significativo, della concezione classica del termine, si affermerà nel 1992 durante la prima conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo (UNCED) di Rio de Janeiro (Mensah, 2019).

L'UNCED ha permesso il raggiungimento di diversi risultati chiave per lo sviluppo sostenibile, articolati nel documento finale della conferenza, Agenda 21. (https://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_00.shtml).

Nel preambolo di tale programma d'azione si afferma chiaramente che lo sviluppo sostenibile dovrà diventare un punto prioritario nell'agenda della comunità internazionale e raccomanda che le strategie nazionali siano progettate e sviluppate per affrontare gli aspetti economici, sociali e ambientali della sostenibilità. Da questo documento, infatti, emerge chiaramente come i problemi di politica ambientale non possano venire affrontati separatamente dallo sviluppo economico e sociale, ma solo in modo unitario. Si comprende l'inconsistenza del principio per il quale prima bisogna raggiungere il benessere economico e poi si potranno ripararne le conseguenze sociali ed ecologiche.

Per tali motivi risulta fondamentale integrare tra loro le esigenze ecologiche, sociali ed economiche (Sachs, Loske, Linz, 1997).

Nel 2012, vent'anni dopo il Summit della Terra di Rio, si tiene la Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile (UNCSD) o Rio+20.

Anche in questa occasione emerge un forte impegno nell'attuazione dello sviluppo sostenibile, riassunto nel documento finale della conferenza, "The Future We Want" (<https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>), a tal punto che il termine "*sustainable development*" appare 238 volte nelle 49 pagine (Mensah, 2019). Nello stesso anno lo sviluppo sostenibile viene identificato dal Segretario Generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) Ban Ki-Moon come una delle cinque priorità chiave nell'agenda d'azione delle Nazioni Unite (Mensah, 2019).

Il 25 settembre 2015 viene sottoscritta dai governi dei 193 Paesi membri delle Nazioni Unite, l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile: *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>).

Come definito nel preambolo della stessa agenda si tratta di un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità. È un piano di sviluppo per il mondo, che presuppone l'eliminazione della povertà, una vita dignitosa per tutte le persone e la garanzia della pace entro il 2030 (Raszkowski & Bartniczak, 2019).

L'Agenda 2030 costituisce il nuovo quadro di riferimento globale e universale, per lo sviluppo sostenibile, attualmente in vigore. Si articola in 17 Obiettivi, denominati Sustainable Development Goals (SDGs), inquadrati all'interno di un programma d'azione più vasto costituito da 169 target o traguardi, ad essi associati, da raggiungere in ambito ambientale, economico, sociale e istituzionale entro il 2030 dagli Stati membri dell'ONU. Il monitoraggio dei progressi compiuti nell'attuazione dell'Agenda 2030, a livello mondiale, è garantito attraverso un elenco di 232 indicatori elaborati dalla *Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators* (IAEG-SDGs) e approvati dall'Assemblea generale dell'ONU il 6 luglio 2017. Ogni Paese è tenuto, pertanto, a fornire dei dati per questo set di indicatori. Per l'Italia vengono forniti dall'istituto nazionale di statistica ISTAT.

In figura 1 si riassumono le più importanti conferenze dal 1972 fino al 2015 che hanno caratterizzato le tappe fondamentali dello sviluppo sostenibile brevemente riassunte nel presente paragrafo.

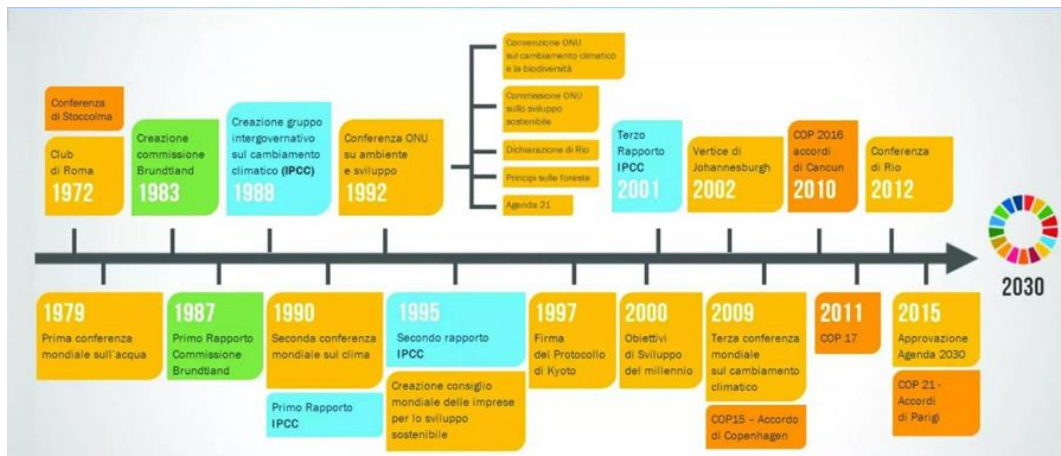


Figura 1: Le principali conferenze che hanno segnato le tappe fondamentali dello sviluppo sostenibile (Fonte: <https://asvis.it/sviluppo-sostenibile>)

2.5 L'agenda 2030 in Italia

In Italia, il principale strumento di attuazione dell'Agenda 2030 è costituito dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), approvata dal Comitato interministeriale per la programmazione economica (CIPE) il 22 dicembre 2017 (Camera dei deputati, 2022). La SNSvS è strutturata in sei aree, corrispondenti alle cosiddette “5P” dello sviluppo sostenibile proposte dall’Agenda 2030: *Persone, Pianeta, Prosperità, Pace e Partnership e vettori per la sostenibilità*, ovvero gli elementi essenziali per il raggiungimento degli obiettivi strategici nazionali, come possono essere per esempio i piani di monitoraggio e valutazione della SNSvS. Ciascuna area contiene scelte strategiche e obiettivi strategici per l’Italia, correlati agli SDGs dell’Agenda 2030 (MITE, n.d). Per assicurare il monitoraggio della performance dell’Italia rispetto all’attuazione della SNSvS, l’ISTAT definisce annualmente un set di misure statistiche, in linea con gli indicatori definiti dall’ *Inter Agency Expert Group on SDGs* dell’Organizzazione delle Nazioni Unite (UN-IAEG-SDGs) e con gli indicatori di Benessere Equo e Sostenibile

(BES) italiani. Nel 2022 sono state diffuse 371 misure statistiche (di cui 341 differenti, cioè non ripetute in più Goal), che corrispondono a 138 indicatori tra quelli proposti da UN-IAEG-SDGs per il monitoraggio degli avanzamenti dell'Agenda 2030 a livello globale (ISTAT, 2022).

Nel contesto italiano, gli indicatori di benessere equo e sostenibile (BES) sono stati sviluppati, a partire dal 2010, dall'ISTAT e dal Consiglio Nazionale dell'Economia e del Lavoro (CNEL) al fine di valutare il progresso della società italiana dal punto di vista economico, sociale e ambientale. Attualmente sono inseriti nell'ordinamento legislativo italiano come strumento di programmazione economica dall'articolo 14 della legge n. 163/2016, di riforma della legge di contabilità (legge n. 169 del 2009) (Camera dei deputati, 2022, https://temi.camera.it/leg17/temi/benessere_equo_e_sostenibile).

Nell'ultimo rapporto del 2021, il BES presenta 153 indicatori, afferenti a 12 dimensioni rilevanti per la misura del benessere e della sostenibilità: *salute, istruzione e formazione, lavoro e conciliazione dei tempi di vita, benessere economico, relazioni sociali, politica e istituzioni, sicurezza, benessere soggettivo, paesaggio e patrimonio culturale, ambiente, innovazione e ricerca, qualità dei servizi* (ISTAT, 2022). Si tratta di un framework con indicatori riferiti appositamente alla scala nazionale. Per valutare invece in maniera più accurata le disuguaglianze territoriali l'ISTAT pubblica annualmente un ulteriore sistema di indicatori sub-regionali coerenti con il framework BES adottato a livello nazionale. Nel rapporto "*BES territori*" edizione 2022 si contano 70 indicatori riferiti a ciascuna regione, provincia e città metropolitana italiana. Rispetto al Rapporto BES nazionale, composto da 12 domini, non viene considerata la dimensione *benessere soggettivo* per la mancanza di fonti di adeguata qualità statistica a livello sub-regionale (ISTAT, n.d).

Il 4 ottobre 2022 l'Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS) ha pubblicato il settimo rapporto annuale in merito al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030. Per ogni obiettivo SDGs è stato costruito un indice composito includendo complessivamente più di cento indicatori. "*Considerando l'ultimo anno disponibile, l'Italia presenta un valore dell'indice composito al di sotto della media UE per nove Goal (1, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 16 e 17), uguale per cinque Goal (3, 5, 7, 13, 15) e al di sopra soltanto per due Goal (2 e 12)*" (ASvisS,

2022, pag.34). Dal 2019 al 2021 si è registrato un aumento delle disuguaglianze di reddito, una crescente difficoltà del sistema sanitario di rispondere alle esigenze dei cittadini e un arretramento degli indicatori ambientali, in particolare quelli sul consumo di suolo e sulla gestione delle risorse idriche (ASviS, 2022).

Indagato il contesto nazionale, risulta interessante, per il presente elaborato di tesi, considerare la situazione attuale a livello comunale rispetto all'attuazione dell'agenda 2030. Infatti, secondo il documento pubblicato da OECD "*The 2030 agenda and development co-operation result*" https://www.oecd-ilibrary.org/development/the-2030-agenda-and-development-co-operation-results_2f391534-en, cento dei 169 target legati a SDGs potranno essere raggiunti solo attraverso l'impegno dei governi locali.

A gennaio 2021 su iniziativa dell'Associazione delle Autonomie Locali Italiane (ALI), Città del Bio e Leganet, è nata la rete dei comuni sostenibili. (<https://www.comunisostenibili.eu/>). Si tratta di un'associazione nazionale, senza scopo di lucro, nata con l'obiettivo di accompagnare i Comuni nel raggiungimento degli obiettivi di Agenda 2030 e del BES con strumenti e pratiche innovative, concrete e virtuose. La Rete dei Comuni Sostenibili, tra i diversi compiti, aiuta i comuni aderenti a misurare l'efficacia delle proprie politiche relativamente ai 17 obiettivi di sostenibilità. Questo è reso possibile tramite la proposta di 73 indicatori comunali che sono stati costruiti con dati ISTAT, del Ministero della Salute e soprattutto tramite questionari che i comuni aderenti devono compilare. Ogni anno viene quindi fornito a ciascun comune la relazione annuale sugli indicatori, riferiti a ciascuna dimensione della sostenibilità, che sarà utile al comune per la pianificazione e bilanci. Attualmente, hanno aderito all'iniziativa 69 comuni italiani e la città metropolitana di Torino.

2.6 Gli indici composti di sostenibilità in letteratura

Definito il concetto di sostenibilità, sviluppo sostenibile e il percorso storico delle politiche volte alla concretizzazione di quest'ultimo per il raggiungimento della sostenibilità, si vuole esaminare il progresso in letteratura nei termini della misurazione della sostenibilità di territori tramite indici composti.

2.6.1 La misurazione della sostenibilità mediante indici

Un "indice composito" è un'aggregazione quantitativa di molti indicatori o sub-indicatori e serve a fornire una visione semplificata, coerente e multidimensionale di un sistema (Emma Pravitasari *et al.*, 2018). Ogni indice composito può essere considerato un modello e allo stesso corrisponde un framework teorico di riferimento, e come tale è creato per uno scopo specifico di quantificazione di un fenomeno complesso. Pertanto la sua costruzione deve seguire una serie di passaggi per essere utile e generalmente accettato.

Riguardo gli indici composti è opportuno considerare il manuale elaborato dall'OCSE (la direzione statistica e la direzione per la scienza, la tecnologia e l'industria) e l'unità di econometria e statistica applicata del Centro comune di ricerca (JRC) della Commissione europea, *Handbook on Constructing Composite Indicators*, (<https://www.oecd.org/els/soc/handbookonconstructingcompositeindicatorsmethodologyanduserguide.htm>).

Tale manuale presenta l'obiettivo di fornire una guida alla costruzione e all'uso di indicatori composti per i decisori politici, accademici e altre parti interessate, in modo tale da fornire una migliore comprensione della complessità degli indicatori composti e apportare un miglioramento delle tecniche attualmente utilizzate per costruirli. Espone, inoltre, una serie di importanti linee guida tecniche, che saranno utilizzate nel presente lavoro, per costruire l'indice composito di sostenibilità.

Gli indici composti o compositi sono spesso utilizzati per la capacità di integrare grandi quantità di informazioni in un formato facilmente comprensibile (Dagiliūtė & Elijošienė, 2014). È il caso del concetto di sostenibilità precedentemente discusso costituito da diverse e complesse dimensioni, tuttora non completamente dipanate in letteratura scientifica, che possono essere così integrate e riassunte in un indice composito ideale per fornire informazioni complete per la valutazione della performance di sostenibilità dei territori oggetto di analisi.

2.7 Analisi della letteratura in merito agli indici composti di sostenibilità

In tabella 1 si riporta una selezione di 18 articoli estratti dalla letteratura scientifica che trattano la creazione di indici composti di sostenibilità riferiti a scale di analisi geografica diverse, da comunale fino a quella nazionale. Sono stati consultati i database Scopus (<http://www.scopus.com/home.url>) e Google scholar (<http://scholar.google.it/>). Per ciascun articolo individuato si riportano le dimensioni della sostenibilità che sono state considerate, la scala rispetto al quale è costruito l'indice e le caratteristiche generali riguardanti la sua costruzione.

Si veda l'allegato 1 della presente tesi per la tabella completa di maggiore dettaglio con tutti gli indicatori considerati da ciascun articolo per la costruzione dell'indice composto.

Tabella 1: Analisi della letteratura in merito agli indici composti di sostenibilità. (Fonte: ns. elaborazione)

Nome articolo	Dimensioni considerate	Scala	Caratteristiche generali
An exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions. (Floridi <i>et al.</i> , 2011)	<ul style="list-style-type: none"> ● Sviluppo socioeconomico ● Cambiamenti climatici ed energia ● Trasporti sostenibili ● Produzione e consumi sostenibili ● Risorse naturali ● Sanità pubblica ● Inclusione sociale ● Cambiamenti demografici <p>(EUROSTAT framework)</p> <p>66 indicatori considerati</p>	Regionale (20 Regioni italiane)	<p>Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC.</p> <p>Considerano indicatori riferiti ad annualità diverse.</p> <p>Viene analizzata la robustezza dell'indice.</p>

<p>Per un'Italia sostenibile: l'SDSN Italia SDGs City Index 2018. (Cavalli <i>et al.</i>, 2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● SDG 1 Povertà zero ● SDG 2 Fame zero ● SDG 4 Istruzione di qualità ● SDG 5 Uguaglianza di genere ● SDG 6 Acqua pulita e igiene ● SDG 9 Industria, innovazione e infrastrutture ● SDG 10 Ridurre le diseguglianze ● SDG 13 Agire per il clima ● SDG 15 La vita sulla terra <p><i>(SDSN framework)</i></p> <p>39 indicatori considerati</p>	<p>Comunale (101 Capoluoghi di provincia italiani)</p>	<p><i>Normalizzazione</i> dei dati eseguita in base ad un target. <i>Aggregazione</i> Lineare.</p> <p>Si distinguono le performance delle città sulla base di 4 range.</p>
<p>Sustainability Assessment of Provincial-Level Regions in China Using Composite Sustainable Indicator. (Yi <i>et al.</i>, 2019)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● Sociale <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Popolazione & infrastrutture e sicurezza</i> ○ <i>Vivibilità</i> ● Ambientale <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Risorse & ecosistemi</i> ○ <i>protezione ambientale</i> <p>30 indicatori considerati</p>	<p>Provinciale (31 province cinesi)</p>	<p><i>Normalizzazione:</i> media a tratti</p>
<p>Come si vive in Italia? Indice di Qualità Regionale dello Sviluppo. QUARS, 2008</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Ambiente ● Economia e lavoro ● Diritti e cittadinanza ● Pari opportunità ● Istruzione e cultura ● Salute ● Partecipazione <p>41 indicatori considerati</p>	<p>Regionale (20 Regioni italiane)</p>	<p><i>Normalizzazione:</i> z-score <i>Aggregazione:</i> lineare.</p> <p>Considerano indicatori riferiti ad annualità diverse.</p>
<p>Assessing the sustainability dimension at local scale: Case study of Spanish cities. (Rama <i>et al.</i>, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● sociale ● Ambientale <p>37 indicatori considerati</p>	<p>Comunale (31 città rappresentative spagnole)</p>	<p><i>Normalizzazione:</i> max-min <i>Aggregazione:</i> lineare: media aritmetica pesata</p> <p>Ogni dimensione è rappresentata da una lettera A, B o C.</p>

<p>A non-simplistic approach to composite indicators and rankings: an illustration by comparing the sustainability of the EU Countries (Luzzati & Gucciardi, 2015)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Sviluppo socioeconomico ● Cambiamenti climatici ed energia ● Consumi e produzioni sostenibili ● Risorse naturali ● Sanità pubblica ● Inclusione sociale ● Cambiamenti demografici ● Buona governance <p>73 indicatori considerati</p>	<p>Nazionale (Paesi EU-27)</p>	<p>Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC.</p> <p>Viene analizzata la robustezza dell'indice</p>
<p>Measurement and evaluation of sustainable development. A composite indicator for the islands of the North Aegean region, Greece. (Kondyli, 2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● Sociale ● Ambientale <p>20 indicatori considerati</p>	<p>Regionale Isole della regione Nord Egeo greca (9 isole)</p>	<p>Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC.</p> <p>Viene analizzata la robustezza dell'analisi.</p>
<p>Measuring the urban sustainable development in cities through a Composite Index: The case of Portugal. (Rodrigues & Franco, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Competitività e attività economica</i> ○ <i>crecita economica, affari, imprenditorialità</i> ● Sociale <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Cambiamenti demografici, identità culturale/storica,</i> ○ <i>educazione,</i> ○ <i>infrastrutture e competenze, scuole,</i> ○ <i>inclusione e coesione, povertà e diseguaglianze,</i> ○ <i>sanità, sicurezza</i> ● Ambientale <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Energia, acqua e gas,</i> ○ <i>emissioni,</i> ○ <i>economia circolare, riciclo,</i> ○ <i>protezione dell'ambiente in aree urbane</i> <p>174 indicatori considerati</p>	<p>Comunale (308 municipalità portoghesi)</p>	<p>Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC.</p> <p>Viene analizzata la robustezza dell'analisi.</p>
<p>A composite index of sustainable</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Demografia ● Capitale umano ● Sviluppo locale 	<p>Comunale</p>	<p>Per la costruzione dell'indice sono</p>

development at the local scale: Italy as a case study. (Salvati & Carlucci, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Qualità della vita • Sviluppo rurale e ambiente <p>101 indicatori considerati</p>	8100 comuni italiani	state seguite le linee guida OECD e JRC.
Sustainability index for Taipei. (Lee & Huang, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Economica • Sociale • Ambientale • Istituzionale <p>51 indicatori considerati</p>	Comunale (Taipei, 2,6 milioni di abitanti)	Si osserva l'evoluzione dell'indice nel tempo (1994-2004). <i>Normalizzazione:</i> z-score
Sustainability indices as a tool for urban managers, evidence from four medium-sized Chinese cities. (van Dijk & Mingshun, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppo socioeconomico • Ambientale • Capacità istituzionale • Crescita welfare <p>22 indicatori considerati</p>	Comunale (4 città cinesi medio grandi)	Si calcola l'Urban Sustainable Index (USI).
A sustainability index for small island developing States. (van Beynen <i>et al.</i> , 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Economica • Sociale • Ambientale • Cambiamenti climatici e gestione delle catastrofi <p>77 indicatori considerati</p>	Nazionale (Isola Trinidad e Tobago)	Calcolo dell'indice di sostenibilità (SIDS) tramite criterio di punteggio basato su confronti numerici rispetto a paesi sviluppati e in via di sviluppo selezionati.
Developing Regional Sustainability Index as a New Approach for Evaluating Sustainability Performance in Indonesia. (Pravitasari <i>et al.</i> , 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Economia • Sociale • Ambientale <p>30 indicatori considerati</p>	Comunale (98 municipalità indonesiane)	Si è calcolato l'indice di sostenibilità regionale (RSI) utilizzando l'analisi fattoriale (FA)
Urban Sustainability Index:	<ul style="list-style-type: none"> • Bisogni primari • Efficienza delle risorse • Ambiente 	Comunale (15 città indiane)	Viene implementato Urban Sustainability Index (USI) per misurare

Measuring Performance of 15 Metropolitan Cities of India. (Patel <i>et al.</i> , 2019)	20 indicatori considerati		la performance relativa nel tempo di 15 città indiane.
Urban Sustainability Index of Guwahati City. (Borah & Borah, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● Sociale ● Ambientale 48 indicatori considerati	Comunale (città di Guwahati)	Viene implementato l'urban Sustainability Index (USI) tramite confronti numerici rispetto a paesi migliori e peggiori del mondo (Londra e Shanghai).
Application of composite index for sustainability assessment. (Dagiliūtė & Elijošienė, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● Ambientale ● Sociale 22 indicatori considerati	Nazionale (Paesi EU 15)	Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC.
Sustainability of lithuanian regions: application of composite index. (Dagiliute, n.d.)	<ul style="list-style-type: none"> ● Economica ● Sociale ● Ambientale ● Sanità 13 indicatori considerati	Regionale	Indice costruito in base ai principi dell'indice di sviluppo urbano (UN, 2001)
Evaluating Sustainable Development by Composite Index: Evidence from French Departments. (Bonnet <i>et al.</i> , 2021)	<ul style="list-style-type: none"> ● Ambiente e risorse naturali ● Sviluppo sostenibile ● Transizione energetica ● Dinamismo economico ● Coesione sociale e solidarietà ● Governance e cittadinanza 51 indicatori considerati	Provinciale (96 dipartimenti francesi)	Per la costruzione dell'indice sono state seguite le linee guida OECD e JRC. Viene analizzata la robustezza dell'analisi.

Per quanto riguarda i processi di analisi della sostenibilità, dalla letteratura si riscontrano pochi articoli che sviluppano la tematica della costruzione di indici composti di sostenibilità aventi l'obiettivo di indagare le prestazioni di specifici enti territoriali chiaramente individuati. Si trovano, invece, molti articoli riferiti ad applicazioni settoriali

come l'agricoltura, l'energia, il turismo, le imprese o i trasporti (Blancas *et al.*, 2016; Gómez-Limón & Sanchez-Fernandez, 2010; Talukder *et al.*, 2017)

Bonnet *et al.* (2021) evidenzia come diversi studi in letteratura vadano a focalizzarsi sulle associazioni tra indicatori di sviluppo sostenibile, mentre pochi prendono in considerazione direttamente un approccio multidimensionale per valutare e confrontare le prestazioni dei territori in termini di sviluppo sostenibile. Altri autori sottolineano questo aspetto provando a fornire delle spiegazioni. Salvati & Zitti (2008) evidenzia la complessità del concetto di sostenibilità, precisando che questa possa rappresentare un limite per il monitoraggio e lo studio degli scenari futuri.

Dai risultati dell'analisi di letteratura in tabella 1, emerge come gli indici composti di sostenibilità proposti siano spesso costruiti in riferimento ad enti comunali considerati nella loro singolarità oppure congiuntamente ad altri comuni dello stesso territorio. Nella totalità dei casi emerge come l'obiettivo finale sia quello di fare una comparazione con altri enti di uguale scala. In alcuni rari casi viene costruito un indice riferito alla totalità dei comuni facenti parte del territorio preso come riferimento. Rodrigues & Franco (2020) e Salvati & Carlucci (2014) considerano rispettivamente tutte le 308 municipalità portoghesi e tutti gli 8100 comuni italiani. In altri casi vengono considerati solo enti locali di livello superiore come possono essere province, come Bonnet *et al.* (2021) oppure regioni come Floridi *et al.* (2011). Un aspetto decisivo nella scelta della scala per la costruzione dell'indice risulta essere la disponibilità di dati.

Riguardo alle dimensioni della sostenibilità considerate dai diversi autori si nota come sia ampiamente diffuso l'utilizzo della classica suddivisione: economia, ambiente e società a suggerimento che oggi risulta consolidato il concetto di sostenibilità e dal fatto che viene affrontato nella sua multidimensionalità. La dimensione istituzionale viene considerata separatamente alle altre soltanto in pochi studi come in Lee & Huang (2007) e in van Dijk & Mingshun (2005) mentre si evidenzia che risulta prevalentemente inclusa la dimensione sociale. Si nota inoltre che, in generale, il numero di indicatori scelti per la costruzione dell'indice composito difficilmente superano le 100 unità.

Sulla metodologia utilizzata per la costruzione degli indici di sostenibilità vengono prevalentemente seguite le linee guida elaborate da OECD, a dimostrazione che queste risultano oggi riconosciute a livello internazionale. Inoltre, Floridi *et al.* (2011), Luzzati & Gucciardi (2015), Kondyli (2010), Rodrigues & Franco (2020) operano un'analisi sulla robustezza finale dei risultati ottenuti. Questo processo è molto importante in quanto in ogni fase di costruzione dell'indice composito si operano inevitabili scelte soggettive che portano ad alcuni elementi di incertezza sui risultati (Floridi *et al.*, 2011) Per ovviare il più possibile a questo limite, si tratta di calcolare ulteriori indici compositi utilizzando modalità equivalenti in modo tale da confrontare i risultati.

Un'ultima osservazione che emerge è che pochi studi considerano indicatori riferiti ad annualità uniformi. Infatti, si nota, di frequente, la tendenza a costruire l'indice con indicatori raccolti in annualità differenti. Luzzati & Gucciardi (2015), per esempio, considera indicatori riferiti ad annualità che vanno dal 2008 al 2012. Tuttavia, si riscontrano anche articoli che considerano annualità uniformi come Lee & Huang (2007) i quali osservano l'evoluzione del proprio indice composito nel tempo, dal 1994 al 2004, nella città di Taipei.

2.8 Conclusioni

In questo capitolo si è compreso come la sostenibilità sia un concetto estremamente complesso, costituito da molti fattori che sono tra loro tutti interconnessi. Benché il concetto di sostenibilità venga ormai da tutti considerato nel suo aspetto multidimensionale, questo viene circoscritto con indicatori piuttosto diversi tra loro. In questo senso, dallo studio della letteratura, emerge che sono pochi gli studi che propongono la misurazione della sostenibilità mediante indici e che si fondano su un quadro comune e consolidato di indicatori, come possono essere quelli suggeriti dall'Ufficio Statistico dell'Unione Europea (EUROSTAT) oppure dalla recente Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. A questo si deve aggiungere la constatazione di una scarsità di studi in letteratura riguardanti la misurazione della sostenibilità attraverso indici compositi nel territorio italiano e in particolare riferiti alla realtà comunale.

In Italia, attualmente, manca un allineamento chiaro nel monitoraggio della sostenibilità da parte delle istituzioni più prossime al cittadino, quali sono i comuni, che registrano importanti ritardi, nel raggiungimento degli obiettivi verso la sostenibilità fissati dall'Agenda 2030.

Nel capitolo successivo verranno descritti gli aspetti metodologici che caratterizzano la progettazione dell'indice composito di sostenibilità a carattere comunale, seguendo le linee guida dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) e del Joint Research Centre (JRC) della Commissione europea.

CAPITOLO 3

METODOLOGIA:

LA COSTRUZIONE DELL'INDICE COMPOSITO

3.1 Introduzione

Gli indici compositi sono spesso utilizzati dagli uffici statistici e dalle organizzazioni nazionali o internazionali per trasmettere informazioni sullo stato dei Paesi, o più in generale, sullo stato di settori quali l'ambiente, l'economia, la società o lo sviluppo tecnologico (Saisana *et. al.*, 2002).

L'obiettivo del presente capitolo è quello di presentare e approfondire nel dettaglio le fasi metodologiche che portano alla costruzione dell'indice composito di sostenibilità a carattere comunale. L'indice è stato costruito seguendo le linee guida dell'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD) e del Joint research center (JRC) della Commissione europea (Nardo *et al.*, 2005, 2008). Il procedimento prevede la preliminare raccolta di dati grezzi editi da fonti pubbliche (dati secondari) per procedere poi alla normalizzazione, pesatura e aggregazione degli indicatori comunali con il fine di convergere tutte le informazioni in un singolo indice. Viene quindi specificata la modalità attraverso cui si esegue l'analisi di robustezza dell'indice calcolato allo scopo di limitare il rischio di interpretazioni semplicistiche e ridurre l'incertezza.

3.2 Le linee guida OECD e JRC

Negli anni sono state suggerite diverse linee guida per la costruzione di indici compositi. Tra queste, come si evince dall'analisi di letteratura del capitolo 2, le più utilizzate e riconosciute a livello internazionale sono quelle OECD e JRC. Gli steps metodologici suggeriti da entrambe le linee guida e seguiti nel presente lavoro sono i seguenti:

1. Scelta del quadro logico;
2. Selezione degli indicatori;
3. Imputazione dei dati mancanti;
4. Analisi multivariata;
5. Normalizzazione;
6. Pesatura e aggregazione;
7. Analisi di incertezza e sensibilità;
8. Visualizzazione dei risultati.

In tabella 2 si riportano gli otto steps suggeriti da OECD e JRC, seguiti, nel presente lavoro di tesi, da una sintetica descrizione e rassegna degli obiettivi che i singoli intendono perseguire.

Tabella 2: Step raccomandati nella costruzione di indici composti secondo OECD e JRC (Nardo et al., 2005, 2008)

	Step	Obiettivi
1	<i>Quadro teorico</i> Fornisce la base per la selezione e la combinazione delle variabili in un indicatore composito	<ul style="list-style-type: none"> ● Avere una chiara comprensione e definizione del fenomeno multidimensionale da misurare. ● Strutturare i vari sottogruppi del fenomeno
2	<i>Selezione degli indicatori</i> Si basa sulla solidità analitica, sulla copertura per paese e rilevanza degli indicatori rispetto al fenomeno misurato	<ul style="list-style-type: none"> ● Verificare la qualità degli indicatori disponibili. ● Discutere i punti di forza e di debolezza di ogni selezionato indicatore.
3	<i>Imputazione di dati mancanti</i> È necessario per fornire un set di dati completo	<ul style="list-style-type: none"> ● Stimare i valori mancanti ● Fornire una misura dell'affidabilità di ciascun valore imputato ● Discutere la presenza di valori anomali nel set di dati

4	<p><i>Analisi multivariata</i></p> <p>Viene utilizzata per studiare la struttura complessiva del set di dati, valutarne l'adeguatezza e guidare le successive scelte metodologiche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificare gruppi di indicatori o gruppi di paesi statisticamente “simili” e fornire un'interpretazione dei risultati. ● Confrontare la struttura statisticamente determinata del set di dati con il quadro teorico e discutere le possibili differenze.
5	<p><i>Normalizzazione</i></p> <p>Viene effettuata per rendere le variabili comparabili</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Discutere la presenza di valori anomali nel set di dati in quanto potrebbero diventare benchmark non intenzionali. ● Trasformare indicatori altamente sbilanciati, se necessario.
6	<p><i>Pesatura e aggregazione</i></p> <p>Vengono eseguite sulla falsariga della teoria sottostante struttura</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Permette di selezionare le procedure di ponderazione e aggregazione appropriate che rispettino sia il quadro teorico che le proprietà dei dati. ● Discutere se dovrebbe essere consentita la compensabilità tra gli indicatori
7	<p><i>Analisi di incertezza e sensibilità</i></p> <p>Vengono intraprese per valutare la robustezza dell'indicatore composito costruito</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificare tutte le possibili fonti di incertezza nello sviluppo dell'indicatore composito e accompagnare i punteggi compositi e le classifiche con limiti di incertezza. ● Condurre un'analisi di sensitività dell'inferenza (ipotesi) e determinare quali fonti di incertezza sono più influenti nei punteggi e/o nelle classifiche.
8	<p><i>Visualizzazione dei risultati</i></p> <p>La visualizzazione può influenzare (o aiutare a migliorare) l'interpretabilità</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificare un insieme coerente di strumenti di presentazione per il pubblico mirato. ● Selezionare la tecnica di visualizzazione che comunica la maggior parte delle informazioni. ● Presentare i risultati dell'indicatore composito in modo chiaro e accurato.

3.3 Il quadro teorico

What is badly defined is likely to be badly measured
(Nardo et al., 2008, pag.22)

Questo primo passaggio ha come obiettivo quello di definire chiaramente il fenomeno che si vuole misurare e i suoi sottocomponenti (Nardo et al., 2008). Il concetto di sostenibilità è stato approfondito nel suo significato e nella sua struttura, ossia nelle sue dimensioni, nella prima parte del capitolo 2. Si tratta di un concetto complesso che, come tale, va considerato nella sua multidimensionalità costituita dalle quattro dimensioni: sociale, economica, ambientale ed istituzionale.

Va evidenziato che, a causa della disponibilità limitata di dati secondari a livello comunale, non è stato possibile adottare il quadro teorico di riferimento relativo agli attuali obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 e quindi l'intero sistema degli indicatori previsti in tale ambito.

Dall'analisi dei dati secondari è infatti emerso che molti indicatori riferiti agli SDGs non sono disponibili per tutti i comuni o vengono prodotti solo occasionalmente. Si è preferito, pertanto, cambiare approccio cercando di valorizzare al meglio i dati pubblici attualmente disponibili per proporre degli indici altrettanto validi tali da poter misurare la sostenibilità su scala comunale e costruire, uno strumento operativo su scala comunale.

Strumenti alternativi sono, ad esempio, a livello italiano, la proposta di indicatori su scala comunale della Rete dei Comuni Sostenibili basata sui 17 obiettivi di sostenibilità stabiliti dalle Nazioni Unite (<https://www.comunisostenibili.eu/>). Parimenti, a livello europeo, esiste la proposta del set di indicatori dell'Unione Europea nell'ambito dell'Agenda 2030, che sono stati poi tradotti, nel contesto italiano, nei 12 obiettivi del Benessere Equo e Sostenibile (BES) ([https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-\(bes\)-](https://www.istat.it/it/benessere-e-sostenibilit%C3%A0/la-misurazione-del-benessere-(bes)-)). Queste proposte operative incontrano però delle limitazioni che verranno di seguito specificate.

3.4 Selezione delle variabili

The quality of composite indicators depends also on the quality of the underlying indicators (Nardo et al., 2005, pag.119)

Sebbene la scelta degli indicatori debba essere guidata dal quadro teorico utilizzato per la comprensione ed analisi del concetto considerato, il processo di selezione dei dati può risultare alterato dal fatto che non sussiste un insieme di indicatori unicamente accettato per l'analisi di un concetto multidimensionale (Nardo *et al.*, 2008).

I punti di forza e di debolezza degli indicatori composti derivano, in gran parte, dalla qualità delle variabili considerate. Idealmente, le variabili dovrebbero essere selezionate sulla base della loro pertinenza, solidità analitica e accessibilità (Nardo *et al.*, 2008).

In questo lavoro, il primo approccio verso la scelta dei dati grezzi secondari pertinenti alle quattro dimensioni della sostenibilità è stato guidato da considerazioni meramente teoriche. Anche se la disponibilità di dati attendibili a livello comunale risulta un aspetto piuttosto vincolante, nella selezione dei dati sono state considerate le sei dimensioni di qualità per i dati grezzi definite dall'OCSE: rilevanza, accuratezza, tempestività, accessibilità, interpretabilità e coerenza.

Rilevanza: per rilevanza dei dati, si intende la valutazione qualitativa del valore che gli stessi apportano (Nardo *et al.*, 2008). Nel presente studio, la rilevanza dei dati è stata valutata considerando lo scopo generale dell'indicatore composito finale. Per ogni dato scelto si è, pertanto, risposto alla domanda: *quanto è rilevante quel dato per definire una specifica dimensione del concetto di sostenibilità?*

Accuratezza: “L'accuratezza dei dati grezzi è il grado in cui essi stimano o descrivono correttamente le quantità o le caratteristiche che sono destinati a misurare” (Nardo *et al.*, 2008, pag. 46). Tale dimensione si riferisce alla vicinanza tra i valori forniti e i valori reali ed è, pertanto, strettamente legata alla credibilità della fonte da cui si traggono i dati.

In questo lavoro di tesi, i dati forniti da fonti ufficiali – come possono essere istituti statistici nazionali o altri enti pubblici che operano in base a regolamenti o codici di condotta – sono stati preferiti rispetto a quelli di altre fonti.

Tempestività: la tempestività di un dato riflette l'intervallo di tempo che intercorre tra il momento in cui esso viene pubblicato e il manifestarsi del fenomeno che viene descritto. Ai fini del presente lavoro di tesi, si è risposto alla domanda : *il dato describe la situazione dell'anno a cui fa riferimento?*

Accessibilità: l'accessibilità riflette la rapidità con cui è possibile individuare e accedere ai dati. Si tratta di un aspetto che può incidere sul costo complessivo di produzione e sull'aggiornamento dell'indicatore nel tempo (Nardo *et al.*, 2008). La domanda guida per questa dimensione è stata: *il dato scelto è di facile accesso?*

Interpretabilità: questa dimensione qualitativa riflette la facilità con cui l'utente può comprendere, utilizzare e analizzare correttamente i dati. La valutazione dell'interpretabilità risponde pertanto al quesito: *i dati raccolti sono di facile comprensione?*

Coerenza: va distinta la coerenza nel tempo e tra Paesi. La coerenza nel tempo implica che i dati si basino su concetti, definizioni e metodologie comuni nel tempo. La coerenza tra i Paesi implica che da Paese a Paese i dati siano basati su concetti, definizioni, classificazioni e metodologie comuni (Nardo *et al.*, 2008).

In figura 2, si riassume nel dettaglio la procedura compiuta riguardo lo step di selezione delle variabili.

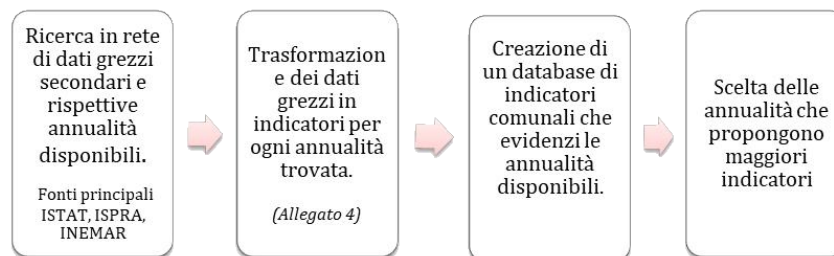


Figura 2: I passaggi effettuati riguardo lo step generale di selezione delle variabili

Nei sottoparagrafi successivi saranno approfonditi nel dettaglio i passaggi sopra indicati, riferiti alla selezione delle variabili, in modo tale da comprendere il processo che ha portato a proporre 57 indicatori riferiti ad annualità uniformi.

3.4.1 Dato grezzo

Si descrive il primo passaggio in riferimento alla ricerca in rete di dati secondari editi da fonti pubbliche. Questi dati, vengono solitamente raccolti da enti quali istituti di ricerca, agenzie pubbliche e ministeri, e sono, quindi, reperibili da fonti esterne, sia pubbliche che private. La principale fonte di dati secondari in Italia è l'Istat, l'Istituto Nazionale di Statistica (Marbach, 2000).

Inizialmente, sono stati raccolti 104 dati grezzi riferiti a ciascuno dei comuni facenti parte della provincia di Vicenza. Le principali fonti dei dati sono:

- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) (<https://www.istat.it/it/archivio/comuni>). Tale fonte si riferisce ai dati raccolti in riferimento agli aspetti socioeconomici dei comuni come, per esempio, la spesa per i servizi sociali o il tasso di disoccupazione.
- Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) (<https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati>). Tale fonte si riferisce a dati ambientali come, ad esempio, il consumo di suolo comunale.

- Inventario Emissioni Aria (INEMAR), si tratta di un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni della regione Veneto (Regione Veneto, nd). (<https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/open-data/atmosfera/dati-comunali-emissioni-inemar-veneto>). Tale fonte si riferisce alle emissioni inquinanti comunali.
- Ministero Economia e Finanze (MEF) (<https://www.finanze.gov.it/it/statistiche-fiscali/>). Tale fonte è in riferimento ai dati secondari provenienti dalle dichiarazioni fiscali dei cittadini.
- Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) (<https://www.regione.veneto.it/web/ptrc/ptrc>). Tale fonte si riferisce ad aspetti ambientali.

È da specificare che nel caso della fonte INEMAR i dati sono raccolti sistematicamente soltanto nelle regioni italiane dove è attivo tale inventario, nello specifico : Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Marche, Puglia, Provincia Autonoma di Trento e Provincia Autonoma di Bolzano. (Fonte: <https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>).

Riguardo invece i dati PTRC, va sottolineato che i dati estratti provengono da una personale elaborazione GIS effettuata avvalendosi degli *shapefile* riferiti alle 12 tavole del PTRC della regione Veneto. Ciascun comune della provincia di Vicenza è stato attentamente vagliato, estraendo informazioni rilevanti non già reperite in altro indicatore fornito da enti pubblici regionali, come, ad esempio, ARPAV. Questa ulteriore ricerca costituisce un importante valore aggiunto al presente lavoro di tesi.

3.4.2. Trasformazione del dato grezzo in indicatore

Per descrivere il passaggio successivo alla raccolta dati, ovvero la trasformazione del dato grezzo in indicatore, risulta prima opportuno fornire la definizione generale di indicatore.

Un indicatore viene definito come “*una misura quantitativa o qualitativa derivata da una serie di fatti osservati che possono rivelare posizioni relative (ad es. di un Paese) in una*

determinata area” (OECD, 2005, pag. 13). Si tratta di un dato elaborato e costruito rapportando un dato “grezzo” ad un altro che ne costituisce una base di riferimento (per esempio il reddito pro-capite) (ISTAT, n.d).

In accordo con Golusin (2009), le principali caratteristiche di un indicatore sono:

1. *Rilevanza in relazione allo scopo*: deve cioè mostrare caratteristiche importanti di un sottosistema monitorato.
2. *Comprensibilità*: un indicatore deve riportare informazioni comprensibili al pubblico, non solo agli esperti delle aree monitorate.
3. *Affidabilità*: le informazioni incorporate nell'indicatore devono essere accurate.

In questo senso, nel presente lavoro di tesi, è nata la necessità, di trasformare alcune variabili in indicatori (allegato 2). Per esempio, le emissioni di PM₁₀ in kg sono state modificate in emissioni di PM₁₀ pro capite, dividendo i kg di PM₁₀ emessi da ciascun comune per i rispettivi abitanti nell'annualità presa come riferimento. Si precisa, che 74 variabili sono state raccolte già sotto forma di indicatore.

Disponendo unicamente di indicatori, anziché variabili, è stato possibile rilevare la posizione relativa di un certo comune rispetto agli altri.

Infine, sono state selezionate le annualità in base al numero di indicatori disponibili, in particolare queste sono risultate: 2015 e 2017. Per entrambe, infatti, si ha la disponibilità di 57 indicatori su 89 totali.

Al termine di questo secondo step metodologico, raccomandato da OECD e JRC, si sono considerati indicatori riferiti alle annualità diverse 2015 e 2017.

Il terzo step metodologico, riguardante l'imputazione di dati mancanti, non è stato considerato in quanto sono stati selezionati a priori variabili con dati completi per ogni comune.

3.5 Analisi multivariata

Multivariate statistics is a powerful tool or investigating the inherent structure in the indicators' set (Nardo et al., 2005, pag.119)

Con il termine “analisi multivariata” si indica quell'insieme di metodi statistici usati per analizzare simultaneamente più caratteri (Marchetti, 1997) con l'intento di descrivere la struttura del set di dati in possesso. In questo contesto, tale analisi si rende necessaria in quanto i singoli indicatori sono talvolta selezionati in modo arbitrario, senza considerare propriamente le interrelazioni che potrebbero sussistere tra loro (Nardo, 2008). Questo passaggio risulta essere particolarmente importante perché fornirà le basi per le scelte metodologiche successive, quali la pesatura e l'aggregazione. Infatti, nel caso di modalità di pesatura equa per ogni indicatore, può accadere che combinando variabili con un alto grado di correlazione, si introduca nell'indice un elemento di doppio conteggio. Ovvero, se nell'indice composito sono inclusi due indicatori collineari con peso di w_1 e w_2 , la dimensione unica che i due indicatori misurano avrebbe peso $(w_1 + w_2)$ nell'indice composito (Nardo *et al.*, 2008) e porterebbe così ad un indice alterato rispetto alla realtà. Ne risulta che, conoscendo le correlazioni tra indicatori, si potrà regolare la pesatura e spiegare questo fenomeno anche a posteriori .

Nel presente lavoro di tesi, l'analisi multivariata è stata condotta con il fine ultimo di mantenere soltanto gli indicatori che mostrano un basso grado di correlazione tra loro. Per descrivere la struttura del set di dati e studiare la correlazione tra le variabili, si è utilizzato il coefficiente di correlazione di Pearson ρ . Va considerato, inoltre, che ridurre al minimo il numero di variabili nell'indice può essere auspicabile per altri motivi, come la trasparenza e la parsimonia (Nardo, 2008).

Prima di applicare la correlazione statistica ne sono state verificate le assunzioni. Dalle analisi preliminari è emerso che la relazione tra tutti gli indicatori è lineare e che le variabili sono distribuite secondo una normale.

Il coefficiente di correlazione di Pearson (1) si calcola come rapporto tra la covarianza delle due variabili e il prodotto delle loro deviazioni standard.

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum_i(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{(n-1)s_x s_y} \quad (1)$$

Si tratta di un'analisi della interdipendenza tra due variabili statistiche x_1 e x_2 . Si è confrontato a coppie i valori degli indicatori appartenenti alla stessa dimensione nell'interesse di conoscerne il grado di associazione. Il coefficiente di correlazione (ρ) varia da -1 a +1 (Figura 3): valori elevati in valore assoluto indicano una forte correlazione tra indicatori, mentre valori bassi o pari a zero indicano una relazione scarsa o nulla tra indicatori (Nardo *et al.*, 2008). Valori positivi indicano che x_1 cresce all'aumentare di x_2 , mentre valori negativi indicano che x_1 decresce all'aumentare di x_2 .



Figura 3: scala del coefficiente di correlazione ρ

In figura 4 si riepiloga la procedura compiuta riguardo lo step di selezione delle variabili.



Figura 4: Schematizzazione del procedimento riguardo lo step analisi multivariata

3.6 Normalizzazione

Avoid adding up apples and pears.

(Nardo et al., 2005, pag.120)

La normalizzazione risulta necessaria prima di qualsiasi aggregazione di dati poiché gli indicatori in un set di dati hanno spesso unità di misura diverse (Nardo *et al.*, 2008). In letteratura si riporta un ampio set di metodi di normalizzazione (Freudenberg, 2003; Jacobs *et al.*, 2004), tra i più comuni è possibile citare la standardizzazione, la metodica Min-Max, la distanza dal target e la distanza dalla media (Nardo *et al.*, 2005).

L'obiettivo di questo step metodologico è, quindi, quello di rendere comparabili tra loro gli indicatori. Per far ciò risulta fondamentale considerare un ulteriore aspetto, la polarità degli indicatori. La polarità (o verso) di un indicatore è il segno della relazione tra l'indicatore e il fenomeno da misurare (ISTAT, n.d). Per scegliere la “direzione” di ogni indicatore, è stato verificato per ciascuno di essi se la sostenibilità aumenta o diminuisce con i valori dell'indicatore. Per esempio, gli indicatori *emissioni di PM₁₀* o *indice di sofferenza economica* presentano una relazione negativa con la sostenibilità, ovvero più il loro valore è basso, più la sostenibilità è alta, mentre gli indicatori *corridoi ecologici* e *iscritti a corsi universitari* presentano una relazione positiva con la stessa, ovvero un loro aumento implica maggiore sostenibilità.

Gli indicatori sono stati normalizzati utilizzando la standardizzazione (o metodo dello z-score), con successivo ridimensionamento dei valori su scala 0 a 100 attraverso il calcolo del rango percentile.

Il metodo dello z-score è una tecnica che permette di normalizzare i dati in possesso sulla base della media e deviazione standard del campione di dati fornito. Di seguito si riportano le formule utilizzate per normalizzare i dati secondo tale metodo.

L'equazione (2) è stata applicata agli indicatori con una relazione positiva con la sostenibilità mentre l'equazione (3) è stata applicata agli indicatori con una relazione negativa con la sostenibilità.

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - x_{qc=\bar{c}}^t}{\sigma_{qc=\bar{c}}^t} \quad (2)$$

$$I_{qc}^t = - \frac{x_{qc}^t - x_{qc=\bar{c}}^t}{\sigma_{qc=\bar{c}}^t} \quad (3)$$

Dove:

- I_{qc}^t rappresenta il valore normalizzato del singolo indicatore q per il comune c al tempo t .
- x_{qc}^t rappresenta il valore grezzo del singolo indicatore q per il comune c al tempo t , con $q=1, \dots, Q$ e $c=1, \dots, M$
- $\sigma_{qc=\bar{c}}^t$ rappresenta la deviazione standard dell'indicatore q , calcolata sui valori di tutti i comuni c al tempo t
- $x_{qc=\bar{c}}^t$: rappresenta la media dei valori dell'indicatore q , calcolata sui valori di tutti i comuni c al tempo t

La tecnica dello z-score converte i valori degli indicatori ad una scala comune con media zero e deviazione standard pari a 1. Se un valore è esattamente uguale alla media di tutti i valori dell'indicatore, sarà normalizzato a 0. Se il valore è sotto la media, sarà fornito un valore normalizzato negativo, se sopra la media un numero positivo. In questo caso, la dimensione dei valori normalizzati positivi o negativi è determinata dalla deviazione standard dei valori originali (Luzzati & Gucciardi, 2015).

Questa tecnica gestisce i valori anomali ma non produce valori normalizzati con la stessa scala, come invece avviene per altre tecniche di normalizzazione utilizzate nell'analisi di robustezza (per esempio, metodo min-max). Pertanto, viene utilizzato il

rango percentile per ridimensionare i valori ad una scala 0-100, in previsione dell'analisi di robustezza successiva (Floridi *et al.* 2011).

3.7 Pesatura e aggregazione

*Relative importance of the indicators and compensability issues
(Nardo et al., 2005, pag.120)*

Non esiste una metodologia universalmente accettata per pesare i singoli indicatori (Nardo *et al.*, 2008). Ai fini del presente lavoro di tesi, si è scelto di applicare lo stesso peso alle quattro dimensioni della sostenibilità considerate in linea con il concetto di sostenibilità che deve assicurare un adeguato allineamento tra le dimensioni sottostanti (Ben-Eli, 2015). In questo modo il peso finale del singolo indicatore all'interno delle diverse dimensioni dipende dal numero di indicatori presenti all'interno di ciascuna dimensione.

Si consideri che non è stato necessario modificare i pesi secondo i gradi di correlazione esistenti tra gli indicatori in quanto si è scelto di eliminare alcuni indicatori per avere soltanto variabili tra loro non correlate.

Una volta scelto il tipo di pesatura si è passati all'aggregazione dei dati. Questo passaggio ha la finalità di definire delle classifiche funzionali al confronto dei comuni.

Si è operata una aggregazione lineare (4) la quale consiste nella sommatoria dei singoli indicatori pesati e normalizzati.

Con questa modalità di aggregazione la compensabilità è costante, ciò significa che le scarse performance di un indicatore possono essere completamente compensate da quelle buone in un altro indicatore (Luzzati & Gucciardi, 2015).

Si riporta di seguito la formula dell'aggregazione lineare utilizzata.

$$CI_c = \sum_{q=1}^Q w_q I_{qc} \quad (4)$$

Con $\sum_q w_q = 1$ e $0 \leq w_q \leq 1$, per tutti $q = 1, \dots, Q$ e $c = 1, \dots, M$.

Dove:

- CI_c rappresenta il valore dell'indicatore composito per il comune c al tempo t .
- w_q rappresenta il peso associato al singolo indicatore q .
- I_{qc} rappresenta il valore normalizzato del singolo indicatore q per il comune c al tempo t .

A seguito dell' aggregazione dei dati si avrà un valore per comune che riassume tutti i passaggi precedentemente descritti. In base a quest'ultimo è stata stilata poi una classifica, ovvero si è calcolato il rango di ciascun comune sul totale di comuni.

In tabella 3 si riassumono le tecniche utilizzate per la costruzione dell'indice composito

Tabella 3: Tecniche originarie utilizzate per costruire l'indice composito di sostenibilità

NORMALIZZAZIONE	PESATURA	AGGREGAZIONE
Z-SCORE	Stesso peso per ciascuna dimensione	Lineare

3.8 Analisi di incertezza e sensibilità

The iterative use of uncertainty and sensitivity analysis during the development of a composite indicator can contribute to its well-structuring (Nardo et al., 2005, pag.120)

Quest'ultimo step consiste nel calcolare la robustezza dell'indice precedentemente calcolato al fine di stilare una classifica di sostenibilità dei comuni della provincia vicentina.

In ogni step di costruzione dell'indice sono state prese delle inevitabili scelte soggettive che portano una certa fonte di incertezza sui risultati.

Il vantaggio di effettuare l'analisi di incertezza e sensibilità è duplice. Da un lato, permette di distinguere tra comuni la cui posizione in classifica è piuttosto certa e affidabile rispetto ad altri comuni per i quali cambia in maniera consistente al variare della costruzione del composito. Dall'altro lato, permette di presentare un intervallo di punteggi plausibili anziché singoli punteggi. Quest'ultimo rappresenta un aspetto importante perché comunicare le incertezze intrinseche dello studio contribuisce a limitare il rischio di interpretazioni semplicistiche degli indici composti (Floridi *et al.*, 2011).

A tal fine si è quindi ricalcolato l'indice composito utilizzando i seguenti metodi di normalizzazione: ranking, min-max, distanza dalla media e distanza dal comune migliore. Si descrivono di seguito tali tecniche.

1) Min-max

Normalizza gli indicatori, definendoli all'interno di un range con estremi [0, 1]. Questo viene effettuato sottraendo il minimo valore osservato all'interno della serie e dividendo per la distanza definita tra il valore minimo ed il valore massimo osservato nella stessa serie considerata. Come si può intuire tale tecnica di normalizzazione si basa sull'intervallo piuttosto che sulla deviazione standard come lo z-score. Esso è basato sulla considerazione che i valori estremi dell'intervallo (minimo e massimo) potrebbero essere valori anomali inaffidabili e avere un effetto di distorsione sull'indicatore trasformato. È necessario, quindi, normalizzare gli indicatori in modo che abbiano tutti un intervallo identico, in questo caso 0-100. Ciascuna variabile standardizzata, quindi, va da 0 (il contributo più alto alla sostenibilità comunale) a 100 (il contributo più basso alla sostenibilità comunale).

Va notato che per valori dell'indicatore che si trovano all'interno di un intervallo con range molto piccolo, quest'ultimo viene ampliato aumentando così esplicitamente l'effetto sull'indicatore composito più di quanto farebbero usando il metodo z-score (Luzzati & Gucciardi, 2015).

La normalizzazione con la tecnica Min-max è stata effettuata con le seguenti formule:

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^t)}{\max_c(x_q^t) - \min_c(x_q^t)} \times 100 \quad (5)$$

$$I_{qc}^t = 100 - \frac{x_{qc}^t - \min_c(x_q^t)}{\max_c(x_q^t) - \min_c(x_q^t)} \times 100 \quad (6)$$

L'equazione (5) è stata applicata agli indicatori mediante relazione positiva alla sostenibilità, mentre l'equazione (6) è stata applicata agli indicatori con una relazione negativa alla sostenibilità.

2) Ranking

Si tratta della tecnica di normalizzazione più facile in quanto effettua la semplice classificazione dei valori. Ciascuna variabile standardizzata, quindi, va da 1 a quanti sono i comuni della provincia di Vicenza, ovvero 114.

Si riporta di seguito la formula utilizzata

$$I_{qc}^t = Rank(x_{qc}^t) \quad (7)$$

Questo metodo non risente degli outlier e consente di seguire nel tempo l'andamento dei paesi in termini di posizioni relative (classifiche) (Nardo *et al.*, 2008).

Per le successive tecniche di normalizzazione è stato necessario calcolare i valori inversi (8) degli indicatori con “polarità” negativa, ovvero agli indicatori con una relazione negativa con la sostenibilità. Questo si è reso necessario in quanto tali tecniche, a differenza delle precedenti, si basano su un valore di riferimento.

$$V_i = \max_c(x_q^t) + \min_c(x_q^t) - x_{qc}^t \quad (8)$$

3) Distanza dalla media

Secondo questo metodo di normalizzazione i valori comunali di ciascun indicatore sono stati normalizzati come distanza dalla media provinciale.

Ogni dato normalizzato misura una posizione relativa nei confronti di un valore di riferimento, ovvero la media della serie di dati che in questo lavoro di tesi coincide con la media provinciale.

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}}{x_{qc=\bar{c}}} \quad (9)$$

Dove:

- I_{qc}^t rappresenta il valore normalizzato del singolo indicatore q per il comune c al tempo t .
- x_{qc}^t rappresenta il valore grezzo del singolo indicatore q per il comune c al tempo t , con $q=1,..Q$ e $c=1,..,M$
- $x_{qc=\bar{c}}^t$: rappresenta la media dei valori dell'indicatore q , calcolata sui valori di tutti i comuni c al tempo t

4) Distanza dal valore leader

Secondo questo metodo di normalizzazione i valori comunali sono stati normalizzati come distanza dal comune con la migliore prestazione rispetto a quel determinato indicatore.

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}}{\max_c(x_q^t)} \quad (10)$$

Nell'analisi di robustezza si è considerato un ulteriore schema di pesatura, ovvero

Nell'analisi di robustezza si è considerato un ulteriore schema di pesatura, ovvero "stesso peso per ogni indicatore".

Ogni indicatore ha ricevuto così un peso pari a 1/43. A differenza del metodo implementato nel calcolo dell'indice originale, le quattro dimensioni hanno diversa importanza; per esempio, la dimensione ambientale riceve un peso di 17/43, quella economica e quella sociale 9/43 mentre quella istituzionale 8/43. Con questa modalità di pesatura la dimensione ambientale risulterà avere il peso maggiore, si prevede quindi una classifica piuttosto diversa rispetto all'altro schema di pesatura considerato "stesso peso per ogni dimensione".

Si riassumono in tabella 4 le rispettive tecniche di normalizzazione e pesatura utilizzate per costruire ciascuno dei nove indici utilizzati per l'analisi di robustezza.

Tabella 4: Tecniche di normalizzazione e pesatura per ogni ulteriore indice composito costruito nell'analisi di robustezza

	<i>NORMALIZZAZIONE</i>	<i>PESATURA</i>
1	Z-score	Stesso peso per ciascun indicatore
2	Min-max	Stesso peso per ciascuna dimensione
3	Min-max	Stesso peso per ciascun indicatore
4	Ranking	Stesso peso per ciascuna dimensione
5	Ranking	Stesso peso per ciascun indicatore
6	Distanza dalla media	Stesso peso per ciascuna dimensione
7	Distanza dalla media	Stesso peso per ciascun indicatore
8	Distanza dal valore leader	Stesso peso per ciascuna dimensione
9	Distanza dal valore leader	Stesso peso per ciascun indicatore

Una volta ottenuti i nove diversi punteggi dell'indice composito riferiti a ciascun comune si sono stilate le classifiche risultanti, ovvero si è calcolato il rango di ciascun comune sul totale dei comuni per ogni indice calcolato. Infine, si è verificata la

concordanza delle posizioni in classifica ottenute con ciascun indice per ciascun comune.

L'analisi di robustezza è stata quindi presentata tramite formato tabellare. Le variabili considerate sono rappresentate dai 114 comuni e dalla loro posizione in classifica. Ogni cella indica, pertanto, con quale frequenza (sulla classifica calcolata) un determinato comune ottiene la posizione corrispondente.

3.9 Visualizzazione dei risultati

La visualizzazione dei risultati dell'indice composito è l'ultimo step metodologico proposto dalle linee guida OECD e JRC. Questo risulta importante, quanto gli step precedenti, in quanto il modo con cui si presentano i risultati ottenuti può migliorare o complicare l'interpretazione del già complesso concetto di sostenibilità e portare, talvolta, a considerazioni errate (Nardo *et al.*, 2008).

La letteratura propone vari modi per presentare i risultati degli indici compositi. Si possono adottare forme semplici quali, tabelle, grafici a barre, oppure figure più sofisticate come il modello a quattro quadranti per la sostenibilità o dashboard (Nardo *et al.*, 2008).

Nel presente lavoro di tesi ai fini della presentazione dei dati, si è fatto uso di mappe statiche create tramite software GIS e di una dashboard interattiva riassuntiva creata tramite software ArcGIS. Queste modalità sono state preferite, rispetto a grafici o tabelle, in quanto permettono di fornire agli utenti, e ai decisori pubblici, un quadro immediato e accurato della sostenibilità e delle sue specifiche dimensioni riferite ai 114 comuni della provincia di Vicenza. Questo, per esempio, può risultare particolarmente utile per agevolare la comparazione tra zone geografiche diverse.

Le mappe sono state realizzate tramite software GIS apportando a ciascun layer uno stile graduato con una scala di colori che va dal rosso (per i punteggi più bassi) al verde (per i punteggi più alti). A tale riguardo, è doveroso specificare che, per rappresentare graficamente i punteggi dell'indice di sostenibilità di ciascun comune, si è scelto di optare

per una classificazione ad intervallo naturale che utilizza il metodo di ottimizzazione di Jenks. Lo stesso metodo si concretizza nel raggruppamento di dati in classi, in modo tale da ridurre al minimo la varianza all'interno della classe e massimizzare la varianza tra le stesse. Si concretizza, pertanto, attraverso lo spostamento di un valore di dati dalla classe con le maggiori deviazioni dalla media dell'array alla classe con le deviazioni più basse fino a quando la somma delle deviazioni all'interno della classe raggiunge un valore minimo (Jiang, 2011).

Tale metodo è stato progettato per determinare la migliore disposizione dei valori in classi diverse in quanto si caratterizza per una buona adattabilità ed alta precisione nella divisione delle classi, soprattutto quando ci si riferisce ad un contesto geografico (Chen *et al.*, 2013).

In figura 5 si riporta la legenda che permette l'interpretazione di tutte le mappe presentate. Sono state scelte cinque classi diverse raffigurate con una scala di colore che va dal rosso scuro (indicatore peggiore) al verde scuro (indicatore migliore).

La legenda è stata costruita in modo da evidenziare come la misurazione tramite indici compositi adotta un concetto di sostenibilità relativo.

È bene evidenziare che nel presente lavoro di tesi non sono stati considerati benchmark rispetto ai temi della sostenibilità ma sono stati messi a confronto, su 43 indicatori, diversi comuni. Per esempio, un comune viene considerato “peggiore”, in termini di sostenibilità in quanto presenta i punteggi più bassi in confronto ad altri.

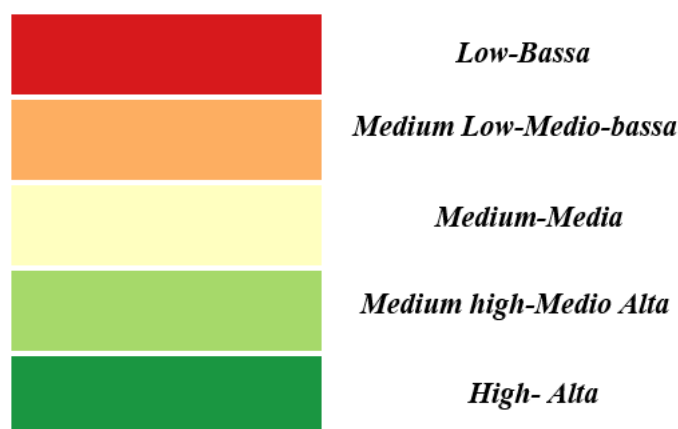


Figura 5: Legenda delle mappe presentate. Fonte: ns. elaborazione

3.10 Conclusioni

In questo capitolo si è descritta nel dettaglio la modalità operativa per la costruzione dell'indice composito di sostenibilità a livello comunale. A seguito dell'analisi di letteratura presentata nel capitolo 2, il quadro teorico che inizialmente si avrebbe voluto adottare era riferito agli attuali obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) adottati con l'Agenda 2030. Tuttavia, questo non è stato possibile per la scarsa disponibilità di dati pubblici presenti su scala comunale.

L'indice è stato così costruito seguendo il quadro teorico che considera le quattro dimensioni della sostenibilità, utilizzato di frequente in letteratura. Le annualità scelte come riferimento sono state 2015 e 2017 in quanto aventi il maggior numero di dati. L'indice è stato costruito utilizzando lo z-score come modalità di normalizzazione, come pesatura "stesso peso per ciascuna dimensione" e aggregazione lineare. Se ne è poi valutata la robustezza calcolando altri nove indici in modo tale da rendere possibile il confronto tra loro.

Nel capitolo seguente saranno presentati i risultati dell'indice composito costruito seguendo la metodologia esposta.

CAPITOLO 4

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

4.1 Introduzione

Nel presente capitolo si espongono i risultati ottenuti dall'analisi oggetto della tesi. Questo ha riguardato la preliminare selezione degli indicatori finali e alla loro aggregazione in un indice composito di sostenibilità riferito a ciascun comune della provincia di Vicenza, per le due annualità 2015 e 2017. Per valutare in maniera accurata i risultati ottenuti dall'indice, quest'ultimo è stato scomposto e presentato anche nelle sue quattro diverse dimensioni (economica, ecologica, sociale ed istituzionale) specificando i risultati in relazione a ciascuna delle stesse. Questo passaggio ha lo scopo di evidenziare gli indicatori che evidenziano differenze e criticità nei diversi comuni. A conclusione, saranno riportati i risultati dell'analisi di robustezza degli indici compositi.

4.2 I risultati dell'analisi multivariata

L'analisi multivariata è stata condotta con il fine ultimo di mantenere soltanto gli indicatori che mostrano un basso grado di correlazione tra loro e ha permesso di selezionare 43 indicatori sui 57 iniziali.

L'analisi multivariata, eseguita sul set di indicatori iniziali, ha mostrato correlazioni tra gli indicatori stessi, principalmente all'interno della dimensione ambientale ed economica. Per esempio, l'indicatore *emissioni di PM₁₀* ha presentato una correlazione positiva con *emissioni di monossido di carbonio (CO)* ($\rho=0,923$) ed *emissioni di PM_{2.5}* ($\rho=0,978$). Mentre una correlazione negativa è stata riscontrata tra reddito da pensione e indice di sofferenza economica ($\rho=-0,699$) e contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile ($\rho=-0,729$) appartenenti alla

dimensione economica. Si è pertanto dovuto effettuare delle scelte per scartare degli indicatori che presentavano forte correlazione tra loro.

Per i risultati dettagliati dell'analisi di correlazione effettuata, sul set iniziale di indicatori, si rimanda all'allegato 3 della presente tesi.

Al termine dell'analisi multivariata risultano 43 indicatori che saranno la base di partenza per la costruzione dell'indice composito di sostenibilità.

Nelle tabelle 5,6,7,8 si riportano gli indicatori finali considerati in ciascuna dimensione con la rispettiva fonte e unità di misura.

Tabella 5: Gli indicatori ambientali

Nome	indicatore	Unità di misura	Fonte
Ambientale			
<i>Prato stabile</i>		% della superficie comunale	PTRC 2020
<i>Aree nucleo</i>		% della superficie comunale	PTRC 2020
<i>Corridoi ecologici</i>		% della superficie comunale	PTRC 2020
<i>Emissioni di diossido di zolfo (SO₂)</i>		t pro capite	INEMAR
<i>Emissioni di ossidi di azoto (NO_x)</i>		t pro capite	INEMAR
<i>Emissioni di metano (CH₄)</i>		t pro capite	INEMAR
<i>Emissioni di ammoniaca (NH₃)</i>		t pro capite	INEMAR
<i>Emissioni di PM₁₀</i>		t pro capite	INEMAR
<i>Raccolta differenziata</i>		% (Metodo DM 26/05/2016)	ISPRA
<i>Raccolta differenziata pro capite</i>		Kg pro capite	ISPRA
<i>Produzione di rifiuti urbani</i>		Kg pro capite	ISPRA
<i>Suolo consumato</i>		% della superficie comunale	ISPRA
<i>Suolo consumato entro 150m dai corpi idrici</i>		% della superficie comunale	ISPRA
<i>Suolo consumato oltre 10% di pendenza</i>		% della superficie comunale	ISPRA
<i>Area sottoposta a vincolo idrogeologico</i>		% della superficie comunale	PTRC 2020

Nome Ambientale	indicatore	Unità di misura	Fonte
	<i>Tessuto urbanizzato</i>	% della superficie comunale	PTRC 2020
	<i>Numero di autovetture</i>	Autovetture pro capite	ACI

Tabella 6: Gli Indicatori sociali

Nome indicatore Sociale	Unità di misura	Fonte
<i>Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per i disabili</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per le dipendenze sociali</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per immigrati e nomadi</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per gli anziani (65 anni e più)</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per la multiutenza</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa per la famiglia e minori</i>	%	ISTAT
<i>Allocazione di spesa a contrasto della povertà</i>	%	ISTAT
<i>Iscritti a corsi universitari</i>	Iscritti pro capite	ISTAT

Tabella 7: Gli Indicatori economici

Nome indicatore Economico	Unità di misura	Fonte
<i>Numero sportelli bancari</i>	Numero pro capite	Banca d'Italia
<i>Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti</i>	Euro pro capite	MEF
<i>Reddito da fabbricati</i>	Euro pro capite	MEF
<i>Reddito da partecipazione</i>	Euro pro capite	MEF
<i>Indice di sofferenza economica</i>	%	MEF
<i>Reddito per classe di importo 0 - 10.000</i>	Euro pro capite	MEF
<i>Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile</i>	%	MEF

Nome indicatore	Unità di misura	Fonte
Economico		
<i>Numero di esercizi ricettivi totali</i>	Numero di esercizi pro capite	MEF
<i>Numero di imprese attive</i>	Numero di imprese attive	Regione Veneto

Tabella 8: Gli Indicatori istituzionali

Nome indicatore Istituzionale	Unità di misura	Fonte
<i>Rigidità della spesa</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Grado di autonomia impositiva</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Capacità di riscossione</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Capacità di spesa</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Indice di accumulazione dei residui passivi</i>	Adimensionale	ISTAT
<i>Indice di smaltimento dei residui passivi</i>	Adimensionale	ISTAT

L'elenco completo e dettagliato dei 43 indicatori finali utilizzati per la costruzione dell'indice composito con la rispettiva descrizione sono riportati nell'allegato 4 della presente tesi.

4.3 I punteggi dell'indice e delle sue dimensioni

In figura 6 si presentano graficamente tramite box plot i punteggi degli indici di sostenibilità ottenuti per ciascun comune della provincia di Vicenza. La finalità è comprendere la distribuzione dei punteggi nelle due annualità considerate e verificare in modo rapido e preciso potenziali valori anomali.

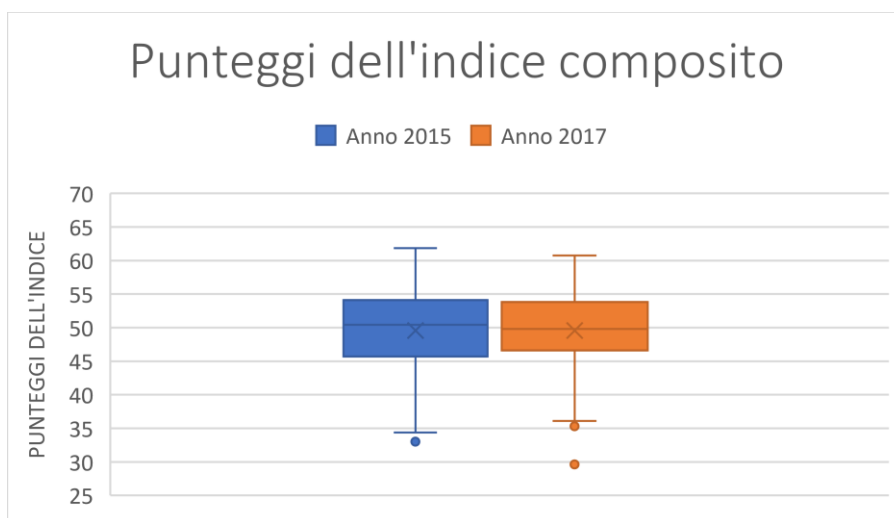


Figura 6: boxplot dei punteggi generali dell'indice composito. Fonte: ns. Elaborazione

Si nota come, nelle due annualità di riferimento considerate, i punteggi generali dell'indice composito si distribuiscono in modo simile con un punteggio mediano pressoché uguale circa a 50. Sia nel 2015 che nel 2017 si notano dei potenziali valori anomali caratterizzati da punteggi più bassi rispetto agli altri. Nel 2017, quest'ultimi sono in riferimento ai comuni di Laghi e Lastebasse mentre nel 2015 al solo comune di Laghi.

In figura 7 e figura 8 si presentano graficamente tramite box plot i punteggi ottenuti dai comuni nel 2015 e nel 2017 nelle singole dimensioni che compongono l'indice di sostenibilità costruito.

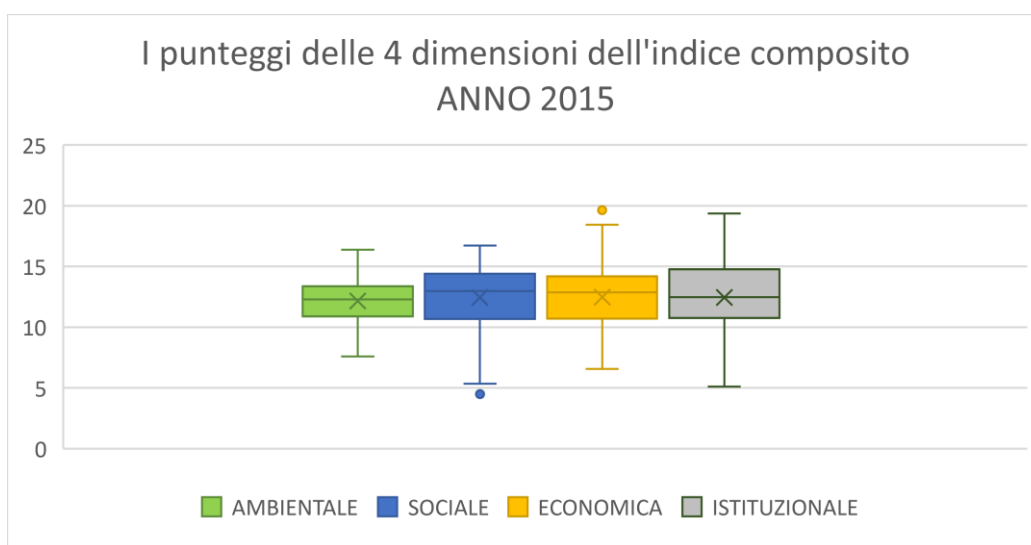


Figura 7: box plot dei punteggi delle singole dimensioni che formano l'indice composito-anno 2015

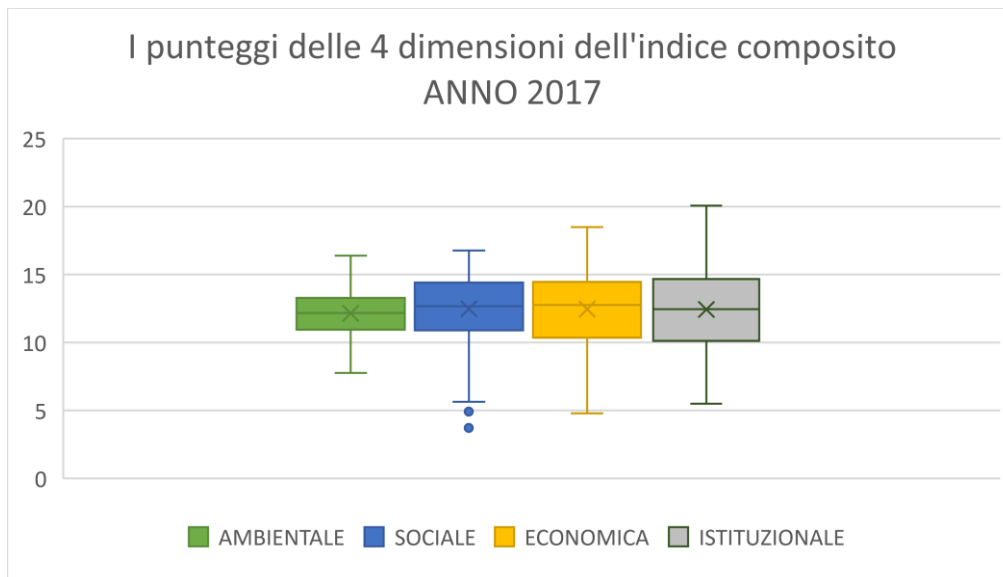


Figura 8: box plot dei punteggi delle singole dimensioni che formano l'indice composito-anno 2015

Riguardo i punteggi ottenuti nelle quattro dimensioni della sostenibilità considerate non emergono importanti differenze negli anni considerati, con una distribuzione omogenea dei punteggi. La dimensione sociale presenta dei valori anomali sia nel 2015 che nel 2017. Nel 2017, quest'ultimi sono in riferimento ai comuni di Valli del Pasubio e Pedemonte mentre nel 2015 al solo comune di Valli del Pasubio. Rispetto alla dimensione economica, nel 2015, si riscontra un potenziale valore anomalo con un punteggio più elevato rispetto agli altri e si riferisce al comune di Zermeghedo.

In figura 9 si presentano graficamente i punteggi degli indici di sostenibilità ottenuti per ciascun comune della provincia di Vicenza nelle due annualità 2015 e 2017.

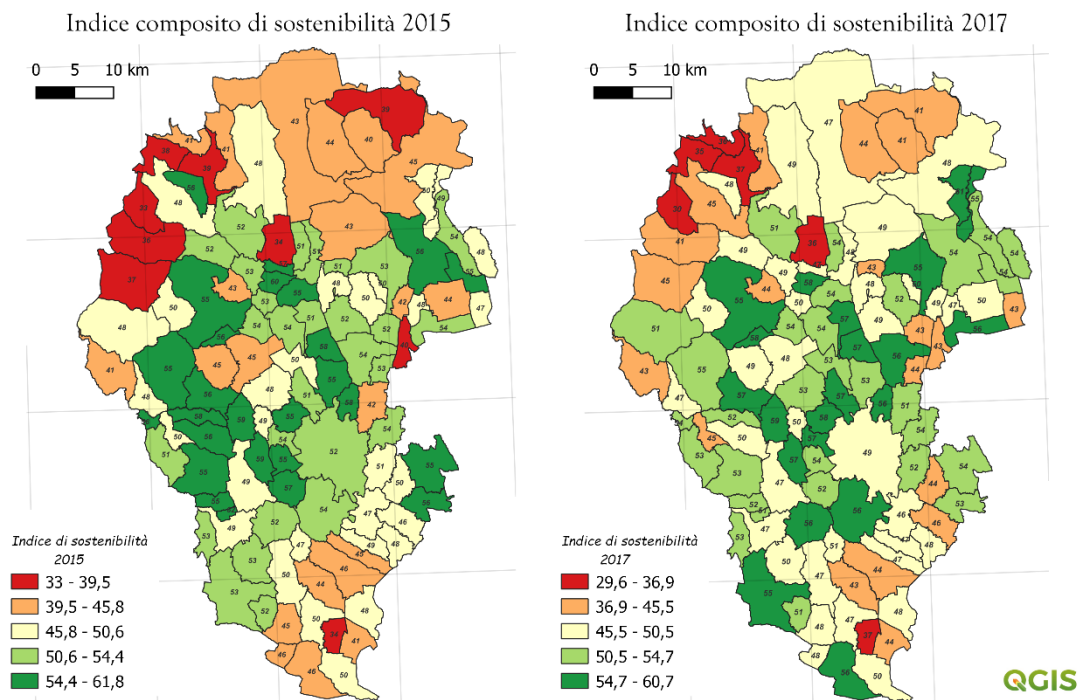


Figura 9: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali dell'indice riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)

Si riscontra una distribuzione spaziale dell'indice di sostenibilità all'interno del territorio provinciale non molto dissimile tra le due annualità prese come riferimento, con un lieve miglioramento dei punteggi nel 2017 rispetto al 2015 (Fig.9). Con i punteggi massimi di 61,8 nel 2015 e 60,7 nel 2017, i comuni più sostenibili in base alle valutazioni dell'indice sono rispettivamente Zermeghedo e Solagna. I valori più bassi dell'indice si riferiscono, invece, ad alcuni comuni situati nel territorio Nord-Ovest della provincia di Vicenza. Con un punteggio minimo di 33,0 nel 2015 e 29,6 nel 2017 il comune che risulta essere meno sostenibile è Laghi. Dall'osservazione della distribuzione dei punteggi generali ottenuti dall'indice composito emerge come i punteggi più bassi siano collocati nel territorio Nord della provincia, con un raggruppamento di comuni che rientrano nella classe di sostenibilità "low-bassa" nel territorio Nord-Ovest della provincia, lungo il confine con il Trentino-Alto Adige.

Nel 2015 i comuni con i punteggi minori che rientrano nella categoria di più bassa sostenibilità sono: Valli del Pasubio, Posina, Laghi, Lastebasse, Valdastico, Caltrano, Enego, Pozzoleone e Campiglia dei Berici.

Nel 2017, invece, i comuni con i punteggi minori risultano: Laghi, Lastebasse, Pedemonte, Valdastico, Caltrano e Campiglia dei Berici.

Nella tabella 9 si riporta la posizione in classifica dei comuni migliori e peggiori in riferimento ai punteggi ottenuti, nelle singole dimensioni della sostenibilità, che compongono l'indice composito costruito. Questo permette di approfondire l'indice evidenziando quali sono i motivi che giustificano la prima o l'ultima posizione in classifica. La cella che riporta la posizione in classifica del comune viene appositamente colorata secondo la classificazione proposta (Fig.5).

Tabella 9: Classificazione dei comuni con punteggio di sostenibilità più alto e più basso rispetto alle dimensioni sottostanti dell'indice di sostenibilità

Anno	Comune	Posizione dimensione ambientale	Posizione dimensione sociale	Posizione dimensione economica	Posizione dimensione istituzionale
2015	Zermeghedo	95° posto	13° posto	1° posto	12° posto
2015	Laghi	87° posto	100° posto	112° posto	114° posto
2017	Solagna	50° posto	3° posto	73° posto	1° posto
2017	Laghi	57° posto	111° posto	114° posto	109° posto

Come si evince dalla tabella 9, nel 2015, Zermeghedo risulta essere il comune più sostenibile della provincia a seguito degli ottimi risultati registrati in ambito sociale, economico ed istituzionale. Rispetto alla dimensione ambientale presenta, però, in riferimento agli altri comuni, secondo la classificazione implementata, un punteggio medio basso.

La situazione cambia nel 2017, in quanto il primato di sostenibilità va al comune di Solagna, in considerazione degli ottimi punteggi ottenuti nei tre aspetti sociali, istituzionali ed anche, sia pure in minore misura, ambientale, mentre riguardo alla dimensione economica presenta un punteggio considerato “medio” secondo la classificazione implementata.

Il comune di Laghi, al contrario, sia nel 2015 che nel 2017 presenta pessimi risultati per quasi tutte le quattro le quattro dimensioni della sostenibilità considerate. Soltanto nel 2017 la dimensione ambientale raggiunge un punteggio che nella classificazione proposta risulta essere “medio” a confronto con gli altri comuni della provincia.

4.3.1 Presentazione dei punteggi della dimensione ambientale dell'indice

In figura 10 si presentano graficamente, previo utilizzo di mappe, i punteggi della componente ambientale degli indici di sostenibilità rispetto a ciascun comune della provincia di Vicenza nelle due annualità 2015 e 2017.

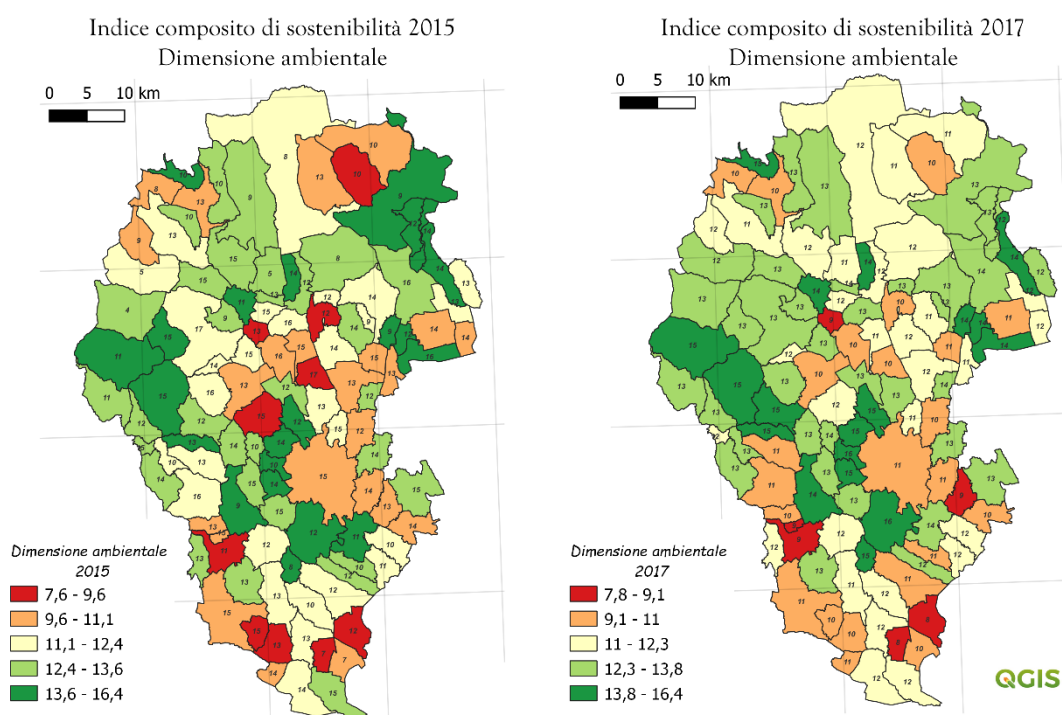


Figura 10: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione ambientale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale).

Dalla figura 10 si osserva come, in generale, i comuni situati nel territorio dell'Alto Vicentino e nella zona Est della provincia in corrispondenza dei Monti Lessini, performano meglio in questo aspetto della sostenibilità rispetto ai comuni del resto della provincia con una tendenza nel tempo che rimane pressoché stabile. Tuttavia, il comune di Arcugnano, collocato immediatamente a sud della città di Vicenza e facente parte in base alla zonizzazione proposta dalla DGRV 1855/2020 del cosiddetto “agglomerato di Vicenza”, risulta essere il comune più sostenibile dal punto di vista ambientale in entrambe le annualità di riferimento considerate con il punteggio di 16,4 sia nel 2015 che nel 2017.

I valori più bassi dell'indice si riferiscono, invece, ad alcuni comuni situati nel Basso vicentino. I comuni di Albettono e Campiglia dei Berici (ai confini con la provincia di Padova) presentano rispettivamente nel 2015 e nel 2017 i punteggi più bassi che risultano pari a 7,6 e 7,7 .

La tabella 10 evidenzia i motivi che portano il comune di Arcugnano a distinguersi per sostenibilità ambientale: rispetto alla media provinciale esso presenta basse emissioni di inquinanti, un'elevata percentuale di aree nucleo, una significativa percentuale di raccolta differenziata e un basso consumo di suolo.

Tabella 10: Indicatori ambientali che identificano Arcugnano come primo comune per sostenibilità ambientale nel 2015 e 2017.

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
Arcugnano	PTRC 2020	<i>Prato stabile</i>	6,82 %	8,80 %
	PTRC 2020	<i>Aree nucleo</i>	12,67 %	69,72 %
	2015	<i>Emissioni di PM10</i>	0,0055 t/ab	0,0043 t/ab
	2017		0,0045 t/ab	0,0037 t/ab
	2015	<i>Emissioni di ossidi di azoto (NOx)</i>	0,016 t/ab	0,011 t/ab
	2017		0,013 t/ab	0,0010 t/ab
	2015	<i>Emissioni di metano (CH4)</i>	0,039 t/ab	0,011 t/ab
	2017		0,047 t/ab	0,010 t/ab
	2015	<i>Emissioni di ammoniaca NH3</i>	0,013 t/ab	0,0009 t/ab
	2017		0,015 t/ab	0,0013 t/ab
	2015	<i>Emissioni di anidride solforosa SO2</i>	0,00065 t/ab	0,000194 t/ab
	2017		0,00063 t/ab	0,000210 t/ab

2015	<i>Raccolta differenziata</i>	69,6 %	82,3 %
2017		75,93 %	86,66 %
2015	<i>Raccolta differenziata pro capite</i>	242 kg/ab	288 kg/ab
2017		301 kg/ab	355 kg/ab
2015	<i>Produzione di rifiuti urbani</i>	354 kg/ab	350 kg/ab
2017		402 kg/ab	409 kg/ab
2015	<i>Suolo consumato</i>	14,4%	7,7%
2017		14,5%	7,7%
2015	<i>Suolo consumato entro 150m da corpi idrici</i>	17,23%	5,16%
2017		17,56%	5,17%
PTRC 2020	<i>Tessuto urbanizzato</i>	16,72%	9,38 %

Si notano i motivi che portano il comune di Arcugnano ad essere il comune più sostenibile dal punto di vista ambientale in entrambe le annualità di riferimento (tab.10). Rispetto alla media provinciale presenta basse emissioni di inquinanti, un'elevata percentuale di aree nucleo, una significativa raccolta differenziata e un basso consumo di suolo.

Dalle tabelle 11 e 12 è possibile notare come i punteggi ambientali più bassi riferiti ai comuni di Campiglia dei Berici, nel 2017 e Albettono nel 2015, siano senza dubbio influenzati dall'assenza in tali territori di aree nucleo e prati stabili. A questo si deve aggiungere la constatazione di emissioni di inquinanti (soprattutto emissioni di metano ed ammoniacca) superiori alla media provinciale.

Tabella 11: Indicatori ambientali che identificano Albettono come ultimo comune per sostenibilità ambientale nel 2015.

Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
<i>Prato stabile</i>	0,68%	0
<i>Aree nucleo</i>	12,7%	0
<i>Corridoi ecologici</i>	22,2 %	8,18 %
<i>Emissioni di PM₁₀ pro capite (t/ab)</i>	0,0055 t/ab	0,0070 t/ab
<i>Emissioni di ossidi di azoto (Nox) pro capite (t/ab)</i>	0,016 t/ab	0,019 t/ab
<i>Emissioni di metano (CH₄) pro capite</i>	0,0394 t/ab	0,152 t/ab
<i>Emissioni di ammoniacca NH₃ pro capite(t/ab)</i>	0,0128 t/ab	0,0794 t/ab
<i>Raccolta differenziata)</i>	69,7%	63,2%
<i>Raccolta differenziata pro capite</i>	242,29	223,05

<i>Produzione pro capite rifiuti urbani</i>	354,08	352,68
<i>Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]</i>	6,8%	12,3%

Tabella 12: Indicatori ambientali che identificano Campiglia dei Berici come ultimo comune per sostenibilità ambientale nel 2017.

Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
<i>Prato stabile</i>	0,68%	0
<i>Aree nucleo</i>	12,7%	0
<i>Corridoi ecologici</i>	22,2 %	0
<i>Emissioni di ossidi di azoto (Nox)</i>	0,0135 t/ab	0,0179 t/ab
<i>Emissioni di metano (CH₄)</i>	0,0472 t/ab	0,0812 t/ab
<i>Emissioni di ammoniaca NH₃</i>	0,0155 t/ab	0,0557 t/ab
<i>Raccolta differenziata</i>	75,9 %	75,63 %
<i>Raccolta differenziata pro capite</i>	301,05 kg	284,57 kg
<i>Produzione pro capite rifiuti urbani</i>	402,4318 kg	376,25 kg
<i>Suolo consumato entro 150m da corpi idrici</i>	17,56%	20,08%
<i>Tessuto urbanizzato</i>	16,72%	16,86%
<i>Parco veicolare autovetture pro capite</i>	0,6716	0,7434

Si nota come i punteggi ambientali più bassi riferiti ai comuni di Campiglia dei Berici, nel 2017 e Albettono nel 2015, siano senza dubbio influenzati dalla assenza in tali territori di aree nucleo e prati stabili. A questo si deve aggiungere la constatazione di emissioni di inquinanti (soprattutto emissioni di metano ed ammoniaca) superiori alla media provinciale.

4.3.2 Presentazione dei punteggi della dimensione sociale dell'indice

In figura 11 si presentano graficamente, previo utilizzo di mappe, i punteggi della componente sociale di ciascun comune della provincia di Vicenza nelle due annualità prese come riferimento 2015 e 2017.

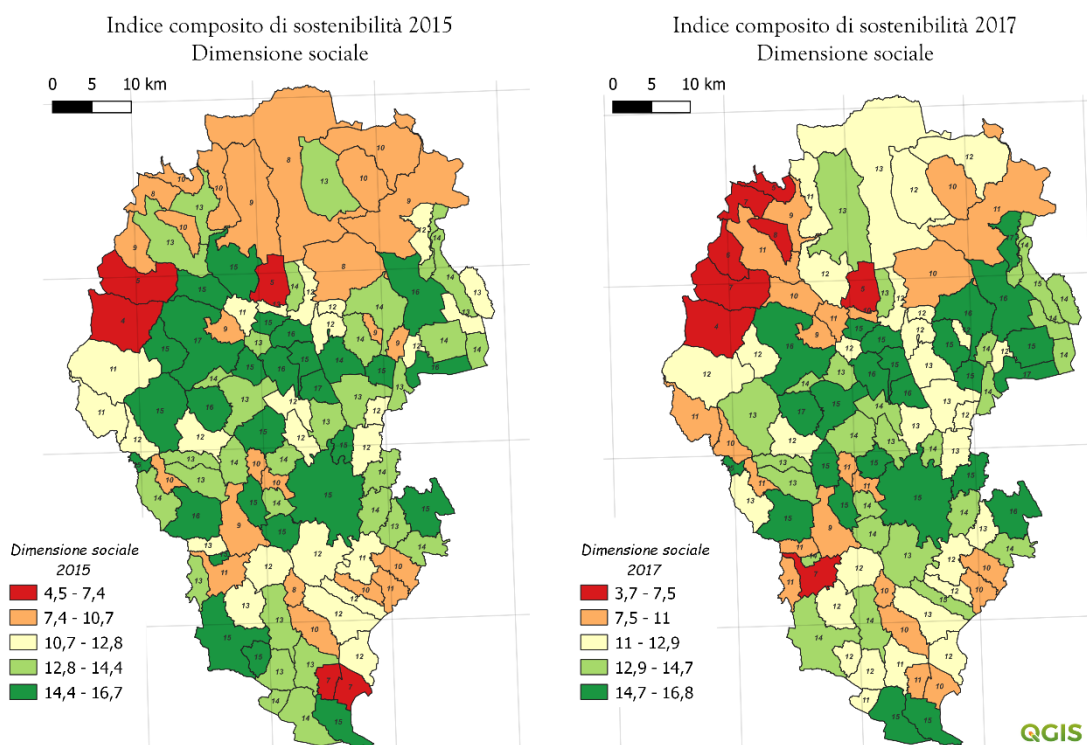


Figura 11: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione sociale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)

In generale, si riscontra una distribuzione spaziale dei punteggi riferiti alla dimensione sociale all'interno del territorio provinciale non molto dissimile tra le due annualità prese come riferimento, con i comuni situati a Nord della provincia e afferenti alla zona delle Prealpi e Alpi secondo la zonizzazione proposta dalla DGRV 1855/2020, che presentano i punteggi più bassi. Montecchio Precalcino, con il punteggio di 16,7 e Tezze sul Brenta con 16,8 risultano i comuni più sostenibili dal punto di vista sociale nelle due annualità di riferimento considerate 2015 e 2017. All'opposto, il comune di Valli del Pasubio collocato nella parte montana della Provincia risulta essere il comune meno sostenibile

dal punto di vista sociale con i rispettivi punteggi di 4,5 nel 2015 e 3,7 nel 2017. Tramite osservazione della banca dati costruita per l'implementazione dell'indice composito, sono stati esaminati i valori degli indicatori sociali in riferimento ai comuni sopracitati. In tabella 13 si riportano gli indicatori sociali per i quali il comune di Montecchio Precalcino e Tezze sul Brenta presentano valori al di sopra della media provinciale. Mentre in tabella 14 si riportano i valori del comune di Valli del Pasubio che presentano punteggi al di sotto della media provinciale. La finalità di quest'ultime sta nell'individuare quali sono le motivazioni che hanno portato i comuni sopracitati ad essere indicati dall'indice composito come i migliori e i peggiori della provincia rispetto ai temi sociali.

Tabella 13: Indicatori sociali con valori sopra la media per i comuni di Montecchio Precalcino e Tezze sul Brenta rispettivamente nel 2015 e 2017

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
Montecchio Precalcino	2015	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali	26,0%	30,1%
		Allocazione di spesa per le dipendenze	2,63%	2,95%
		Allocazione di spesa per la multiutenza	2,85%	3,85%
		Allocazione di spesa per immigrati e nomadi	0,38%	0,96%
		Allocazione di spesa a contrasto della povertà	7,88%	16,76%
		Iscritti a corsi universitari pro capite	0,02	0,087
Tezze sul Brenta	2017	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali	24,1%	32,6%
		Allocazione di spesa per i disabili	23,1%	29,9%
		Allocazione di spesa per le dipendenze	2,73%	3,2%
		Allocazione di spesa per immigrati e nomadi	0,29%	0,62%
		Iscritti a corsi universitari pro capite	0,0215	0,0218

Tabella 14: Indicatori sociali con valori inferiori alla media per il comune di Valli del Pasubio nel 2015 e 2017

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
	2015	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali	26,0%	5,98%
	2017		24,1%	4,85%

Valli del Pasubio	2015	<i>Allocazione di spesa per i disabili</i>	23,7 %	8,3%
	2017		0,23%	0,08%
	2015	<i>Allocazione di spesa per le dipendenze</i>	2,62 %	0,77%
	2017		0,027%	0,011%
	2015	<i>Allocazione di spesa per la multiutenza</i>	2,85%	0,42%
	2017		2,70 %	0,53 %
	2015	<i>Allocazione di spesa per immigrati e nomadi</i>	0,38%	0,0036%
	2017		0,29%	0%
	2015	<i>Allocazione di spesa per la famiglia e minori</i>	9,86%	2,61%
	2017		9,99%	1,55%
	2015	<i>Allocazione di spesa a contrasto della povertà</i>	7,89 %	0,76%
	2017		6,40%	0,47%
	2015	<i>Iscritti a corsi universitari pro capite</i>	0,0212	0,0138
	2017		0,0215	0,0145

Si nota come Montecchio Precalcino nel 2015 e Tezze sul Brenta nel 2017 si distinguono in maniera positiva rispetto agli altri comuni della provincia per il contributo che annualmente apportano in termini monetari al settore dei servizi sociali (*contributo dei comuni per interventi e servizi sociali*) e per gli iscritti a corsi universitari (pro capite). Valli del Pasubio all'opposto, sia nel 2015 che nel 2017, si caratterizza per un generale basso contributo al settore che si va a tradurre poi in un apporto quasi inesistente per le aree di utenza famiglia e minori.

4.3.3 Presentazione dei punteggi della dimensione economica dell'indice

Nella figura 12 si presentano graficamente previo utilizzo di mappe i punteggi della componente economica degli indici di sostenibilità rispetto a ciascun comune della provincia di Vicenza nelle due annualità 2015 e 2017.

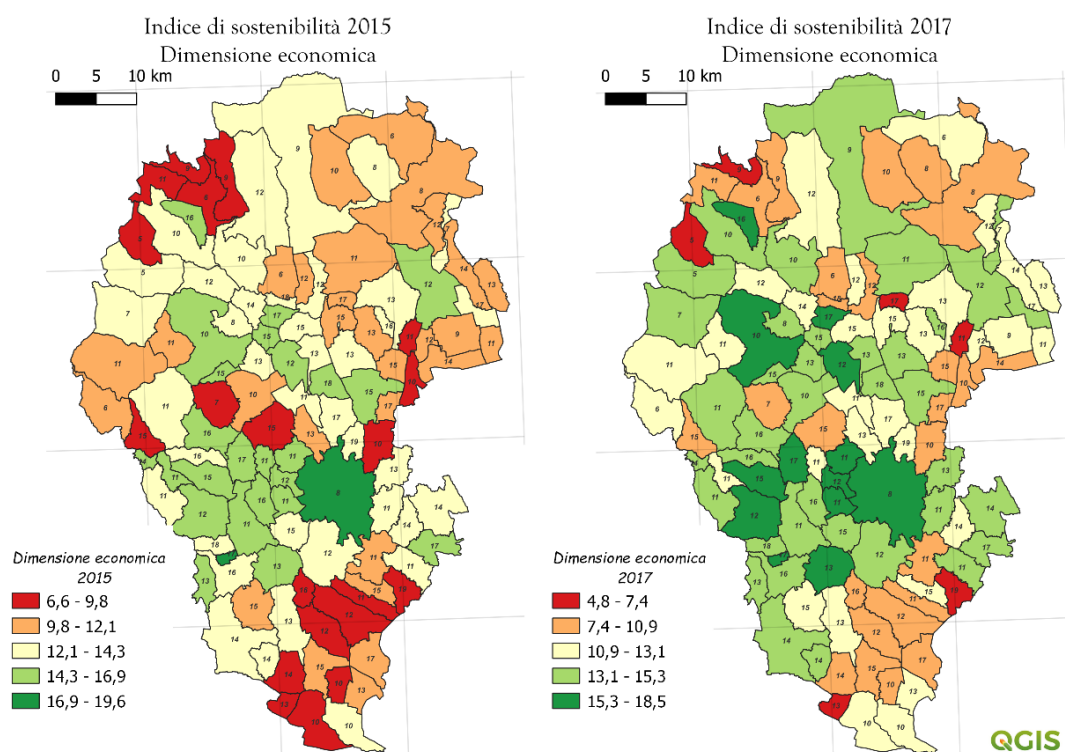


Figura 12: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione economica dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)

Si può notare una distribuzione spaziale dei punteggi riferiti alla dimensione economica dell'indice non uniforme nelle due annualità di riferimento, assistendo ad un netto miglioramento nel 2017 rispetto al 2015. Nel 2015 si contano 20 comuni con valori definiti bassi, secondo la classificazione, e risultano aggregati prevalentemente nella parte Sud della provincia. Nel 2017, invece, si contano 6 comuni classificati come bassi e risultano sparsi nella provincia

I comuni maggiormente sostenibili dal punto di vista economico risultano Zermeghedo e Monteviale con i rispettivi punteggi di 19,6 nel 2015 e 18,5 nel 2017. I comuni, invece, con i punteggi più bassi sono Montegaldella e Laghi, con i rispettivi valori di 6,5 nel 2015 e 4,8 nel 2017. Tramite osservazione della banca dati costruita per l'implementazione dell'indice composito, sono stati esaminati i valori degli indicatori economici in riferimento ai comuni sopracitati. In tabella 15 si riportano gli indicatori che permettono

di considerare Zermeghedo e Monteviale come primi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017, secondo l'indice composito costruito. In Tabella 16, invece, si riportano gli indicatori che permettono di considerare Montegaldella e Laghi come ultimi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017. È opportuno far notare che alcuni indicatori, come per esempio *indice di sofferenza economica*, in relazione alla sostenibilità economica è bene che presentino valori inferiori alla media provinciale. L'opposto invece per altri indicatori come, per esempio, *numero sportelli bancari pro capite*, in tal caso è opportuno che i loro valori siano superiori alla media provinciale.

Tabella 15: Indicatori economici che identificano Zermeghedo e Monteviale come primi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017.

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
Zermeghedo	2015	<i>Numero sportelli bancari pro capite</i>	0,0006	0,0007
		<i>Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti [%]</i>	97,41 %	98,35 %
		<i>Reddito da fabbricati pro capite (€)</i>	1159 €	1375 €
		<i>Reddito da partecipazione pro capite (€)</i>	16437 €	20405 €
		<i>Indice di sofferenza economica</i>	0,2444	0,226
		<i>Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile [%]</i>	14,6%	11,4%
		<i>Numero di imprese attive pro capite</i>	0,085	0,110
Monteviale	2017	<i>Numero sportelli bancari pro capite</i>	0,0006	0,0007
		<i>Reddito da fabbricati pro capite (€)</i>	1101 €	1666 €
		<i>Reddito da partecipazione pro capite (€)</i>	18117 €	25534 €
		<i>Indice di sofferenza economica</i>	23,8 %	19,2 %

Tabella 16: Indicatori economici che identificano Montegaldella e Laghi come ultimi comuni per sostenibilità economica rispettivamente nel 2015 e nel 2017

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
--------	------	------------	-------------------	-----------------

Montegaldella	2015	<i>Numero sportelli bancari pro capite</i>	0,0006	0
		<i>Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti [%]</i>	97,41 %	96,8 %
		<i>Reddito da fabbricati pro capite (€)</i>	1159 €	975 €
		<i>Reddito da partecipazione pro capite (€)</i>	16437 €	10414 €
		<i>Indice di sofferenza economica</i>	0,2444	0,241
		<i>Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile [%]</i>	14,6%	16,3 %
		<i>Numero di esercizi ricettivi totali pro capite</i>	0,0106	0,00055
Laghi	2017	<i>Numero sportelli bancari pro capite</i>	0,0006	0
		<i>Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti [%]</i>	96,7%	96,3%
		<i>Reddito da fabbricati pro capite (€)</i>	1101 €	486 €
		<i>Reddito da partecipazione pro capite (€)</i>	16437 €	12003
		<i>Indice di sofferenza economica</i>	23,8 %	33,6%
		<i>Reddito per classe di importo 0 - 10.000 pro capite €</i>	3906 €	4758 €
		<i>Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile [%]</i>	13,7 %	17,9 %
		<i>Numero di imprese attive pro capite</i>	0,0851	0,0757
		<i>Numero di esercizi ricettivi totali pro capite</i>	0,0111	0

Si nota come il comune di Montegaldella nel 2015 si distingue in maniera negativa dagli altri comuni soprattutto rispetto al tema del turismo (*numero di esercizi ricettivi totali pro capite*) e ai redditi da fabbricati e partecipazione pro capite. Il comune di Laghi, invece, nel 2017, oltre all'aspetto turistico si caratterizza negativamente anche per il numero di contribuenti con un reddito inferiore ai 10mila euro (*indice di sofferenza economica*) superiore alle media di dieci punti percentuale e al basso *reddito da fabbricati pro capite*.

4.3.4 Presentazione dei punteggi della dimensione istituzionale dell'indice

In figura 13 si presentano graficamente previo utilizzo di mappe i punteggi della componente istituzionale degli indici di sostenibilità rispetto a ciascun comune della provincia di Vicenza nelle due annualità 2015 e 2017.

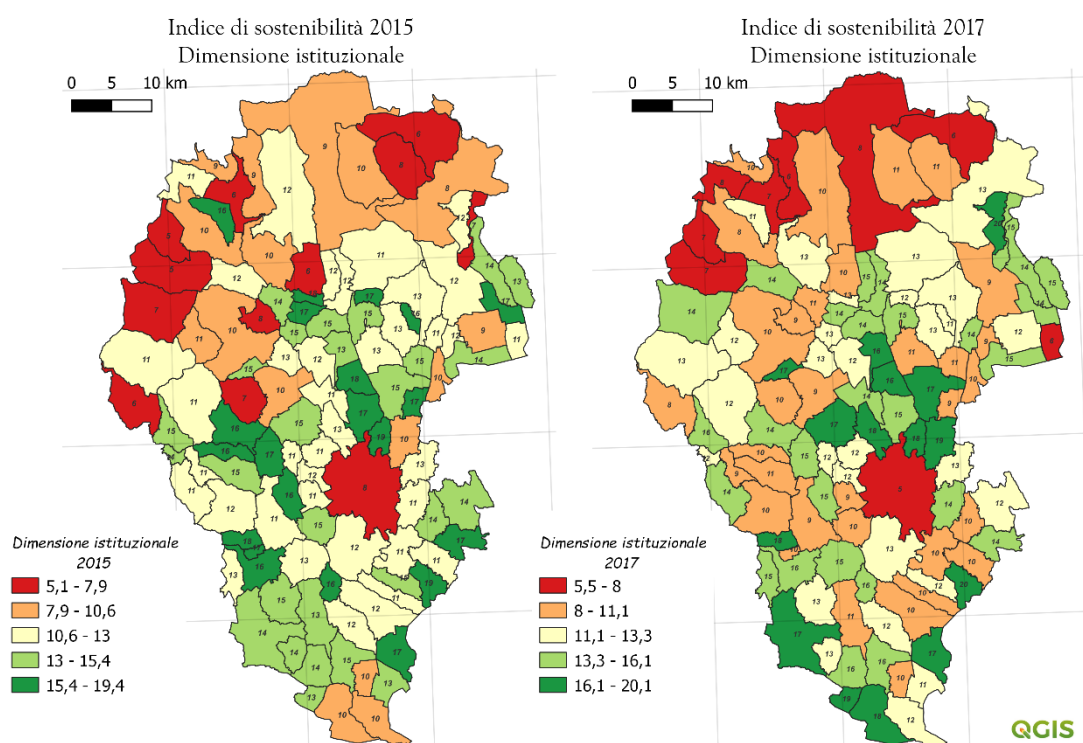


Figura 13: Rappresentazione grafica dei punteggi comunali della dimensione istituzionale dell'indice di sostenibilità riferiti alle annualità 2015 e 2017. (Fonte: elaborazione personale)

In figura 13 si nota una distribuzione spaziale dei punteggi riferiti alla dimensione istituzionale dell'indice di sostenibilità, non molto dissimile tra le due annualità prese come riferimento con i punteggi più bassi riscontrabili soprattutto nel territorio dell'Alto Vicentino. Nel 2015, Laghi, secondo il nostro indice di sostenibilità, risulta il comune meno sostenibile dal punto di vista istituzionale con il punteggio di 5,1, mentre nel 2017 è il comune di Vicenza, con il punteggio di 5,5, a risultare meno sostenibile su questo

aspetto. I comuni maggiormente sostenibili dal punto di vista istituzionale risultano, invece, Monticello Conte Otto e Solagna con i rispettivi punteggi di 19,4 (2015) e 20,1 (2017).

In tabella 17 si riportano gli indicatori che permettono di considerare Monticello Conte Otto e Solagna come primi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017. In Tabella 18, invece, si riportano gli indicatori che permettono di considerare Laghi e Vicenza come ultimi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017. È opportuno far notare che alcuni indicatori, come per esempio *rigidità della spesa*, in relazione alla sostenibilità istituzionale è bene che presentino valori inferiori alla media provinciale. L'opposto invece per altri indicatori come, per esempio, *capacità di riscossione*, in tal caso è opportuno che i valori siano superiori alla media provinciale.

Tabella 17: Indicatori istituzionali che identificano Monticello Conte Otto e Solagna come primi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017.

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
Monticello Conte Otto	2015	<i>Rigidità della spesa</i>	0,365	0,342
		<i>Grado di autonomia impositiva</i>	0,7489	0,857
		<i>Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti</i>	0,2886	0,407
		<i>Capacità di riscossione</i>	0,8049	0,973
		<i>Capacità di spesa</i>	0,797	0,904
		<i>Indice di accumulazione dei residui passivi</i>	0,498	0,192
Solagna	2017	<i>Indice di smaltimento dei residui passivi</i>	0,72	0,91
		<i>Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti</i>	0,18	0,75
		<i>Grado di autonomia impositiva</i>	0,74	0,89
		<i>Capacità di riscossione</i>	0,80	0,86
		<i>Indice di smaltimento dei residui passivi</i>	0,72	0,91

Tabella 18: Indicatori istituzionali che identificano Laghi e Vicenza come primi comuni per sostenibilità istituzionale rispettivamente nel 2015 e nel 2017.

Comune	Anno	Indicatore	Media provinciale	Valore comunale
--------	------	------------	-------------------	-----------------

Laghi	2015	<i>Rigidità della spesa</i>	0,36	0,53
		<i>Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti</i>	0,18	0,062
		<i>Grado di autonomia impositiva</i>	0,75	0,71
		<i>Capacità di riscossione</i>	0,80	0,73
		<i>Capacità di spesa</i>	0,79	0,27
		<i>Indice di accumulazione dei residui passivi</i>	0,49	0,82
		<i>Indice di smaltimento dei residui passivi</i>	0,43	0,07
Vicenza	2017	<i>Rigidità della spesa</i>	0,293	0,342
		<i>Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti</i>	0,185	0,175
		<i>Capacità di riscossione</i>	0,80	0,63
		<i>Indice di smaltimento dei residui passivi</i>	0,72	0,42

Si può notare come Vicenza nel 2017 si contraddistingue soprattutto per una bassa *capacità di riscossione* e una bassa *capacità di smaltimento dei residui passivi*. Laghi nel 2017 si caratterizza, invece, oltre ad una bassa *capacità di riscossione*, anche per una bassa *capacità di spesa* e di *riscossione*.

4.4 Presentazione dei risultati tramite dashboard interattiva

La dashboard interattiva rappresenta una modalità alternativa di presentare i risultati ottenuti dall'indice composito di sostenibilità e si articola in tre sezioni (Fig.14).

In basso a sinistra si trova l'elenco dei 114 comuni della provincia di Vicenza. Sarà compito dell'utente, infatti, scegliere quali comuni mostrare a schermo. In basso a destra, invece, si possono visionare tutte le informazioni riguardanti l'indice composito rispetto al comune scelto dall'utente. La schermata centrale visualizza la mappa interattiva.

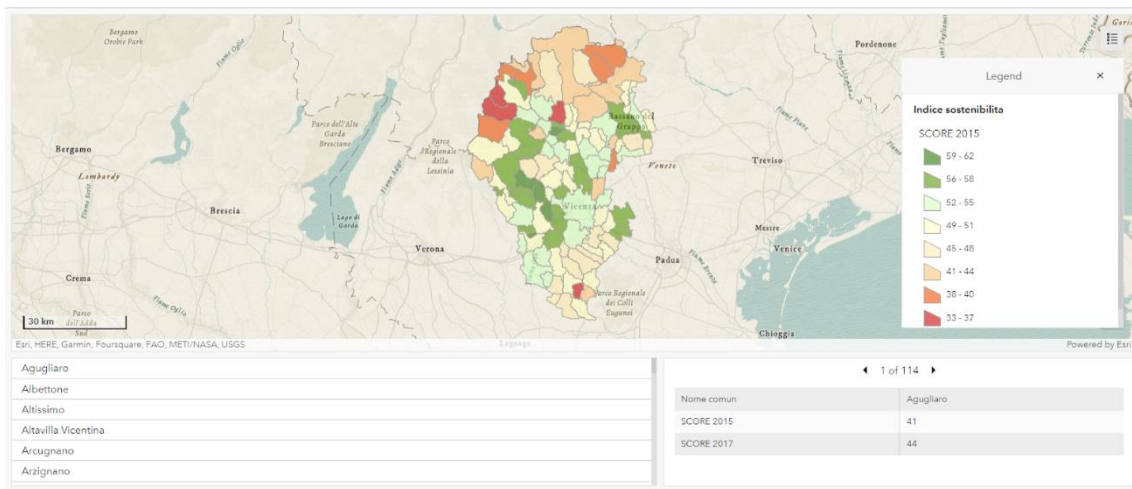


Figura 14: Immagine generale della dashboard ArcGIS

4.5 Presentazione dell'analisi di robustezza degli indici

In figura 15 e 16 si riporta una presentazione sintetica dell'analisi di robustezza effettuata per i due indici di sostenibilità calcolati nelle annualità 2015 e 2017. Sono stati computati nove ulteriori indici composti per confrontare le nuove graduatorie con quella ottenuta originariamente. Le tecniche utilizzate per la costruzione dei nuovi indici composti sono state espone nella sezione materiali e metodi, in particolare in tab.4. Per graduatoria originaria si intende quella ottenuta dall'indice composto costruito con le tecniche espone in tab.3, ovvero lo z-score come modalità di normalizzazione, come pesatura "stesso peso per ciascuna dimensione" e una aggregazione lineare finale.

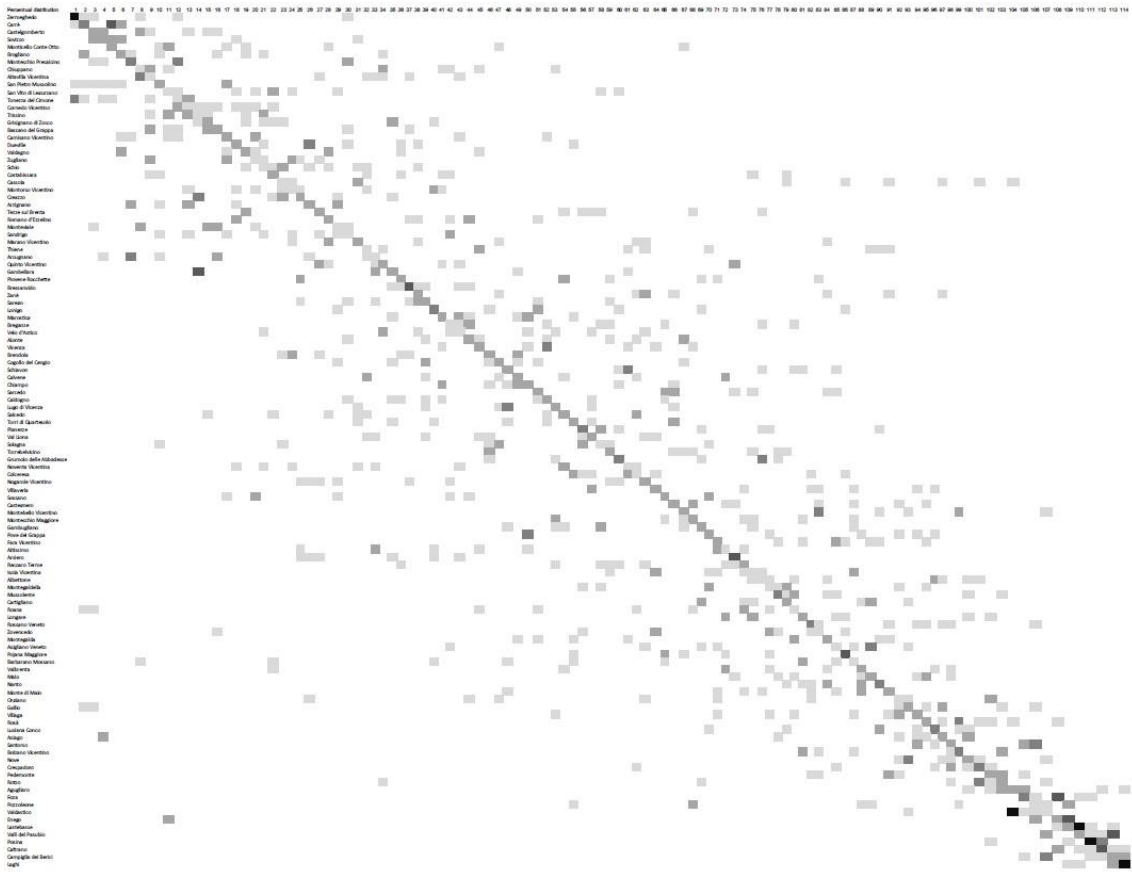
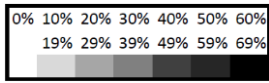


Figura 15: presentazione dell'analisi di robustezza riferita all'indice composto di sostenibilità 2015

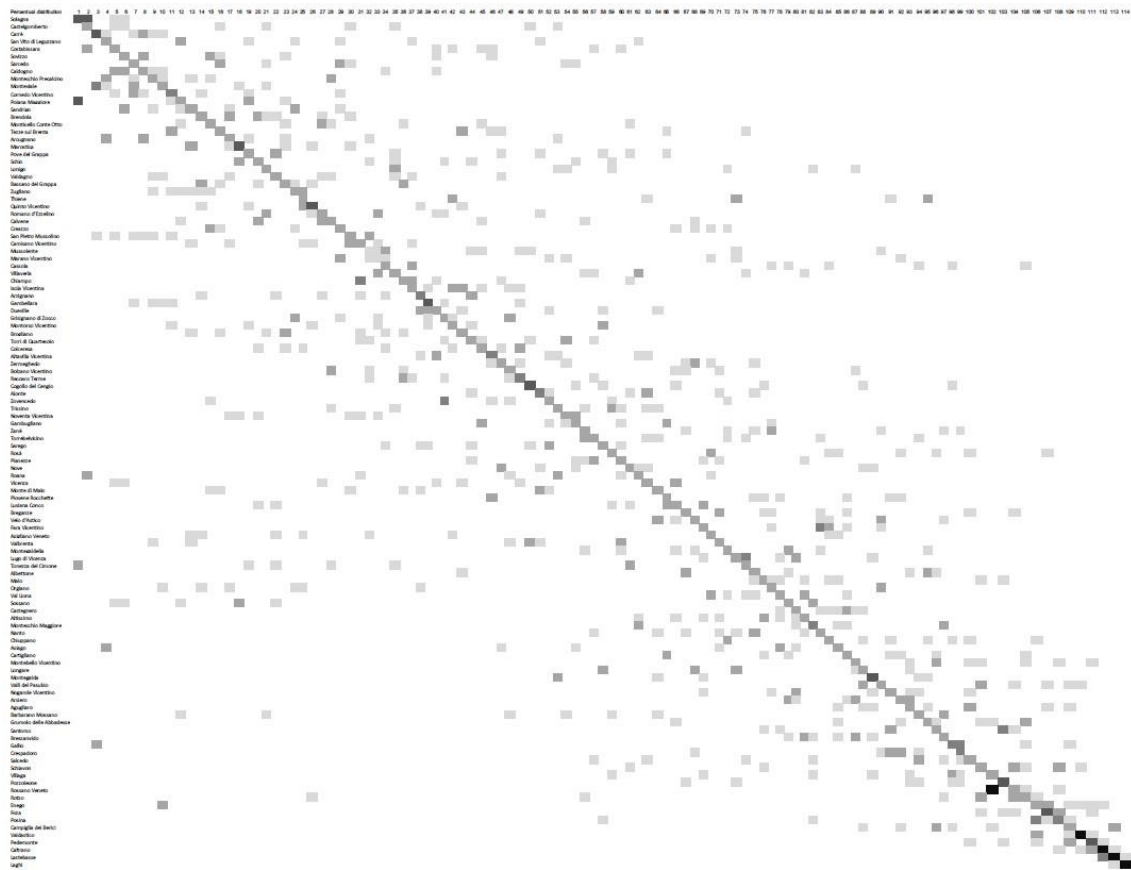
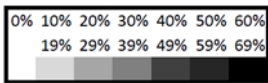


Figura 16: presentazione dell'analisi di robustezza riferita all'indice composto di sostenibilità 2015

I comuni, elencati nella parte sinistra delle figure 15 e 16, sono stati ordinati secondo la classifica iniziale ottenuta attraverso l'indice composto costruito originariamente (tab. 3). L'intensità del grigio di ciascuna cella indica con quale frequenza, sulla classifica calcolata, un determinato comune ottiene la posizione corrispondente. La prima cosa che si nota rispetto alle figure è un andamento lineare, questo è dovuto al fatto che i comuni, elencati nella parte sinistra di entrambe le figure, sono riportati in ordine secondo la posizione in classifica risultante dal metodo originario utilizzato. Questo rappresenta pertanto un riferimento per verificare quanto le altre tecniche utilizzate sono in accordo con tale classificazione.

4.6 Conclusioni

In questo capitolo sono stati presentati i risultati ottenuti dall'indice composito di sostenibilità rispetto a tre diversi livelli di approfondimento. Per le implicazioni che questo lavoro può portare è utile evidenziare le motivazioni che conducono, secondo il nostro indice di sostenibilità, a confermare sia nel 2015 che nel 2017 il comune di Laghi come il meno sostenibile della provincia di Vicenza. Dall'analisi di robustezza degli indici di sostenibilità calcolati non emergono dubbi sulla posizione assegnata. Il 60% degli indici calcolati per l'annualità 2015 concordano nell'attribuzione dell'ultima posizione (114° su 114) (Fig.15) al comune di Laghi, mentre nell'annualità 2017 la coerenza tra indici si attesta al 90% (Fig. 16). Dall'analisi degli indicatori sottostanti a ciascuna dimensione della sostenibilità si nota chiaramente che rispetto agli altri comuni della provincia di Vicenza, Laghi presenta forti criticità rispetto ai temi sociali, economici ed istituzionali, meno per quella ambientale.

CAPITOLO 5

DISCUSSIONI

5.1 Introduzione

L'obiettivo del presente lavoro di tesi di valutare e monitorare la sostenibilità dei 114 comuni della provincia di Vicenza ha portato a costruire uno specifico indice composito che tenesse conto della complessità e diversità territoriale nelle diverse dimensioni sociali, economiche, ambientali ed istituzionali. La possibilità di accedere a una visione istantanea dei punteggi dell'indice stesso, su mappa GIS, ha dimostrato che esistono delle differenze, talvolta significative, tra comuni rispetto alle dimensioni della sostenibilità prevalenti. Questo, per chi osserva i dati emersi, per il proprio comune e in relazione agli altri, può dare delle indicazioni su come le scelte amministrative prese negli anni impattino sulla sostenibilità. È bene specificare che la validità e l'importanza dell'indice di sostenibilità costruito nel presente lavoro non si esaurisce nel semplice confronto tra comuni, ma può trovare spazio anche nell'ambito della pianificazione territoriale rispetto al monitoraggio e valutazione delle politiche implementate dai comuni stessi. In questo senso il policy making, ovvero "l'elaborazione di orientamenti e strategie in merito alle questioni più rilevanti per la società e la politica" (Treccani,nd), può sicuramente beneficiarne e trarne spunto. Questo studio può essere visto, inoltre, come uno stimolo per indagare ed, eventualmente, accertare sul campo le criticità dimostrate rispetto alla sostenibilità dei comuni della provincia di Vicenza.

5.2 La selezione delle variabili

Il presente lavoro di tesi ha portato inizialmente ad interrogarsi sulla disponibilità, a livello comunale, di indicatori che siano adeguati allo scopo di costruire un valido strumento di monitoraggio e valutazione della sostenibilità, come può essere un indice

composito. Alla base di questo sussiste la chiara constatazione che nel contesto italiano attuale non esiste un quadro teorico di indicatori riferito alla sostenibilità, su scala comunale. I motivi sono diversi e vanno dalla scarsità di studi che considerano la scala comunale per la valutazione della sostenibilità ma anche dal fatto che non esiste un esaustivo set di dati e indicatori pubblici, provenienti dai comuni sugli elementi caratterizzanti i processi di sostenibilità (v. Cap. 2.2.2).

Questo lavoro permette, pertanto, di proporre, un nuovo set di indicatori, strettamente funzionale alla valutazione e monitoraggio della sostenibilità a livello comunale, che ha la concreta possibilità di estensione, in futuro, a tutti i comuni italiani, oltre a quelli della provincia di Vicenza oggetto del presente lavoro. Attualmente, considerata la disponibilità su scala comunale degli indicatori scelti, il presente indice composito può essere esteso a tutti i comuni della regione Veneto, mentre per l'estensione su scala nazionale o per le rimanenti diciannove regioni italiane, si rendono necessarie alcune modifiche alle fonti di otto indicatori, su quarantatré, considerati nella costruzione dell'indice composito. Quest'ultimi non possono essere utilizzati in tutte le regioni italiane in quanto si riferiscono al database INEMAR riferito alle emissioni in atmosfera e ai dati estrapolati dagli shapefile del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento della regione Veneto (PTRC), uno strumento di governo del territorio veneto. Come evidenziato nel capitolo 3.4.1 il database sulle emissioni inquinanti INEMAR si riferisce soltanto a otto regioni su venti, risulta quindi opportuno verificare se gli stessi indicatori possono essere ottenuti da altre fonti, come, ad esempio, le varie agenzie regionali per l'ambiente.

Il set di indicatori di partenza, inoltre, si caratterizza per la completezza del dato per ogni comune del territorio provinciale e, soprattutto, per l'uniformità nel tempo, ovvero ogni indicatore presenta dei dati riferiti ad almeno due annualità differenti. È stato, inoltre, costruito utilizzando solo fonti ufficiali che aggiornano la loro banca dati regolarmente, quali ISTAT, ISPRA e MEF. Si evidenzia che molteplici studi di letteratura che affrontano la medesima tematica, anche se a scale non prettamente comunali, considerano spesso indicatori riferiti ad annualità differenti (Floridi *et al.*, 2011; Luzzati & Gucciardi,

2015; Rama *et al.*, 2020; Bonnet *et al.*, 2021; Cavalli *et al.*, 2018.), vincolando così il possibile monitoraggio e valutazione della sostenibilità dei territori nel tempo.

5.3 Metodologia

La metodologia applicata nella costruzione dell'indice composito segue le linee guida proposte dall'OECD e JRC e nello specifico si concretizza nell'utilizzo di un comune metodo di normalizzazione quale lo z-score, una pesatura "stesso peso per ciascuna dimensione" e una aggregazione lineare finale. Questo schema è stato già utilizzato in letteratura da Floridi *et al.*, 2011, proposto in riferimento alle venti regioni italiane.

Lo z-score è una tecnica di normalizzazione che si distingue dalle altre considerate nell'analisi di robustezza, quali "min-max", "distanza dal valore leader" e "distanza dalla media", per la capacità di normalizzare i dati comunali in possesso sulla base della media e deviazione standard del campione di dati fornito. Questa caratteristica risulta particolarmente importante, in questa tipologia di analisi perché permette di gestire in maniera ottimale, se confrontata con le altre, i valori anomali che sono presenti nel dataset considerato (Floridi *et al.*, 2011).

La pesatura scelta è stata "stesso peso per ogni dimensione". Non applicare nessun peso alla costruzione dell'indice avrebbe comportato, implicitamente, attribuire a ciascuna dimensione un peso crescente con il numero di indicatori inclusi nella dimensione (Luzzati & Gucciardi, 2015). In questo caso la dimensione ambientale, che afferisce a diciassette indicatori, avrebbe avuto un'importanza molto più elevata rispetto alle altre dimensioni che presentano circa la metà degli indicatori. Si aggiunge che questo sarebbe stato in contrasto con il concetto di sostenibilità, il quale implica che le sue dimensioni abbiano la stessa importanza.

Rispetto a Luzzati & Gucciardi, 2015 e Floridi *et al.*, 2011, nell'analisi di robustezza implementata si è considerata una sola tecnica di aggregazione, escludendo valide alternative come le aggregazioni tramite media geometrica o media concava. L'aggregazione media concava è stata introdotta da Casadio *et al.* (2004). Tale tecnica prevede che più bassi sono i punteggi di un comune, più forte è la "punizione" per le

prestazioni sbilanciate, mentre, quando le prestazioni diventano alte l'aggregazione diventa quasi lineare (Casadio *et al.*, 2004). Questa tecnica di aggregazione avrebbe permesso di superare le limitazioni dell'aggregazione lineare ma non è stato possibile utilizzarla in considerazione di come sono stati scelti e costruiti alcuni indicatori del nostro dataset. Si consideri che la media geometrica si calcola come la radice n-esima del prodotto degli N valori normalizzati degli indicatori per ciascun comune (Floridi *et al.*, 2010), pertanto se il dataset presenta dei valori pari a zero l'aggregazione diventa nulla. Per esempio, nel dataset del presente lavoro di tesi l'indicatore corridoi ecologici presenta dei valori pari a zero.

Questo viene considerato un limite della metodologia implementata nel presente studio in quanto l'aggregazione lineare si limita a sommare (o fare la media) di indicatori normalizzati. Con questo metodo la compensabilità tra indicatori è piena, ovvero costante, (Luzzati & Gucciardi, 2015). Con il termine compensabilità ci si riferisce al fatto che le scarse performances di comune rispetto ad un indicatore possono essere completamente compensate da quelle buone in un altro indicatore (Floridi *et al.*, 2011). È risultato quindi rilevante, vista la tecnica di aggregazione lineare che si è utilizzata nello studio, scomporre e descrivere l'indice nei suoi quattro aspetti per evitare di perdere importanti informazioni.

5.4 L'indice composito

Dai risultati ottenuti nelle quattro dimensioni che costituiscono l'indice composito di sostenibilità proposto in questo lavoro di tesi, si nota come i comuni che ottengono un alto punteggio nella dimensione ambientale non si confermano nelle restanti tre o viceversa (Fig.10;11;12;13). Ad esempio, il comune di Zermeghedo, considerato dal nostro indice composito il comune più sostenibile nel 2015, presenta i risultati migliori rispetto alla dimensione sociale, istituzionale ed economica ma non in quella ambientale (Tab.9).

Tale contrasto, seppur su scala diversa rispetto al presente lavoro, viene rilevato anche da Floridi *et al.* (2011) in riferimento ai risultati ottenuti dall'indice composito di sostenibilità costruito in riferimento alle venti regioni italiane.

La sostenibilità, infatti, non è solo una nozione complessa, ma presenta delle potenziali contraddizioni. Alcune di queste derivano proprio dalle tensioni tra le diverse dimensioni della sostenibilità, che possono verificarsi quando si tenta di implementare tutte le dimensioni contemporaneamente, secondo un approccio integrato (Gray, 2010; Giovannoni & Fabietti, 2014).

Un secondo aspetto che in questo lavoro viene evidenziato è la relazione tra comuni con punteggi dell'indice elevati e popolazione residente negli stessi. Infatti, se si considerano i primi dieci comuni della provincia di Vicenza per numero di abitanti si evidenziano dei buoni punteggi mentre se si considerano gli ultimi dieci comuni, per popolazione, prevale la classificazione "medio bassa". Secondo questa evidenza risultano, pertanto, proprio i piccoli comuni a presentare delle problematiche rispetto ai temi della sostenibilità. Il comune meno sostenibile evidenziato dall'indice elaborato in questo lavoro di tesi risulta essere, infatti, sia nel 2015 che nel 2017 proprio Laghi, quello con il minor numero di abitanti della provincia di Vicenza secondo censimento ISTAT del 2015 e del 2017, ovvero le annualità prese come riferimento. La sfida della sostenibilità richiede particolare attenzione in riferimento proprio alle aree interne, cioè la parte maggioritaria del territorio italiano, caratterizzata dalla significativa distanza dai centri di offerta dei servizi essenziali. (Agenzia per la coesione territoriale) <https://www.agenziacoesione.gov.it/strategia-nazionale-aree-interne/la-selezione-delle-aree/>. Infatti, il comune di Laghi, citato precedentemente, risulta tra le aree interne 2020 per il ciclo di programmazione Comunitaria 2021-2027 come individuato dal Dipartimento per la programmazione e il coordinamento della politica economica (CIPESS) che lo ha classificato come comune intermedio (D).

Si evidenzia che la medesima relazione tra alto punteggio dell'indice di sostenibilità e basso numero di abitanti viene riscontrata da Bonnet *et al.*, 2021, seppur su una scala e contesto geografico totalmente diverso, in riferimento ai 96 dipartimenti francesi.

Rispetto a quelle che potrebbero essere le indicazioni di policy risultanti da questo lavoro, si considera rilevante approfondire l'indice di sostenibilità nel tempo in relazione ai punteggi ottenuti dalle sue quattro dimensioni afferenti.

Rispetto al tema ambientale, dal 2015 al 2017, si nota un lieve miglioramento dei punteggi dell'intera provincia di Vicenza. Lo si evince dal numero di comuni con punteggio considerato come "basso" nella classificazione, che diminuisce da dieci a sei. I comuni migliori dal punto di vista ambientale, come ci si attendeva, risultano localizzati soprattutto nel territorio scarsamente urbanizzato della provincia come può essere quello montano (fig.10). Dall'analisi dei valori degli indicatori ambientali riferiti al peggior comune del 2015 (Albettone) e del 2017 (Campiglia dei Berici) si può notare come il motivo di tale miglioramento sia imputabile ad una diminuzione generale delle emissioni inquinanti e un aumento della raccolta differenziata della provincia (Tab 10;11).

Sotto l'aspetto economico si evidenzia una tendenza generale positiva dei punteggi dal 2015 al 2017. Da una situazione, nel 2015, in cui il solo comune di Vicenza presenta i punteggi migliori, due anni dopo si contano tredici comuni all'interno della classe più elevata. Si riscontrano, tuttavia, bassi punteggi in diversi comuni confinanti situati nel territorio a Sud-Est della provincia (Fig.9). Le politiche economiche di tale territorio dovrebbero, pertanto, indagare le motivazioni che portano a registrare un numero di imprese attive e redditi della popolazione inferiori alla media provinciale (Tab. 15;16)

Rispetto ai temi sociali non si notano evidenti cambiamenti rispetto alla distribuzione spaziale dei punteggi ottenuti nelle annualità prese come riferimento. Questo può essere imputato ad un limite del presente lavoro, ovvero gli indicatori sociali si riferiscono principalmente alla spesa dei comuni rispetto ai servizi sociali e non includono ulteriori temi sociali come possono essere l'immigrazione, l'aspettativa di vita, il livello di educazione o la disoccupazione giovanile considerati invece da Kondyli, 2010; van Dijk & Mingshun, 2005; Yi *et al.*, 2019; Rama *et al.*, 2020 nei propri indici compositi costruiti con la finalità di valutare la sostenibilità dei territori.

Dal punto di vista istituzionale si evidenzia una situazione che rimane pressoché invariata nelle annualità prese come riferimento. Il quadro presenta sia nel 2015 che nel 2017 delle

chiare criticità nei bilanci del capoluogo di provincia, Vicenza, e rispetto a diversi comuni situati nel territorio dell'Alto vicentino. Si nota una relazione tra comuni con criticità nei termini istituzionali della sostenibilità e comuni scarsamente urbanizzati e popolati come quelli dell'Alto Vicentino. Il tema della governance è molto importante per l'attuazione delle politiche legate alla sostenibilità. Nei fatti riguarda il tipo e la qualità delle scelte che si compiono ma anche nella capacità di spesa del singolo comune. Anche il confronto con le altre realtà comunali limitrofe appare decisivo in quanto su molti aspetti della sostenibilità, è decisiva la cooperazione tra enti. Quello che questo lavoro evidenzia, su questo aspetto, è che i punteggi ottenuti dai comuni in maniera uniforme in una area specifica di comuni contigui suggerisce un approfondimento su quelle che possono essere le cause oltre a quelle morfologiche.

5.5 Limitazioni

Un limite che emerge nel presente lavoro rispetto alle variabili scelte è in riferimento alle annualità. Sarebbe stato più opportuno, soprattutto per le informazioni di policy making risultanti dall'indice, considerare annualità più recenti e lontane tra loro nel tempo, anziché quelle utilizzate: 2015 e 2017. Su questo punto va evidenziato che la scelta di tali annualità è stata obbligata dalla scarsa disponibilità di dati editi da fonti pubbliche aggiornati.

La scarsa disponibilità di dati pubblici rappresenta un limite del presente lavoro in quanto va considerato che non è possibile costruire indicatori affidabili se non si ha una base dati veramente esaustiva (Nardo *et al.*, 2005). Ci sono diversi indicatori che sarebbe stato opportuno inserire ma che per motivi di indisponibilità di dati comunali non è stato possibile farlo. Per esempio, per caratterizzare in maniera esaustiva la provincia vicentina, dal punto di vista ambientale, sarebbe stato opportuno considerare indicatori riferiti alla problematica dei PFAS. Si consideri che nel 2013, le acque sotterranee di una vasta area della provincia vicentina sono risultate contaminate da sostanze perfluoroalchiliche (PFAS) provenienti da un impianto di produzione di PFAS attivo dalla fine degli anni '60. I residenti sono stati esposti ad alte concentrazioni di PFAS, in particolare acido perfluorooctanoico (PFOA), attraverso l'acqua potabile fino all'autunno 2013 (Pitter *et al.*,

2020). Questo è soltanto un esempio che dimostra una potenziale contraddizione con ciò che è emerso dallo studio e la situazione di alcuni comuni, come Brendola, (che dovrebbe essere caratterizzato da bassi punteggi di sostenibilità ambientale), solamente perché non sono state incluse le problematiche dovute alla presenza degli PFAS.

che solo per il fatto di aver subito le problematiche dei PFAS dovrebbe avere dei bassi punteggi.

Nonostante l'indice costruito rispetti i principali requisiti di un indice composito ben definito, come suggerito da OECD, le scelte intrinseche in termini di selezione delle variabili, metodi di aggregazione e normalizzazione, incidono certamente sui risultati. Per esempio, la selezione delle variabili è stata inevitabilmente influenzata da un personale giudizio sulla solidità e rilevanza analitica degli indicatori scelti, anche se in larga parte sono state scelte obbligate dalla mancata disponibilità di dati grezzi. Per limitare tali implicazioni è stata eseguita, infatti, l'analisi di robustezza dell'indice composito.

Su questa, Luzzati & Gucciardi, 2015 evidenziano dei limiti. La performance di ciascuna tecnica alternativa considerata nell'analisi di robustezza è inevitabilmente influenzata dalle tecniche di normalizzazione e aggregazione utilizzate con dei range risultanti che possono essere diversi dalle aspettative. Nel presente lavoro si è mostrato un range possibile di posizioni dei comuni piuttosto ampio (Fig. 15;16) rendendo talvolta difficile avere un quadro chiaro. Per questo motivo la classificazione, risultante dai punteggi dell'indice composito, non deve essere vista come una classifica assoluta ma una rappresentazione generale della sostenibilità dei singoli comuni. Al contrario, essa si presenta come una base di partenza e di riflessione rispetto alle politiche territoriali, suggerendo come queste possano essere modificate e migliorate, per il raggiungimento degli obiettivi ma anche per avviare il cambiamento culturale necessario al raggiungimento della sostenibilità che assuma il tema dello sviluppo come un processo inscindibilmente legato alla sostenibilità.

5.6 Conclusioni

In questo capitolo, le discussioni dei risultati emersi da questo lavoro di tesi hanno affrontato i temi legati alla costruzione dell'indice composito, rispetto alla carenza dei dati disponibili e alla differenza accentuata tra le situazioni comunali nelle dimensioni di analisi. Inoltre, hanno riguardato le metodologie adottate per limitare il più possibile l'incertezza del risultato. Oggetto di discussione è stata anche la caratteristica dimensionale dei comuni rispetto al livello di sostenibilità riscontrato. Si osserva come i comuni di piccole dimensioni, significativamente distanti dai centri di offerta di servizi essenziali siano quelli presentano i punteggi di sostenibilità minori. Si è voluto fare un focus sui dati da inquinamento PFAS, non inclusi negli indici, ed effettuata una valutazione sulla problematica di avere le informazioni di policy making non aggiornate.

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI

Questo lavoro di tesi, che nei fatti si è dato l'obiettivo di misurare la sostenibilità di un determinato territorio caratterizzato da molte diversità tra i 114 comuni che lo compongono, porta con sé una domanda di fondo: è possibile oggi caratterizzare un comune dal punto di vista della sostenibilità partendo da una raccolta di dati editi da fonti ufficiali pubbliche?

La prima difficoltà ha riguardato la raccolta e scelta degli indicatori di partenza. In Italia si deve purtroppo fare i conti con un'evidente scarsità di dati pubblici disponibili a livello comunale riferiti ai temi ambientali, sociali, economici e istituzionali. Manca, in particolare, un framework teorico di riferimento che consenta di caratterizzare la sostenibilità a livello comunale.

In un quadro generale, che presenta incertezze di valutazione, aver costruito un indice composito di sostenibilità sulla base di 43 indicatori afferenti a temi ambientali, sociali, economici ed istituzionali ci ha permesso di arrivare per ogni singolo comune al "punteggio" di sostenibilità. Questo ha fatto emergere le eccellenze ma anche le carenze dei sistemi comunali. È evidente che questo genera la consapevolezza che, appunto, la sostenibilità è un processo di integrazione, tra più fattori, difficile da raggiungere, ma non impossibile, se sono chiare le carenze e gli strumenti per superarle. L'indice ha evidenziato che alcuni comuni abbiano puntato sulle capacità rigenerative del loro territorio, investendo sulle risorse rinnovabili, sul riuso e il riciclo, anche al fine di ridurre rifiuti ed emissioni. D'altra parte, lo studio evidenzia come gli stessi dall'altro lato abbiano investito poco sulle dinamiche di coesione sociale, sulla qualità del welfare,

sull'equità e sull'azione collettiva. Trasversalmente a questo emerge che dove si ha una maggiore integrazione dei fattori ambientali, sociali ed economici migliora sensibilmente anche la capacità di Governance che si esprime attraverso la capacità e la qualificazione della spesa, nella riduzione degli avanzi, sulla capacità di riscossione, sui tempi che vanno dalla pianificazione alla realizzazione delle opere pubbliche.

Un'analisi di questo tipo, pertanto, può servire ad un territorio comunale per verificare il proprio livello di sostenibilità ma anche per capire come questo sia efficace confrontando gli altri comuni della Provincia. Questo indice, quindi, si propone come uno strumento capace di indicare se e come indirizzare il proprio sviluppo sostenibile che è, per ovvie ragioni, un processo molto più difficile da perseguire. Infatti, secondo il documento pubblicato da ASViS "*Agenda 2030: un viaggio attraverso gli Obiettivi di sviluppo sostenibile*". (https://asvis.it/public/asvis2/files/Pubblicazioni/Volume_Agenda2030_A_SviS_Siena.pdf.) sembra emergere, che il tipo di sviluppo di un determinato territorio risponde, per esempio, a vocazioni produttive diverse che non sono frutto, sempre, di scelte programmate. Questo comporta il coinvolgimento delle imprese, facendo sì che esse diventino sostenitrici e protagoniste dello sviluppo sostenibile.

Ne discende che, per tali ragioni la governance pubblica, sui processi che caratterizzano lo sviluppo sostenibile, diventa fondamentale. E anche vero che, come soprariportato, le contraddizioni emerse dai risultati di alcuni comuni: cioè di eccellenza su alcuni indicatori e, allo stesso tempo, il contrario su altri, induce alla conclusione che generalmente, la percezione di sviluppo sostenibile in questo contesto non è così chiara alla popolazione locale, ma anche ai decisori e amministratori del territorio.

Per questo motivo questo strumento che viene proposto, basato su dati reali specifici a livello comunale, può essere utile all'identificazione di sinergie necessarie per supportare e catalizzare un cambiamento dello stato di fatto. Per farlo è altrettanto importante sviluppare percorsi condivisi con la popolazione, e i diversi portatori di interesse, essendo questo un elemento che favorisce il perseguimento degli obiettivi di miglioramento dell'ambiente, di innovazione delle politiche sociali, di progresso e di benessere per tutti.

BIBLIOGRAFIA

- Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente del Friuli-Venezia Giulia (ARPAFVG). (n.d). *Il monossido di carbonio (CO)*. http://cmsarpa.regione.fvg.it/cms/tema/aria/stato/Qualita_dell_aria/monossido_carbonio.html Consultato in data novembre 8, 2022.
- Basiago, A. D. (1999). Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice. In *The Environmentalist* (Vol. 19). Kluwer Academic Publishers.
- Ben-Eli, M. (2015). *Sustainability: Definition and Five Core Principles. A New Framework*. The Sustainability Laboratory. <http://www.sustainabilitylabs.org/assets/img/SL5CorePrinciples.pdf>
- Benaim, A., Collins, A. C., & Raftis, L. (2008). *The Social Dimension of Sustainable Development: Guidance and Application*. [Master thesis Strategic Leadership towards Sustainability, Blekinge Institute of Technology, Karlskrona, Sweden]. <http://bth.divaportal.org/smash/get/diva2:830737/FULLTEXT01.pdf>
- Bonnet, J., Coll-Martínez, E., & Renou-Maissant, P. (2021). Evaluating sustainable development by composite index: Evidence from french departments. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13020761>.
- Borah, B., & Borah, C. (2021). Urban Sustainability Index of Guwahati City. *Journal of Contemporary Issues in Business and Government*, 27(1), 2021. <https://cibg.org.au/874https://cibg.org.au/>
- Brodhag, C., & Talière, S. (2006). Sustainable development strategies: Tools for policy coherence. *Natural Resources Forum*, 30(2), 136–145. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2006.00166.x>
- Brundtland, G.H. (1987) *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Geneva, UN-Dokument A/42/427. <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>
- Camera dei deputati Servizio Studi XVIII Legislatura. (2022). *Benessere equo e sostenibile*. https://www.camera.it/temiap/documentazione/temi/pdf/1105123.pdf?_1555202491890

- Cavalli, L., & Farnia, L. *Per un'Italia sostenibile: l'SDSN Italia SDGs City Index 2018*. Fondazione ENI Enrico Mattei. <https://feem-media.s3.eu-central-1.amazonaws.com/wp-content/uploads/rpt-2020-city-index.pdf>
- Climate Policy Watcher. (n.d). *Institutions as a Dimension of Sustainability*. <https://www.climate-policy-watcher.org/sustainable-development/institutions-as-a-dimension-of-sustainability.html>. Consultato in data Novembre 2, 2022.
- Dagiliute, R. (n.d.). SUSTAINABILITY OF LITHUANIAN REGIONS: APPLICATION OF COMPOSITE INDEX. *Regional formation and development studies No. 3 (8) (Issue 3)*.
- Dagiliūtė, R., & Elijošienė, S. (2014). Application of composite index for sustainability assessment. *9th International Conference on Environmental Engineering, ICEE 2014*. <https://doi.org/10.3846/enviro.2014.012>
- Dipartimento federale degli affari esteri (DFAE), n.d. *Quadro di riferimento globale*. <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/it/home/agenda-2030/globaler-kompass-fuer-nachhaltige-Entwicklung.html>. Consultato in data Novembre 8, 2022.
- DESA-UN. (2018, April 4). The Sustainable Development. Goals Report 2017. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/thesustainabledevelopmentgoalsreport2017.pdf>
- Diesendorf, M., 2000. *Sustainability and Sustainable Development*. In D. Dunphy, J. Benveniste, A. Griffiths, & P. Sutton (Eds.), *Sustainability: The Corporate Challenge of the 21st Century* (pp. 19-37). Allen & Unwin. <https://markdiesendorf.com/wp-content/uploads/2015/09/CorpSust2000.pdf>
- Dumanski, J., Terry, E. & Gameda, S. (1998). *Performance Indicators for Sustainable Agriculture*. The World Bank Washington, D.C.
- Emma Pravitasari, A., Rustiadi, E., Pratika Mulya, S., & Nursetya Fuadina, L. (2018). Developing Regional Sustainability Index as a New Approach for Evaluating Sustainability Performance in Indonesia. *Environment and Ecology Research*, 6(3), 157–168. <https://doi.org/10.13189/eer.2018.060303>
- Evers, B. (2018). *WHY ADOPT THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS? THE CASE OF MULTINATIONALS IN THE COLOMBIAN COFFEE AND EXTRACTIVE SECTOR*. [Master Thesis Erasmus University Rotterdam]. <https://thesis.eur.nl/pub/41819/Evers-Bas.pdf>
- Floridi, M., Pagni, S., Falorni, S., & Luzzati, T. (2011). An exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions. *Ecological Economics*, 70(8), 1440–1447. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.003>

- Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. (2002). Environment, economy and society: Fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, 10(4), 187–196. <https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Giovannoni, E., & Fabietti, G. (2013). What is sustainability? A review of the concept and its applications. In *Integrated Reporting: Concepts and Cases that Redefine Corporate Accountability* (pp. 21–40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02168-3_2
- Gray, R. (2010). Is accounting for sustainability actually accounting for sustainability...and how would we know? An exploration of narratives of organisations and the planet. *Accounting, Organizations and Society*, 35(1), 47–62. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2009.04.006>
- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT). (n.d). *Costruzione e valutazione di indici compositi*. <https://www4.istat.it/it/strumenti/metodi-e-strumenti-it/analisi>. Consultato in data novembre 8, 2022.
- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT). (2022), *Rapporto SDGs 2022. Informazioni statistiche per l'agenda 2030 in Italia*. <https://www.istat.it/storage/rapporti-tematici/sdgs/2022/Rapporto-SDGs-2022.pdf>
- Khan, N. H., Nafees, M., ur Rahman, A., & Saeed, T. (2021). Ecodesigning for ecological sustainability. In *Frontiers in Plant-Soil Interaction* (pp. 589–616). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-90943-3.00019-5>
- Kolk, A. (2016). The social responsibility of international business: From ethics and the environment to CSR and sustainable development. *Journal of World Business*, 51(1), 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2015.08.010>
- Kondyli, J. (2010). Measurement and evaluation of sustainable development. A composite indicator for the islands of the North Aegean region, Greece. *Environmental Impact Assessment Review*, 30(6), 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.08.006>
- Lee, Y. J., & Huang, C. M. (2007). Sustainability index for Taipei. *Environmental Impact Assessment Review*, 27(6), 505–521. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2006.12.005>
- Lele, S. M. (1991, June). *Sustainable development: A critical review*. *World Development*, 19(6), 607–662. doi:10.1016/0305-750X(91)90197-P
- Luzzati, T., & Gucciardi, G. (2015). A non-simplistic approach to composite indicators and rankings: An illustration by comparing the sustainability of the EU Countries. *Ecological Economics*, 113, 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.02.018>

- Marchetti, M.G. (1997). *Introduzione all'analisi statistica dei dati multivariate*. Dipartimento di Statistica Università di Firenze
- Mensah, J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action: Literature review. *Cogent Social Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2019.1653531>
- Ministero della Transizione Ecologica (MITE). (n.d). *La SNSvS*. <https://www.mite.gov.it/pagina/la-snsvs>
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., 2005. *Tools for Composite Indicators Building*. European Commission-Joint Research Centre.
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffmann, A., Giovannini, E., 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators — Methodology and user guide*. OECD publishing
- Pfahl, S. (2005). Nos. 1/2, 2005 'Institutional sustainability. In *Int. J. Sustainable Development* (Vol. 8, Issue 2 pp.80–96.).
- Patel, U., Rakshit, S., Ram, S. A., & Irfan, Z. B. (2019). Urban Sustainability Index: Measuring Performance of 15 Metropolitan Cities of India. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*, 1–11. <https://doi.org/10.9734/sajsse/2019/v3i430111>
- Pozdniakova, A. M. (2017). *SMART SUSTAINABLE CITIES: THE CONCEPT AND APPROACHES TO MEASUREMENT Smart Sustainable Cities View project Anna M Pozdniakova UN Sustainable Development Solutions Network-Youth Initiative (SDSN Youth)*. <https://www.researchgate.net/publication/318745541>
- Quental, N., Lourenço, J. M., & da Silva, F. N. (2011). Sustainability: Characteristics and scientific roots. *Environment, Development and Sustainability*, 13(2), 257–276. <https://doi.org/10.1007/s10668-010-9260-x>
- Rama, M., González-García, S., Andrade, E., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2020). Assessing the sustainability dimension at local scale: Case study of Spanish cities. *Ecological Indicators*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106687>
- Raszkowski, A., & Bartniczak, B. (2019). On the road to sustainability: Implementation of the 2030 Agenda sustainable development goals (SDG) in Poland. *Sustainability (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020366>
- Regione Veneto, Bur n. 9 del 01/02/2011, DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 3550 del 30 dicembre 2010. Rete Ecologica Regionale.

- Rodrigues, M., & Franco, M. (2020). Measuring the urban sustainable development in cities through a Composite Index: The case of Portugal. *Sustainable Development*, 28(4), 507–520. <https://doi.org/10.1002/sd.2005>
- Rosen, M. A. (2018). ISSUES, CONCEPTS AND APPLICATIONS FOR SUSTAINABILITY. *JOURNAL OF CULTURE*, 3. <https://doi.org/10.12893/gjcpi.2018.3.40>
- Ross, D. (2013). Social Sustainability. In: Idowu, S.O., Capaldi, N., Zu, L., Gupta, A.D. (eds) *Encyclopedia of Corporate Social Responsibility*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28036-8_58
- Saith, A. (2006). From universal values to Millennium Development Goals: Lost in translation. *Development and Change*, 37(6), 1167–1199. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7660.2006.00518.x>
- Salvati, L., & Carlucci, M. (2014). A composite index of sustainable development at the local scale: Italy as a case study. *Ecological Indicators*, 43, 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.021>
- Silvestri, M. (2015). *Sviluppo sostenibile: un problema di definizione*. Gentes, anno II numero 2 dicembre 2015. <https://www.unistrapg.it/sites/default/files/docs/university-press/gentes/gentes-2015-2-215.pdf>
- Spangenberg, J. H. (2002). Institutional sustainability indicators: An analysis of the institutions in Agenda 21 and a draft set of indicators for monitoring their effectivity. *Sustainable Development*, 10(2), 103–115. <https://doi.org/10.1002/sd.184>
- Stoddart, H., Schneeberger, K., Dodds, F., Shaw, A., Bottero, M., Cornforth, J., & White, R. (2011). *A pocket guide to sustainable development governance*. Stakeholder Forum 2011.
- Thomas, W. F., Minter, B. A., & Christopher Boone Paul Hirt K David Pijawka, C. W. (2015). *Naturalizing Sustainability Discourse: Paradigm, Practices and Pedagogy of Thoreau, Leopold, Carson and Wilson*. [A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy. Arizona state University]. <https://core.ac.uk/download/pdf/79576433.pdf>
- van Beynen, P., Akiwumi, F. A., & van Beynen, K. (2018). A sustainability index for small island developing states. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 25(2), 99–116. <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1317673>
- van Dijk, M. P., & Mingshun, Z. (2005). Sustainability indices as a tool for urban managers, evidence from four medium-sized Chinese cities. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(6), 667–688. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.10.001>

- van Zeijl-Rozema, A., Cörvers, R., Kemp, R., & Martens, P. (2008). Governance for sustainable development: A framework. *Sustainable Development*, 16(6), 410–421. <https://doi.org/10.1002/sd.367>
- Villa, A., Ziccardi, M., 2008. Come si vive in Italia? Indice di Qualità Regionale dello Sviluppo. QUARS 2008, Lunaria.
- Yi, P., Wang, L., Zhang, D., & Li, W. (2019). Sustainability assessment of provincial-level regions in China using composite sustainable indicator. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/su11195289>
- Zupi, M. (2014). *Significati idee e politiche di sostenibilità*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1536.2884>

Allegato 1: Analisi della letteratura completa riguardo gli indici composti di sostenibilità. A differenza della tabella 1 si riportano gli indicatori considerati da ciascun articolo.

Nome articolo e autore	Tipo di indicatori considerati	Scala
<p>An exercise in composite indicators construction: Assessing the sustainability of Italian regions. (<i>Floridi et al., 2011</i>)</p>	<p><i>Socio-economic development:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP per capita • Inequality of income distribution • Labour productivity • R&D expenditure • R&D workers • Science and technology graduates • Patent granted by the EPO • Internet diffusion on families • Total employment rate • Irregular employment • Total unemployment rate • Temporary term employment <p><i>Climate change and energy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Greenhouse gas emissions • Energy consumption • Electricity generation from renewables • Energetic efficiency of GDP <p><i>Sustainable transport</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Public transport use • Travels on foot or by bike • Goods shipped by road • Motor vehicles • Euro-4 or Euro-5 cars • People killed in road accidents • Energy consumption of transports <p><i>Sustainable consumption and production</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissions of PM10 • Emissions of acidifying substances • Urban waste production • Hazardous waste production • Waste landfilled • Urban waste separate collection • Water consumption • Water purification • Organic agriculture • Use of fertilizers • Environmental management systems <p><i>Natural resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Building licenses • Site of Community Importance • Wooded areas • Artificial areas <p><i>Public health</i></p>	<p>Regioni italiane (20 Regioni italiane)</p>

*Per un'Italia sostenibile:
l'SDSN Italia SDGs City Index
2018.
(Cavalli et al., 2018)*

<ul style="list-style-type: none"> • Mortality rate • Infant mortality rate • Life expectancy at birth • Accidents at work • Overweight and obese population • Regular smokers • Use of phytosanitary products • Hospital attraction ratio • Family doctors • Baseline paediatrics <p><i>Social inclusion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Population living under poverty threshold • Sex difference in activity rate • Female employment rate • Foreign entrepreneurs • Foreign students • Municipality with nursery school • Persons with low educational attainment • Secondary scholarization ratio • Life-long learning • Tickets sold for music and theatre show • Youth unemployment rate • Early school leavers • Employment rate of older workers • Home care of old persons • House prices <p><i>Demographic changes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Old-age dependency rating • Migration rate • Number of children per woman <p>(EUROSTAT framework)</p>	
<p><i>SDG 1 Povertà zero</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indice di Sofferenza Economica • Individui in Famiglie a Bassa Intensità Lavorativa <p><i>SDG 2 Fame zero</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Orti Urbani • Mortalità per Suicidio • Mortalità Infantile <p><i>SDG 4 Istruzione di qualità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Indice Presa in Carico Asilo Nido • Competenza Alfabetica degli Studenti • Istruzione Pre-Universitaria <p><i>SDG 5 Uguaglianza di genere</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio Occupazionale di Genere • Livello Istruzione Donne <p><i>SDG 6 Acqua pulita e igiene</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Perdite di Rete • NEET • Uscita Precoce dal Sistema di Istruzione e Formazione <p><i>SDG 9 Industria, innovazione e infrastrutture</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Offerta di Trasporto Pubblico <p><i>SDG 10 Ridurre le diseguaglianze</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gini Index • Rifiuti Urbani 	<p>Comunale</p> <p>101 Capoluoghi di provincia italiani</p>

*Sustainability Assessment of
Provincial-Level
Regions in China Using
Composite
Sustainable Indicator.
(Yi et al., 2019)*

*Come si vive in Italia?
Indice di Qualità Regionale
dello Sviluppo.
QUARS, 2008*

<p><i>SDG 13 Agire per il clima</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissioni di CO2 <p><i>SDG 15 La vita sulla terra</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Verde Urbano Fruibile • Licenze ECOLABEL <p>(SDSN framework)</p>	
<p><i>Economic:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP per capita • Growth rate of GDP • Investment in fixed assets per Capita • Growth rate of consumer goods' • retail sales • Total export-import volume per capita • Proportion of GDP generated by the service industry • Wastewater discharged amount per unit of GDP • Power consumption amount per unit of GDP • Industrial SO2 emissions per industrial added value • Industrial smoke and dust • Emissions per industrial added value <p><i>Social: Population & infrastructure e Living & Security</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Natural growth rate of population • Population density • Per capita area of paved roads • Number of public transportation vehicles per 10000 population • Coverage rate of Urban population with access to tap water • Registered urban unemployment rate • Per capita disposable income • Coverage rate of basic person • Insurance • Medical technical personnel per 1000 persons • Investment in social safety and employment as a proportion of GDP <p><i>Environment: Resources & Ecosystems e Environmental protection</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Water resources per capita • Arable land per capita • Ratio green coverage of built up areas • Per capita green area • Per capita stock volume of forest • Investment in environmental protection as a proportion of GDP • Treatment rate of consumption wastes • Ratio of industrial solid wastes utilized • Investment completed in the treatment of industrial pollution as a proportion of GDP • Per capita afforestation area 	<p>Provinciale</p> <p>(31 province cinesi)</p>
<p><i>Ambiente</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Densità della popolazione (impatto) • Emissioni di Co2 (impatto) • Fertilizzanti (impatto) • Ecomafia (impatto) • Mobilità Sostenibile (impatto) 	<p>Regionale</p>

Assessing the sustainability dimension at local scale: Case study of Spanish cities. (Rama et al., 2020)

<ul style="list-style-type: none"> • Raccolta differenziata (policy) • Energia da fonti rinnovabili (policy) • Aree protette (policy) • Eco Management (policy) • Agricoltura biologica (policy) <p><i>Economia e lavoro</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Precarietà • Disoccupazione • Disuguaglianza • Povertà relativa <p><i>Diritti e cittadinanza</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Diritto alla casa • Famiglie e Servizi • Assistenza Sociale • Inserimento lavorativo persone svantaggiate • Migranti • Abbandono scuola dell'obbligo <p><i>Pari opportunità</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Consultori • Partecipazione al mercato del lavoro • Partecipazione politica • Asili nido <p><i>Istruzione e cultura</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecosistema scuola • Partecipazione scuola superior • Grado di istruzione • Mobilità Universitaria • Biblioteche • Teatro e musica <p><i>Salute</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Assistenza domiciliare integrata anziani • Prevenzione • Liste d'attesa • Migrazioni ospedaliere • Soddisfazione servizio sanitario • Mortalità evitabile <p><i>Partecipazione</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Società civile • Organizzazioni di volontariato • Difensore Civico • Diffusione di quotidiani • Partecipazione politica 	<p>(20 Regioni italiane)</p>
<p><i>Social</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Population graduated in secondary education • Number of registered gender violence cases • Women unemployed • Population rate at risk of poverty • People per household • Population that participated in the last municipal election • Population under 16 years old • Population older than 65 years old • Population annual net growth • Ratio of immigrants • Population Density • Number of leisure facilities 	<p>Comunale (31 città spagnole)</p>

A non-simplistic approach to composite indicators and rankings: an illustration by comparing the sustainability of the EU Countries (Luzzati & Gucciardi, 2015)

<ul style="list-style-type: none"> • Hospitals Beds per Habitants • Total expense in social services <p><i>Economic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP per capita • City unemployment rate • Average household incomez • Number of permanent contracts signed per 1000 Inhabitants • Number of businesses per 1000 inhabitants • Municipal budget per inhabitant • Non-financial total incomes • Surplus/Deficit • Indebtedness • Investment • Average rental price per m2 • Average sale price per m2 • Number of hotel places <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ratio of public/private vehicles • Ozone • NO2 • PM10 • Total domestic water consumption per dwelling • Total electrical use per capita • Surface of green area • Surface of pedestrian zone • MSW collected • Non-Compliance Wastewater Treatment • Sustainability plan, participation in projects and awards 	
<p><i>Socio-economic development</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Real GDP per capita • Dispersion of regional GDP per inhabitant • Real labour productivity growth per hour worked • Total R&D expenditure • Graduates with scientific degrees • R&D workers out of active population • Households— Level of Internet access • Employment rate • Unemployment rate • Temporary work rate • Energy intensity of the economy <p><i>Climate change and energy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Greenhouse gas emissions • Electricity generated from renewable sources • Primary energy consumption • Primary energy consumption index = 2005 • Implicit tax rate on energy • Share of renewable energy in gross final energy consumption • Energy consumption of transport, by road • % goods transported by road • Motorisation rate • People killed in road accidents • Energy consumption of transport relative to GDP <p><i>Sustainable consumption and production</i></p>	<p>Nazionale (Paesi EU-27)</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Municipal waste generation • Hazardous waste from economic activity • Municipal waste generation and treatment, deposit onto or into land • Recycled waste • Area under organic farming • Organisations and sites with EMAS • Domestic material consumption • Non-mineral waste generation • Emissions of sulphur oxides (SOx) • Emissions of non-methane volatile organic compounds (NMVOC) • Emissions of nitrogen oxides (NOx) • Emissions of ammonia (NH3) • Livestock density index <p><i>Natural resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Building permits • Sufficiency of sites designated under the EU Habitats directive • Artificial surfaces • Forest increment and fellings <p><i>Public health</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mortality rate • Infant mortality rate • Life expectancy at birth • Serious accidents at work • Proportion of population living in households considering • that they suffer from noise • Physicians • Paediatricians <p><i>Social inclusion</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Persistent at risk of poverty rate • Absolute difference of activity rates by sex • Women's employment rate • Students (ISCED 5–6) studying in another EU-27 • Persons with low educational achievement • Life-long learning • Youth unemployment rate • Early leavers from education and training • Older workers' employment rate • Expenditure on care for elderly • People at risk of poverty or social exclusion % • Gender pay gap in unadjusted form • Tertiary educational achievement by sex (30–34) • Individuals' level of computer skills • Long-term unemployment rate • Inequality of income distribution • Severely materially deprived people • HICP — housing <p><i>Demographic changes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Old-age dependency ratio • Life expectancy at age 65, males • Life expectancy at age 65, females • Crude rate of net migration plus adjustment • Total fertility rate • Official development assistance as share of gross national income 	
---	--

Measurement and evaluation of sustainable development. A composite indicator for the islands of the North Aegean region, Greece. (Kondyli, 2010)

Measuring the urban sustainable development in cities through a Composite Index: The case of Portugal. (Rodrigues & Franco, 2020)

<ul style="list-style-type: none"> • EU imports from developing countries, by income group • CO₂ emissions per inhabitant in the EU and in developing countries <p><i>Good governance</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • New infringement cases • Shares of environmental in total tax revenues from taxes and social Contributions • Level of citizens' confidence in EU institutions (for sub-theme policy coherence and effectiveness) • E-government usage by individuals • Voice and accountability • Political stability • Government effectiveness • Regulatory quality • Rule of law • Control of corruption <p><i>73 indicatori considerati</i></p>	
<p><i>Economic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • % employed in the active population • employed in competitive economic sub-sectors • Specialisation coefficient of economic sub-sectors <p><i>Social</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Population's growth rate • Sustainable population growth index • Ageing index • Dependency index • % of average taxable income less than 60% of country's Average • Average taxable income • % unemployment • % women's unemployment • % youth unemployment • % economically active women • % people voting in the municipal election <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantity of available water resources per resident • Pressure-based assessment indexa • % of samples compatible with the established quality Standards • Pressure-based assessment index • Number of species per km2 • Pressure-based assessment index 	<p>Regionale</p> <p>Isole della regione Nord Egeo greca</p> <p>(9 isole)</p>
<p><u><i>Economic Competitiveness and economic activity</i></u></p> <p><i>Economic growth</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Purchasing power per capita • Exports • Imports • Town's employment rate • Total unemployment rate <p><i>Business</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Firms formed in the period of reference • Firms dissolved 	<p>Comunale</p> <p>(308 municipalità portoghesi)</p>

- Banks and Savings Institutions
- Non-financial firms
- Firms
- Employees in non-financial firms - total and by economic activity
- Turnover of non-financial firms: total and by economic activity
- Gross added value of non-financial firms: total and by sector of economic activity
- Non-financial firms with under 10 employees as a % of all non-financial firms: by sector of economic activity
- Youth unemployment rate - Unemployed registered with job centres and in vocational training (annual average): total and by age-group

Entrepreneurship

- % Of new firms in activity after 2 years
- % of employment with higher competences – Employees: total and by level of education
- % of self-employment (self-employed, but employers)
- % of self-employment (self-employed, not employers)
- Density of established firms part III(1) III-03-01
- FABlabs , living labs

Social

Demographic changes cultural/historic identity

- Percentage of population over 65
- Percentage of population under 15
- Migratory growth – contribution of migratory balance to the population variance
- Index of dependent elderly
- Index of dependent young people
- Child mortality rate (<1 year)
- Gross birth rate
- Urban rehabilitation societies
- Critical áreas of urban conversion and recovery
- Urban rehabilitation areas

Education

Infrastructure and competences

Establishments of pre-school, primary and secondary education

- Pupils enrolled in pre-school, primary and secondary education
- Total literacy rate – Resident population of 15 years and over according to the Census: total
- Pupils enrolled in pre-school, primary and secondary education as a % of the resident population
- Rate of completion of levels of education – Pupils in regular basic education completing the year: total

Inclusion and cohesion

Poverty and inequality

- Recipients of social benefits – Recipients of Guaranteed Minimum Income and Social Insertion Income from Social Security in total active beneficiaries (%)

A composite index of sustainable development at

<ul style="list-style-type: none"> • Residents at risk of poverty – Beneficiaries of unemployment subsidy from Social Security: total • Equity and citizenship projects <p><i>Social infrastructure</i></p> <p><i>Health</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of hospital beds – Hospital accommodation • Health centres: appointments per inhabitant • Inhabitants per health centre • General and specialized hospitals • Promotion of physical and mental well-being <p><i>Security</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of crimes: total • PSP and GNR (police) stations <p><i>Environmental</i></p> <p><i>Basic infrastructure</i></p> <p><i>Energy, Water and Gas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Annual energy consumption per capita – Electricity consumption per inhabitant: total • Natural gas consumption per capita - Natural gas consumption per inhabitant • Annual water consumption per capita – Water distributed/consumed per inhabitant <p><i>Emission and production of pollutants</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Undifferentiated urban waste collected (Urban waste: total and by type of collection) • Differentiated urban waste collected (Urban waste: total and by type of collection) <p><i>Circular economy</i></p> <p><i>Recycling and reuse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Income from waste management • Expenditure on waste management • Urban waste sent to energy recovery • Urban waste sent to organic recovery • Urban waste sent to recycling • Urban waste sent to landfill <p><i>Environmental protection in urban areas</i></p> <p><i>Territory</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Income from biodiversity and landscape protection • Expenditure on biodiversity and landscape protection • Expenditure on air and climate protection, Protection and recuperation of soil, underground and surface water, protection against noise and vibrations, protection against radiation, R&D and other activities of environmental protection • Income from air and climate protection, protection and recuperation of soil, underground and surface water, protection against noise and vibrations, protection against radiation, R&D and other activities to protect the environment. 	
<p><i>Demography</i> <i>Population structure</i></p>	<p>Comunale</p>

the local scale: Italy as a case study.
(Salvati & Carlucci, 2014)

<ul style="list-style-type: none"> • Average household size • Population aged 80 years and over on children 0–5 years (%) • Proportion of population aged 75 years and over • Elderly index • Dependency ratio • Resident foreign people per 100 inhabitants <p><i>Urban structure</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Compact urban settlements on total urban area (%) • Dispersed urban settlements on total urban area (%) • Mining areas (%) • Landfill areas (%) • Urban parks (%) • Leisure and sport areas (%) • Agricultural land • Population density (inhabitants/km2) • Total population change (%) • Urban population (%) • Ecological footprint per km2 • Non-occupied dwellings (%) • Average dwelling size per inhabitant (m2) <p><i>Human capital</i></p> <p><i>Education</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Population with tertiary-level education (%) • Population graduated in high-school (%) • Population with secondary education (%) • Population with primary education (%) • Illiterate population (%) <p><i>Labour market</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Participation rate • Female workers to total workers (%) • Consultants to total workers (%) • Temporary workers on total workers (%) • Voluntaries to total workers (%) • Employment rate • Unemployment rate • Unemployment rate of age group 15–34 • Female participation rate • Female employment rate • Female unemployment rate • Female unemployment rate of age group 15–34 <p><i>Local development</i></p> <p><i>Economic structure</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Average number of workers per industrial local unit • Workers in hotel and restaurant services (%) • Density of workers by km2 • Working in manufacturing industry (%) • Working in agriculture, hunting and fishing (%) • Working in transport and communication services (%) <p><i>Tourism</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • No. beds in hotels and campings/resident population • Average number of beds per hotel • Hotel occupancy level (five-years average) 	<p>8100 comuni italiani</p>
--	-----------------------------

- Rural hospitality occupancy level (five-years average)
- No. beds in agri-tourism accomodation/beds in hotel

Quality of life

Income and wealth

- Subscriptions to state television channels (%)
- Per capita municipal solid waste tax amount (euros)
- Per capita disposable income (euros)
- Per capita consumption
- Per capita GDP
- Amount of bank deposits by branch (euros)
- Amount of bank deposits by inhabitant (euros)
- Amount of bank loans by branch (euros)
- Bank loans/deposits
- Amount of bank loans by inhabitant (euros)
- Per capita income tax amount (euros)
- Per capita real estate tax amount (euros)

Crime

- Crime intensity index Crime
- Crime severity index
- Number of crimes per 1000 inhabitants
- Work accidents per 100 inhabitants

Rural development

- Indication of origin vineyards on total UAA (%)
- Rented Utilized Agricultural Area on total UAA (%)
- State-owned UAA on total UAA (%)
- Average farm size (hectares)
- Total agricultural land/total municipal area (%)
- UAA/total agricultural land (%)
- Employees in the primary sector (%)
- Farmholders > 55 years (%)
- Farmholders on total workers in agriculture (%)
- Farmholders with technical education (%)
- Farmholder's activity diversification index
- Number of machines per UAA
- Irrigated land/total UAA (%)
- Number of hectares of UAA per worker
- Crop intensity index
- UAA under environmental protection (%)
- Arable land/agricultural utilized area (%)
- Perennial crop/agricultural utilized area (%)
- Pastures and meadows/agricultural utilized area (%)
- Diversity in farm size (Shannon index)
- % woodland surface area in total farm surface
- % change in agricultural utilized area (1990–2000)
- Agricultural landscape diversity (Shannon index)
- Agricultural utilized area under organic farming (%)
- Livestock organic farms/total farms (%)
- UAA under good agronomic practices (%)
- UAA under sustainability certification (%)
- Number of cattle/UAA
- UAA applying sustainable irrigation (%)
- Index of economic marginalization of farms

*Sustainability index for Taipei.
(Lee & Huang, 2007)*

<ul style="list-style-type: none"> • Woodlands and semi-natural area (%) • Per capita distributed water • Water dispersion index • Consumed water/inhabitants • Water tanks/inhabitants • Reservoir capacity/100 inhabitants 	
<p><i>Social</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Average personal income • Female/male employment rate • Unemployment rate • Percentage of households with internet connections • Percentage of public places with wireless internet connections • Average daily per capita water use (liter) • Electricity consumption per person <p><i>Economic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Urban population density • Female/male life expectancy • Number of households below the poverty line • Wealth gap • Crime rate • Annual casualties from public disasters • Annual number of transportation accidents • Per capita attendance of art and cultural activities • Average number of students per classroom • Ratio of the population with a college level education • Rate of expansion of urban development lands (including residential, commercial, industrial, and public facilities) • Per capital floor area of private dwellings • Public facility area ratio to urban land areas • Per capita park and green areas • Riverside park and green area per person • Sewerage and waste removal efficiency • Rate of sanitary sewerage to total sewerage system • Car ownership rate • Motorcycle ownership rate • Areas covered with public transportation system • Per capita pedestrian walkway index • Per capita bikeway index • Number of bicycle kickstands <p><i>Environmental</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of bird species living naturally in the environment • Number of fish species living naturally in the environment • Green resource index • Permeable rate in urban lands • Number of days with PSI>100 • Per capita CO2 emissions • Proportion of slightly-polluted rivers • Reservoir water quality • Tap-water quality • Per capita daily waste production • Recycling ratio for solid waste • Ratio of solid waste composted to total waste production 	<p>Comunale (Taipei, 2,6 milioni di abitanti)</p>

Sustainability indices as a tool for urban managers, evidence from four medium-sized Chinese cities. (van Dijk & Mingshun, 2005)

A sustainability index for small island developing States. (van Beynen et al., 2018)

<ul style="list-style-type: none"> Utilization rate for renewable resources (bottom ashes) <p><i>Institutional</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Enforcement of local environmental plans Citizen participation in major planning and decision making Joint international cooperation regarding SD Environmental and ecological budget ratio to total budget Social welfare expenditure ratio to total expenditure Government expenditure on pollution prevention and resource recycling Ratio of completed assessments to initiated assessments Appellate statistics of court cases related to environmental pollution 	
<p><i>Socioeconomic development Index</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Per capita GDP Growth rate of GDP % of population below the poverty line Educational investment share in GDP <p><i>Environmental index</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Daily concentration of SO₂ Daily concentration of PM₁₀ % of water meeting the drinking quality standard Average concentration of COD Area of arable land per capita Per capita water resource <p><i>Institutional capacity Index</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Citizens' satisfaction with their city <p><i>Coordination index of economic and environmental</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Generation of waste water per 10,000 CNY GDP Ratio of sewage treatment Generation of SO₂ per 10,000 CNY GDP Recycling ratio of urban wastes Environmental investment share in GDP <p><i>Ecological and environmental potential index</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Ratio of renewable resources consumption to their generation Ratio of non-renewable resources consumption to their substitution Ratio of degradable pollutant emission to their purification Ratio of non-degradable pollutant emission to their purification <p><i>Welfare growth potential Index</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Growth rate of basic needs index Growth rate of income per capita 	<p>Comunale (4 città cinesi medio grandi)</p>
<p><i>Population</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Population trends (% increase from previous year) Net migration (average annual net number of migrants per 1000 population) 	<p>Nazionale (Isola Trinidad e Tobago)</p>

<p><i>Health</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Average life expectancy (year) Male and • Maternal mortality rate, • Infant mortality rate • Children under age of 5 years underweight (%) • Low birth weights (% of births) <p><i>Education</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adult literacy (% of total 15+) Female and Male • Primary education (% completion rate of enrolled) Female and Male • Net enrollment ratio in secondary education (%) Female and Male • School life expectancy, primary to tertiary (in years) Female and Male <p><i>Social participation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • No. of people voting in local elections (% voter turnout of total registered voters) • Women in political office (%) individual government websites • Preservation of historical cultural heritage <p><i>Housing</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Availability of affordable housing – government programs • % Local land <p><i>Crime and social justice</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Recorded homicides/ • Income inequality (Gini Index) • Laws for protection of children • Laws for protection of woman <p><i>Transportation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Roads deaths/ • % Road deaths pedestrians • Sustainable transit systems <p><i>Economic performance</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP per capita • Island inflation (consumer price index %) • Budget: revenues/expenditure ratio • Economic self-reliance: GDP/cost of government < • Food security and sustainable agriculture programs • Institution of governmental food security and sustainable • Prevalence of undernourished (% of population) • Food production index • 10-year framework of programs on sustainable consumption and production • Program ratified and implemented with related initiativesa • Energy consumption • Per capita electricity consumption • Electricity from fossil fuels (% total installed capacity) • Total fossil fuel imports (barrelb/d) per capita/GDP (PPP) per capita <p><i>Workforce</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unemployment rate (% of labor force) Female and Male • Female labor force (% of total labor force) 	
---	--

<p><i>Remittances</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal remittances, received (% of GDP) <p><i>Telecommunications</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • % population using Internet <p><i>Tourism</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Established sustainable tourism management plan • Dependence of economy on tourism (% GDP) <p><i>Coastal and marine resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Delineated boundaries (Convention on the Law of the Sea) • Laws protecting fisheriesa • Monitoring of fish stocksa <p><i>Transportation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Paved roadways (% of total) • Urban areas served by mass transit (%) <p><i>Water resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Total drinking water coverage (% of total households) • Total sanitation coverage (% of total households) <p><i>Air quality</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissions of greenhouse gases (difference 2000–2012) • EV3 Renewable energy • 20.1. Energy consumption from renewables (% of total) <p><i>Biodiversity</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Natural habitat preservationa • Laws for protected speciesa <p><i>Coastal and marine environments</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Laws protecting coastal environmenta • Marine Wildlife Reservesa • Regulation of coastal developmenta <p><i>Protected areas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Terrestrial and marine protected areas (% of total territorial area) <p><i>Land use</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Urban footprint <p><i>Forests area</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecotourism • Measures of sectoral strength <p><i>Household and commercial waste</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Household/commercial waste collected (% of total) • Materials <p><i>Transport</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Metric tons CO2 emissions from liquid fuels/per capita • % Transport energy consumption (motor gasoline) as share in total crude oil consumption (thousand barrels/d) • Transport CO2 emissions per capita (metric tons) (from consumption of petroleumc,d) <p><i>Climate change and disaster management</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Government policies in place to reduce carbon emissions • DRR integration into key sectors and agenciesa 	
--	--

Developing Regional Sustainability Index as a New Approach for Evaluating Sustainability Performance in Indonesia. (Pravitasari et al., 2018)

<ul style="list-style-type: none"> • Adequate funding (disaster recovery) • Laws governed by highest political office • Comprehensive, up-to-date risk assessmenta • Disaster preparedness plansa • Early warning systemsa • Public information on DRRa • Strategies for dealing with aftermath (protection of public health and vulnerable) • Land-use planning and building codesa 	
<p><i>Economy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Percentage of households that work in the agricultural sector (%) • Percentage of households that used electricity (%) • Number of industry per 1,000 population • Number of market, minimarket, shop per 1,000 population • Number of hotels, hostels, motels, and inns per 1,000 population • Distance to the bank (km) • Distance to the market (km) • Distance to the central business district (CBD) (km) • Local infrastructure index (scalogram index) • Percentage of secondary and tertiary sector to the total GDP (%) <p><i>Social</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of the formal education facilities (kindergarten to university) per 1,000 population • Number of health facilities (hospitals, clinics, health centers, doctors, pharmacies) per 1,000 population • Number of people suffering from malnutrition per 1,000 population • Number of mortality per 1,000 population • Number of toddler death per 1,000 population • Number of maternal mortality per 1,000 population • Number of incidents on fight of citizen • Average distance to the entertainment venue/facilities (pub, cinema) (km) • Average distance to the health facilities (hospitals, clinics, health centers, pharmacies) (km) • Average distance to the formal education facilities (kindergarten to university) (km) <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of drought events • Number of floods events • Number of landslide events • Percentage of household living along the river (riparian area) (%) • Percentage of household living in the slum area (%) • Number of people suffering from malaria per 1,000 population • Number of people suffering from respiratory tract infection per 1,000 population • Number of people suffering from diarrhea and vomit per 1,000 population • Percentage of village occurring water pollution (%) 	<p>Comunale (98 municipalità indonesiane)</p>

*Urban Sustainability Index:
Measuring Performance
of 15 Metropolitan Cities of
India.
(Patel et al., 2019)*

*Urban Sustainability Index
of Guwahati City.
(Borah & Borah, 2021)*

<ul style="list-style-type: none"> Land conversion from agricultural land (excluding rice field) to non-agricultural land (ha) 	
<p><i>Basic needs</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Housing Affordability Income Education Healthcare <p><i>Resource efficiency</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Power Water supply Output GHG Emissions <p><i>Environmental cleanliness</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Air Pollution Sewage Treatment Rate Waste Management <p><i>Built environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Population Distribution Mass Transit Accessibility Public Green Space 	<p>Comunale (15 città indiane)</p>
<p><i>Economic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Per capita income(US \$/year) City GDP(US \$ billion PPP) City product as a % of nation's GDP Unemployment rate(%) Per capita water consumption (litres) Per capita electricity consumption(kwh) Bank branches /100,000 population Schools/1000 population Share of household with access to telephone (%) Cars per 1000 population Two wheelers per 1000 population Share of non-motorised transport including walking (%) Proportion of total motorised road PKM on public transport (%) Avg road network speed(kmph) <p><i>Social</i></p> <ul style="list-style-type: none"> City population(million) Gender Ratio(Females/1000 males) Child sex ratio Literacy rate (%) Male literacy Female literacy Population density(persons/sq KM) Slum population (% of total) Enrolment rate in Lower primary school Enrolment rate in upper primary school Literacy rate (%) School enrolment rate No. of hospitals beds/10,000 Maternal mortality rate(per 1,00,000 population) Life expectancy at Birth years Birth rate(birth /1000 population) Death rate Infant mortality rate No. of physicians per 10,000 population Household below poverty line (%) 	<p>Comunale (città di Guwahati)</p>

*Application of composite index for sustainability assessment.
(Dagiliūtė & Elijošienė, 2014)*

*Sustainability of lithuanian regions:
application of composite index.
(Dagiliute, n.d.)*

<ul style="list-style-type: none"> • HH with electricity connection (%) • Population with access to sanitation (%) <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • SO2 emission(µg/m3) • NO2 emission(µg/m3) • Per capita solid waste(kg/capita/year) • % of solid waste that is recycled • Water system leakage(% of total) • Share of waste water treated (%) • Electricity consumption per capita(kwh) • Diesel Consumption/capita (litre/year) • Petrol consumption/capita (litre/year) • Green spaces/person (m2) • Consumption of water (l/day/person) • per cent of HH having piped water connection 	
<p><i>Economy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP, PPS/cap • Labour productivity, Euro/per hour • Export, PPS/cap • Import, PPS/cap • Energy intensity, kg oe/1000PPS • Material intensity, kg/1PPS • Number of tourists, per 1000 inh. <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emission of CO2, t/cap • Emission of SOx, kg/cap • Emission of NOx, kg/cap • Waste, kg/cap • Final energy consumption, toe/cap • Renewable energy resources in final energy consumption, % • Material consumption, t/cap • Protected areas, % of the country area <p><i>Social environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Infant mortality, number/1000 live births • Life expectancy, yr. • Unemployment rate, % • Crimes, per 1000 inh. • Higher education, % of all population • Number of doctors, per 1000 inh. • People at the threat of poverty or social exclusion, % of population 	<p>Nazionale (Paesi EU 15)</p>
<p><i>Economy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • GDP, LTL/cap • Unemployment rate, % • Recipients of social allowances, % <p><i>Environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wastewater treated to the standards, % • Water consumption in household sector, m3/cap/yr • Emission of NOx, kg/cap <p><i>Health</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Infant mortality, number/1000 live births • Life expectancy • Hospitals/100 000 inh. <p><i>Social environment</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Libraries/100 000 inh • Post-secondary education, % of 25-64 age population 	<p>Regionale</p>

*Evaluating Sustainable
Development by Composite
Index:
Evidence from French
Departments.
(Bonnet et al., 2021)*

<ul style="list-style-type: none"> • Crimes/100 000 inh. • Natural population increase/decrease per 1 000 inh. 	
<p><i>Environment and natural resources</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Off-site Greenhouse Gas (GHG) emissions per capita • Share of non-artificialized area • Share of Natura 2000 or ZNIEFF classified areas (Natural Areas of Ecological Interest Fauna and Flora (ZNIEFF)) • Number of waste sorting centers per capita • Share of sorted, incinerated, and recoverable household waste • Share of forest surface • Length of coastline • Share of the aquatic surface • Share of agricultural areas engaged in organic farming <p><i>Sustainable development</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Share of home-to-work commuting on foot • Share of home-to-work commuting by public transport • Median home-to-work commuting distance • Share of households with two cars or more • Median home-to-study commuting distance • Charging stations for electric cars per 10,000 inhabitants • Ratio of NGV stations per 10,000 inhabitants <p><i>Energy transition</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Installed electrical capacity installed in heating networks for 1000 inhabitants • Growth rate of electric capacity installed in heat networks per 1000 inhabitants • Installed electrical capacity installed in renewables for 1000 inhabitants • Growth rate of electric capacity installed in renewables per 1000 inhabitants <p><i>Economic dynamism</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Economic dependence • Ratio of firm creation per active population • Per capita fiscal potential • Median of disposable income by consumption units • Share of taxed households • Unemployment rate • Number of overnight stays in tourist accommodation • Number of secondary residences per 1000 inhabitants • Productivity in agriculture • Productivity in the industry • Productivity in services • Annual change rate of population due to net migration <p><i>Social cohesion and solidarity</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Share of women in executive and higher intellectual jobs • Health equipments and services per capita • Poverty rate • Inter-deciles ratio between the 9th and 1st deciles • Share of activity revenues among reported revenues 	<p>Provinciale</p> <p>(96 dipartimenti francesi)</p>

- Share of the area covered on 4G
- Share of 15–64-year-old population in part-time employment
- Share of tertiary graduates with 15 years old or over out of school
- Share of young people neither in employment nor education
- Youth index
- Cultural amenities per capita
- Intermediate range of sports equipments per capita

Governance and citizenship

- Number of municipalities by department awarded by the Cit'Ergie Award
- Number of municipalities by department awarded by the distinction «Territoires zero déchet zéro gaspillage»
- Share of the population covered by a Local Agenda 21 at department level
- Number of associations promoting sustainable development per capita
- Number of associations per capita
- Share of the ecologist vote in the results of the first round of presidential elections in 2012
- Participation rate in the first round of presidential elections 2017

Allegato 2: Si riportano le variabili grezze modificate in indicatori

<i>Variabile grezza</i>	<i>Indicatore</i>
<i>Emissioni di diossido di zolfo (SO₂)</i>	Emissioni di diossido di zolfo (SO ₂) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di ossidi di azoto (NO_x)</i>	Emissioni di ossidi di azoto (NO _x) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di metano (CH₄)</i>	Emissioni di metano (CH ₄) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di monossido di carbonio (CO)</i>	Emissioni di monossido di carbonio (CO) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di anidride carbonica (CO₂)</i>	Emissioni di anidride carbonica (CO ₂) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di protossido di azoto (N₂O)</i>	Emissioni di protossido di azoto (N ₂ O) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di ammoniaca (NH₃)</i>	Emissioni di ammoniaca (NH ₃) pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di PM₁₀</i>	Emissioni di PM ₁₀ pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di PM_{2,5}</i>	Emissioni di PM _{2,5} pro capite (t/ab)
<i>Emissioni di Benzo(a)pirene pro capite</i>	Emissioni di Benzo(a)pirene pro capite (t/ab)
<i>Suolo consumato (ha)</i>	Suolo consumato pro capite (ha/ab)
<i>Parco veicolare</i>	Parco veicolare pro capite
<i>Numero di autovetture</i>	Numero di autovetture pro capite
<i>Spesa dei comuni per interventi sociali & Totale spesa per interventi e servizi sociali</i>	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali
<i>Spesa dei comuni per i disabili & Totale spesa per i disabili</i>	Allocazione di spesa per i disabili
<i>Spesa dei comuni per le dipendenze & Totale spesa per le dipendenze</i>	Allocazione di spesa per le dipendenze sociali
<i>Spesa dei comuni per immigrati e nomadi & Totale spesa per immigrati e nomadi</i>	Allocazione di spesa per immigrati e nomadi
<i>Spesa dei comuni per gli anziani (65 anni e più) & Totale spesa per gli anziani (65 anni e più)</i>	Allocazione di spesa per gli anziani (65 anni e più)
<i>Spesa dei comuni per la multiutenza & Totale spesa per la multiutenza</i>	Allocazione di spesa per la multiutenza
<i>Spesa dei comuni per la famiglia e minori & Totale spesa per la famiglia e minori</i>	Allocazione di spesa per la famiglia e minori
<i>Spesa dei comuni per il contrasto della povertà & Totale spesa per il contrasto della povertà</i>	Allocazione di spesa a contrasto della povertà
<i>Numero volontari nelle istituzioni no profit</i>	Numero volontari nelle istituzioni no profit pro capite
<i>Numero sportelli bancari</i>	Numero sportelli bancari pro capite
<i>Numero di contribuenti con reddito imponibile & Numero di contribuenti totale</i>	Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti
<i>Contribuenti con reddito da fabbricati & Reddito da fabbricati</i>	Reddito da fabbricati pro capite

<i>Contribuenti con reddito da partecipazione & Reddito da partecipazione</i>	Reddito da partecipazione pro capite
<i>Contribuenti con reddito da pensione & Reddito da pensione</i>	Reddito da pensione pro capite
<i>Contribuenti per classe di importo 0 - 10.000 & Numero di contribuenti totale</i>	Indice di sofferenza economica
<i>Contribuenti per classe di importo 0 - 10.000 & Numero di contribuenti per classe di importo 0 - 10.000 €</i>	Reddito per classe di importo 0 - 10.000 pro capite
<i>Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 & Numero di contribuenti con reddito imponibile</i>	Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile
<i>Numero di esercizi ricettivi totali</i>	Numero di esercizi ricettivi totali pro capite
<i>Numero di imprese attive</i>	Numero di imprese attive pro capite

Allegato 3: Procedimento completo e dettagliato dello step analisi multivariata.

Dimensione ambientale

Situazione di partenza: 27 indicatori:

Ecosistemi

- 1) Prato stabile (%) (PTRC)
- 2) Foresta ad alto valore naturalistico (%) (PTRC)
- 3) Aree nucleo (%) (PTRC)
- 4) Corridoi ecologici (%) (PTRC)

Emissioni

- 1) Emissioni di SO₂ pro capite (t/abitante)
- 2) Emissioni di NO_x pro capite (t/abitante)
- 3) Emissioni di CH₄ pro capite (t/abitante)
- 4) Emissioni di CO (t/abitante)
- 5) Emissioni di N₂O pro capite (t/ab)
- 6) Emissioni di NH₃ pro capite(t/ab)
- 7) Emissioni di PM_{2.5} pro capite(t/ab)
- 8) Emissioni di PM₁₀ pro capite (t/ab)
- 9) Emissioni di Benzo(a)Pirene pro capite(kg/ab)

Rifiuti

- 1) Percentuale RD (%) (Metodo DM 26/05/2016)
- 2) Pro capite RD (kg/ab.*anno)
- 3) Produzione pro capite RU-rifiuti urbani (kg/ab.*anno)

Suolo

- 1) Suolo consumato [%]
- 2) Suolo consumato pro capite (ha/abitante)
- 3) Suolo consumato entro 150m da corpi idrici [%]
- 4) Suolo consumato oltre 150m_corpi_idrici [%]

Rischio idrogeologico

- 1) Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]
- 2) Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]
- 3) Area sottoposta a vincolo idrogeologico (%)
- 4) Area vulnerabile ai nitrati (%) (DCR 62/2006)
- 5) Tessuto urbanizzato (%)

Trasporti

- 1) Parco veicolare pro capite
- 2) Parco veicolare autovetture pro capite

Si procede con l'analisi di correlazione all'interno di ogni sottogruppo della dimensione ambientale

Ecosistemi

	Prato stabile (%)	Foresta ad alto valore naturalistico (%)	Aree nucleo (%)	Corridoi ecologici (%)
Prato stabile (%)	/	0,25	-0,12	0,31
Foresta ad alto valore naturalistico (%)		/	0,34	0,77
Aree nucleo (%)			/	-0,17
Corridoi ecologici (%)				/

Figura 17: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo ecosistemi della dimensione ambientale

Emergono forti correlazioni ($\rho > 0,7$) tra le variabili:

- Foresta ad alto valore naturalistico
- Corridoi ecologici

Si è scelto di conservare l'indicatore *corridoi ecologici* in quanto rappresenta un indicatore innovativo tratto dalla personale elaborazione GIS del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) 2020. Non si è mai considerato tale indicatore in lavori simili trovati in letteratura.

Si riporta di seguito la definizione di corridoi ecologici fornita dalla Regione Veneto.

Corridoi ecologici: ambiti di sufficiente estensione e naturalità, aventi struttura lineare continua, anche diffusa, o discontinua, essenziali per la migrazione, la distribuzione geografica e lo scambio genetico di specie vegetali e animali, con funzione di protezione ecologica attuata filtrando gli effetti dell'antropizzazione (Regione Veneto, 2011).

Emissioni

	Emissioni di SO2 pro capite (t/ab)	Emissioni di NOx pro capite (t/ab)	Emissioni di CH4 pro capite (t/ab)	Emissioni di CO (t/ab)	Emissioni di N2O pro capite (t/ab)	Emissioni di NH3 pro capite(t/ab)	Emissioni di PM2.5 pro capite (t/ab)	Emissioni di PM10 pro capite (t/ab)	Emissioni di Benzo(a)Pirene pro capite(kg/ab)
Emissioni di SO2 pro capite (t/ab)	/	0,25	0,01	-0,06	0,05	0,04	-0,06	-0,06	-0,06
Emissioni di NOx pro capite (t/ab)		/	0,29	0,55	0,29	0,21	0,53	0,51	0,44
Emissioni di CH4 pro capite (t/ab)			/	0,15	0,59	0,61	0,19	0,18	0,13
Emissioni di CO (t/ab)				/	0,24	0,15	0,96	0,92	0,96
Emissioni di N2O pro capite (t/ab)					/	0,97	0,30	0,31	0,22
Emissioni di NH3 pro capite(t/ab)						/	0,21	0,22	0,14
Emissioni di PM2.5 pro capite (t/ab)							/	0,98	0,99
Emissioni di PM10 pro capite (t/ab)								/	0,96
Emissioni di Benzo(a)Pirene pro capite(kg/ab)									/

Figura 18: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo emissioni della dimensione ambientale

Emergono forti correlazioni ($p > 0,9$) tra le variabili:

- Emissioni di CO pro capite ed emissioni di PM_{2.5} pro capite
- Emissioni di CO pro capite ed emissioni di B(a)P pro capite
- Emissioni di CO pro capite ed emissioni di PM₁₀ pro capite
- Emissioni di N₂O pro capite ed emissioni di NH₃ pro capite
- Emissioni di PM_{2.5} pro capite ed emissioni di PM₁₀ pro capite
- Emissioni di PM_{2.5} pro capite ed emissioni di B(a)P pro capite
- Emissioni di PM₁₀ pro capite ed emissioni di B(a)P pro capite

La selezione è avvenuta secondo la logica di conservare composti che sia rappresentativi della fonte di emissione associata.

Come si può notare *emissioni di monossido di carbonio (CO)* risulta la variabile maggiormente correlata alle altre. Si tratta di un composto prodotto ogni talvolta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta e viene riconosciuto come tracciante di inquinamento veicolare (ARPAFVG,n.d). I composti ad esso correlati, sono anch'essi prodotti in caso di combustione incompleta di sostanze carboniose. Si decide di escludere emissioni di CO per tenere l'indicatore emissioni di PM₁₀. Emissioni di N₂O ed emissioni di NH₃ sono entrambi indicatori legati principalmente da attività agricole (ARPAV). La scelta cade su NH₃ più pericolosa per la salute umana rispetto a N₂O che risulta invece un importante gas a effetto serra.

Rifiuti

	RD (%) (Metodo DM 26/05/2016)	Pro capite RD (kg/ab.*anno)	Produzione pro capite RU- rifiuti urbani (kg/ab.*a anno)
Percentuale RD (%) (Metodo DM 26/05/2016)	/	0,37	-0,44
Pro capite RD (kg/ab.*anno)		/	0,63
Produzione pro capite RU-rifiuti urbani (kg/ab.*anno)			/

Figura 19: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo rifiuti della dimensione ambientale

Non sussiste alcuna correlazione tra le variabili appartenenti al sottogruppo rifiuti

Suolo

	Suolo consumato [%]	Suolo consumato pro capite (ha/abitante)	Suolo consumato entro 150m da corpi idrici [%]	Suolo consumato oltre 150m_corpi _idrici [%]
Suolo consumato [%]	/	-0,54	0,22	0,99
Suolo consumato pro capite (ha/abitante)		/	-0,31	-0,52
Suolo consumato entro 150m da corpi idrici [%]			/	0,13
Suolo consumato oltre 150m_corpi_idrici [%]				/

Figura 20: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo suolo della dimensione ambientale

Emergono forti correlazioni ($p > 0,9$) tra le variabili:

- Suolo consumato [%]
- Suolo consumato oltre 150m dai corpi idrici [%]

Si sceglie suolo consumato [%] in quanto include l'altra variabile e risulta pertanto più completo.

Rischio idrogeologico

	Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]	Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]	Area sottoposta a vincolo idrogeologico (%)	Tessuto urbanizzato (%)
Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]	/	0,35	-0,10	0,31
Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]		/	-0,37	0,25
Area sottoposta a vincolo idrogeologico (%)			/	-0,24
Tessuto urbanizzato (%)				/

Figura 21: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo rischio idrogeologico della dimensione ambientale

Non sussiste alcuna correlazione tra le variabili appartenenti al sottogruppo rischio idrogeologico

Trasporti

	Parco veicolare pro capite	Parco veicolare autovetture pro capite
Parco veicolare pro capite	/	0,89
Parco veicolare autovetture pro capite		/

Figura 22: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti al sottogruppo trasporti della dimensione ambientale

Emergono forti correlazioni ($\rho > 0,8$) tra le variabili:

- Parco veicolare pro capite
- Parco veicolare autovetture pro capite

È chiaro come la variabile parco veicolare autovetture pro capite rappresenti una parte predominante dell'intero parco veicolare; pertanto, la scelta cade sulle stesse.

A questo punto si procede ad un'analisi di correlazione unica, ovvero si considerano anche variabili appartenenti a gruppi diversi.

	Prato stabile (%)	Aree nucleo (%)	Corridoi ecologici (%)	Emissioni di (SO2) pro capite (t/ab)	Emissioni di NOx pro capite (t/ab)	Emissioni di CH4 pro capite (t/ab)	Emissioni di NH3 pro capite (t/ab)	Emissioni di PM10 pro capite (t/ab)	Percentuale RD (%) (Metodo DM 26/05/2016)	Pro capite RD (kg/ab.*anno)	Produzione pro capite RU-rifiuti urbani (kg/ab.*anno)	Suolo consumato pro capite (ha/abitante)	Suolo consumato entro 150m da corpi idrici [%]	Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]	Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]	Area sottoposta a vincolo idrogeologico (%)	Tessuto urbanizzato (%)	Parco veicolare pro capite	
Prato stabile (%)	/	-0,12	0,31	-0,10	-0,25	-0,14	-0,26	0,17	-0,21	-0,36	-0,15	-0,17	-0,19	0,08	0,14	-0,18	0,44	-0,11	0,15
Aree nucleo (%)		/	-0,17	0,00	0,09	-0,03	-0,04	0,16	-0,15	0,13	0,21	-0,36	0,19	-0,09	-0,22	-0,23	0,33	0,08	0,11
Corridoi ecologici (%)			/	-0,08	0,18	-0,06	-0,15	0,46	-0,49	-0,41	0,00	-0,52	0,18	-0,02	-0,04	-0,29	0,63	-0,35	-0,05
Emissioni di (SO2) pro capite (t/ab)				/	0,25	0,01	0,04	-0,06	0,05	0,09	0,04	0,01	-0,03	0,06	-0,06	0,01	-0,07	-0,01	-0,15
Emissioni di NOx pro capite (t/ab)					/	0,29	0,21	0,51	-0,27	0,02	0,19	-0,38	0,66	-0,19	-0,46	-0,20	0,20	-0,16	-0,03
Emissioni di CH4 pro capite (t/ab)						/	0,61	0,18	-0,13	0,03	0,14	-0,16	0,25	-0,20	-0,34	-0,15	-0,13	-0,12	0,08
Emissioni di NH3 pro capite (t/ab)							/	0,22	-0,06	-0,06	-0,01	-0,24	0,46	-0,22	-0,51	-0,14	-0,20	-0,16	-0,01
Emissioni di PM10 pro capite (t/ab)								/	-0,56	-0,37	0,12	-0,61	0,69	-0,38	-0,53	-0,26	0,51	-0,37	0,20
Percentuale RD (%) (Metodo DM 26/05/2016)									/	0,37	-0,44	0,44	-0,40	0,15	0,22	0,20	-0,46	0,26	0,07
Pro capite RD (kg/ab.*anno)										/	0,63	0,40	-0,20	0,10	0,15	0,19	-0,37	0,29	-0,18
Produzione pro capite RU-rifiuti urbani (kg/ab.*anno)											/	0,01	0,13	-0,08	-0,09	0,01	0,02	0,05	-0,22
Suolo consumato [%]												/	-0,54	0,22	0,70	-0,62	0,36	-0,03	
Suolo consumato pro capite (ha/abitante)													/	-0,31	-0,63	-0,25	0,26	-0,21	0,10
Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]														/	0,47	0,02	0,00	0,08	-0,28
Suolo consumato oltre 10% di pendenza [%]															/	0,35	-0,10	0,31	-0,01
Area sottoposta a vincolo idrogeologico (%)																/	-0,37	0,25	0,06
Tessuto urbanizzato (%)																	/	-0,24	0,11
Parco veicolare pro capite																		/	-0,07

Figura 23: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti alla dimensione ambientale

Emergono forti correlazioni ($p > 0,7$) tra le variabili:

- Suolo consumato [%] e Suolo consumato tra 0-10% di pendenza [%]

Si sceglie l'indicatore suolo consumato [%] in quanto risulta un indicatore spesso utilizzato in lavori simili in letteratura.

Dimensione sociale

Situazione di partenza: 9 indicatori

1. Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali
2. Allocazione di spesa per i disabili
3. Allocazione di spesa per le dipendenze sociali
4. Allocazione di spesa per immigrati e nomadi
5. Allocazione di spesa per agli anziani (65 anni e più)
6. Allocazione di spesa per la multiutenza
7. Allocazione di spesa per la famiglia e minori
8. Allocazione di spesa a contrasto della povertà
9. Iscritti a corsi universitari

	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali	Allocazione di spesa per i disabili	Allocazione di spesa per le dipendenze sociali	Allocazione di spesa per immigrati e nomadi	Allocazione di spesa per gli anziani (65 anni e più)	Allocazione di spesa per la multiutenza	Allocazione di spesa per la famiglia e minori	Allocazione di spesa a contrasto della povertà	Iscritti a corsi universitari pro capite
Spesa dei comuni sulla spesa totale riguardo i servizi sociali [%]	/	-0,09	0,00	0,21	-0,13	0,07	0,19	0,09	0,51
Spesa rivolta ai disabili sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]	/	/	0,45	0,14	-0,53	0,01	0,32	-0,14	0,06
Spesa rivolta alle dipendenze sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]			/	0,16	-0,54	0,20	0,37	0,25	0,06
Spesa rivolta ad immigrati e nomadi sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]				/	-0,31	0,11	0,25	0,13	0,15
Spesa rivolta agli anziani (65 anni e più) sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]					/	-0,15	-0,58	-0,61	-0,09
Spesa rivolta a multiutenza sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]						/	0,25	0,02	-0,10
Spesa rivolta alla famiglia e minori sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]							/	0,04	0,00
Spesa rivolta alla povertà, disagio sul totale della spesa sostenuta per interventi e servizi sociali [%]								/	0,06
Iscritti a corsi universitari pro capite									/

Figura 24: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti alla dimensione sociale

Nessuna forte correlazione tra variabili

Dimensione economica

Situazione di partenza: 12 indicatori

1. Numero sportelli bancari
2. Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti
3. Reddito da fabbricati
4. Reddito da partecipazione
5. Reddito da pensione
6. Indice di sofferenza economica
7. Reddito per classe di importo 0 - 10.000
8. Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile
9. Numero di esercizi ricettivi totali
10. Numero di imprese attive

	Numero sportelli bancari	Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti	Reddito da fabbricati	Reddito da partecipazione	Reddito da pensione	Indice di sofferenza economica	Reddito per classe di importo 0 - 10.000	Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile	Numero di esercizi ricettivi totali	Numero di imprese attive
Numero sportelli bancari	/	0,01	0,22	-0,06	-0,21	0,42	0,00	0,10	0,34	0,25
Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti		/	-0,22	0,10	-0,06	-0,12	0,09	0,02	-0,06	-0,57
Reddito da fabbricati			/	0,19	0,40	-0,16	0,13	-0,42	0,06	0,24
Reddito da partecipazione				/	0,40	-0,39	0,14	-0,41	-0,25	-0,23
Reddito da pensione					/	-0,70	-0,01	-0,73	-0,21	-0,17
Indice di sofferenza economica						/	-0,23	0,61	0,47	0,33
Reddito per classe di importo 0 - 10.000							/	-0,04	-0,31	0,05
Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile								/	0,13	0,11
Numero di esercizi ricettivi totali									/	0,23
Numero di imprese attive										/

Figura 25: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti alla dimensione economica

Emergono forti correlazioni ($p > 0,7$) tra le variabili:

- Reddito da pensione e Indice di sofferenza economica
- Reddito da pensione e Contribuenti per classe di importo 10.000-15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile

Si sceglie di escludere reddito da pensione dalle variabili per conservare le altre due.

Dimensione istituzionale

Situazione di partenza: 9 indicatori

1. Rigidità della spesa
2. Spese per rimborso prestiti in relazione alle entrate correnti
3. Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti
4. Grado di autonomia impositiva
5. Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti
6. Capacità di riscossione
7. Capacità di spesa
8. Indice di accumulazione dei residui passivi
9. Indice di smaltimento dei residui passivi

	Rigidità della spesa	Spese per rimborso prestiti in relazione alle entrate correnti	Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti	Grado di autonomia impositiva	Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti	Capacità di riscossione	Capacità di spesa	Indice di accumulazione dei residui passivi	Indice di smaltimento dei residui passivi
Rigidità della spesa	/	0,94	-0,35	-0,21	-0,18	0,10	0,08	0,03	0,03
Spese per rimborso prestiti in relazione alle entrate correnti		/	-0,13	-0,17	-0,23	-0,01	0,05	0,01	0,03
Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti			/	0,14	-0,01	-0,39	-0,25	0,06	-0,08
Grado di autonomia impositiva				/	0,16	0,09	0,12	-0,06	0,05
Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti					/	0,18	0,08	-0,10	-0,16
Capacità di riscossione						/	0,64	-0,13	0,14
Capacità di spesa							/	-0,23	0,21
Indice di accumulazione dei residui passivi								/	0,63
Indice di smaltimento dei residui passivi									/

Figura 26: Analisi di correlazione tra variabili appartenenti alla dimensione istituzionale

Emergono forti correlazioni ($p > 0,9$) tra le variabili:

- Rigidità della spesa e Spese per rimborso prestiti in relazione alle entrate correnti.

Rigidità della spesa: misura quanto pesano le spese per rimborso prestiti e per il personale rispetto alle entrate correnti del bilancio comunale. Il valore è espresso in percentuale: più è alto, più quel comune ha una spesa rigida, e quindi minori sono le possibilità di intervento dei

sindaci. Si sceglie di escludere l'indicatore Spese per rimborso prestiti in relazione alle entrate correnti in quanto meno significativo.

Allegato 4: Elenco completo degli indicatori iniziali considerati con rispettiva fonte, unità di misura, descrizione e annualità disponibile.

Numero	Nome indicatore	Fonte	Unità di misura e descrizione	Annualità disponibili
<i>Ambiente</i>				
1	Prato stabile	PTRC	% della superficie totale comunale	
2	Aree nucleo	PTRC	% della superficie totale comunale. Ne fanno parte i siti della rete Natura 2000, individuati ai sensi delle Direttive 2009/147/CE e 92/43/CEE, e dalle Aree Naturali Protette, di cui alla legge 6 dicembre 1991, n. 394, Legge quadro sulle aree protette	
3	Corridoi ecologici	PTRC	% della superficie totale comunale. Sono ambiti di sufficiente estensione e naturalità, aventi struttura lineare continua, anche diffusa, o discontinua, essenziali per la migrazione, la distribuzione geografica e lo scambio genetico di specie vegetali e animali	
4	Emissioni di diossido di zolfo (SO ₂)	INEMAR	ton pro capite	2013;2015;2017
5	Emissioni di ossidi di azoto (NO _x)	INEMAR	ton pro capite	2013;2015;2017
6	Emissioni di metano (CH ₄)	INEMAR	ton pro capite	2013;2015;2017
7	Emissioni di ammoniaca (NH ₃)	INEMAR	ton pro capite	2013;2015;2017
8	Emissioni di PM ₁₀	INEMAR	ton pro capite	2013;2015;2017
9	Raccolta differenziata	ISPRA	% (Metodo DM 26/05/2016)	Dal 2012 al 2019
10	Raccolta differenziata pro capite	ISPRA	Kg pro capite	Dal 2012 al 2019
11	Produzione di rifiuti urbani	ISPRA	Kg pro capite	Dal 2012 al 2019
12	Suolo consumato	ISPRA	%	Dal 2015 al 2021
13	Suolo consumato entro 150m dai corpi idrici	ISPRA	%	Dal 2015 al 2021

14	Suolo consumato oltre 10% di pendenza	ISPRA	%	Dal 2015 al 2021
15	Area sottoposta a vincolo idrogeologico	ISPRA	%	
16	Tessuto urbanizzato	PTRC	%	
17	Numero di autovetture	ACI	Autovetture pro capite	Dal 2012 al 2018

Sociale

18	Contributo dei comuni per interventi e servizi sociali	ISTAT	% di spesa sostenuta dai comuni rispetto alla spesa totale per i servizi sociali	Dal 2015 al 2017
19	Allocazione di spesa per i disabili	ISTAT	% di spesa rivolta ai disabili sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
20	Allocazione di spesa per le dipendenze sociali	ISTAT	% di spesa rivolta alle dipendenze sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
21	Allocazione di spesa per immigrati e nomadi	ISTAT	% di spesa rivolta ad immigrati e nomadi sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
22	Allocazione di spesa per gli anziani (65 anni e più)	ISTAT	% di spesa rivolta agli anziani (65 anni e più sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
23	Allocazione di spesa per la multiutenza	ISTAT	% di spesa rivolta a multiutenza sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
24	Allocazione di spesa per la famiglia e minori	ISTAT	% di spesa rivolta a famiglia e minori sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
25	Allocazione di spesa a contrasto della povertà	ISTAT	% di spesa rivolta alla povertà, disagio sul totale della spesa sostenuta per i servizi sociali	2015;2017
26	Iscritti a corsi universitari	ISTAT	Iscritti a corsi universitari pro capite	2015;2016;2017

Economia

27	Numero sportelli bancari	Banca d'Italia	Numero di sportelli pro capite	Dal 2015 al 2018
28	Numero di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti	MEF	% di contribuenti con reddito imponibile sul totale di contribuenti	2015;2017
29	Reddito da fabbricati	MEF	euro pro capite	Dal 2013 al 2017

30	Reddito da partecipazione	MEF	euro pro capite	Dal 2013 al 2017
31	Indice di sofferenza economica	MEF	% Contribuenti per classe di importo 0 - 10.000 € sul totale di contribuenti	Dal 2013 al 2017
32	Reddito per classe di importo 0 - 10.000	MEF	euro pro capite	Dal 2013 al 2017
33	Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile	MEF	% Contribuenti per classe di importo 10.000 - 15.000 € sul totale di contribuenti con reddito imponibile	2015;2017
34	Numero di esercizi ricettivi totali	ISTAT	Numero di esercizi pro capite	2015;2017
35	Numero di imprese attive	Regione Veneto	Numero di imprese attive pro capite	Dal 2015 al 2017

Istituzioni

36	Rigidità della spesa	ISTAT	Rapporto tra le spese impegnate per redditi da lavoro dipendente e per rimborso prestiti, e le entrate correnti accertate.	2015;2017
37	Incidenza dei trasferimenti correnti sulle spese correnti	ISTAT	TR / SC TR = trasferimenti correnti (impegni) € SC = spese correnti (impegni) €	2015;2017
38	Grado di autonomia impositiva	ISTAT	ETCP / (ETCP + ETC + EET) ETCP = entrate correnti di natura tributaria, contributiva e perequativa (accertamenti) ETC = trasferimenti correnti (accertamenti)	2015;2017
39	Avanzo (disavanzo) di amministrazione in relazione alle entrate correnti	ISTAT	RA / (ETCP + ETC + EET) RA = risultato di amministrazione ETCP = entrate correnti di natura tributaria, contributiva e perequativa (accertamenti)	2015;2017
40	Capacità di riscossione	ISTAT	ETcc / ET ETcc = entrate totali (riscossioni in c/competenza) ET = entrate totali (accertamenti)	2015;2017
41	Capacità di spesa	ISTAT	STcc / ST	2015;2017

			STcc = spese totali (pagamenti in c/competenza) ST = spese totali (impegni)	
42	Indice di accumulazione dei residui passivi	ISTAT	RPC / RPI RPC = residui passivi provenienti dalla gestione di competenza RPI = residui passivi iniziali	2015;2017
43	Indice di smaltimento dei residui passivi	ISTAT	RPP / RPI RPP = residui passivi pagati RPI = residui passivi iniziali	2015;2017