

ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna

Scuola di Economia, Management e Statistica

Corso di Laurea Triennale in

Scienze Statistiche

**Sviluppo Sostenibile
e
Trasporto Sostenibile**

RELATORE
Prof. Aura Reggiani

PRESENTATA DA
Lorenzo Pastore
#0000760295

APPELLO I
ANNO ACCADEMICO 2017/2018

Indice

1.	Sostenibilità e Trasporti	2
1.1	Introduzione	2
1.2	Metodologia.....	3
1.3	Organizzazione della tesi	3
2.	Rassegna Letteraria	4
2.1	Sostenibilità e sviluppo sostenibile	4
2.2	Trasporti e ambiente: le difficoltà di una mobilità sostenibile.....	6
3.	Sviluppo Sostenibile: Schema Concettuale ed Analisi Empirica	7
3.1	Indicatori di sostenibilità	7
3.2	Analisi multi-criteri.....	8
3.3	Applicazione empirica.....	9
4.	Trasporto Sostenibile.....	10
4.1	Evoluzione dei trasporti in Europa	10
4.2	Analisi empirica	16
5.	Conclusioni	18

1. Sostenibilità e Trasporti

1.1 Introduzione

Il trasporto è un motore e un catalizzatore di crescita e prosperità. Ha legami vitali con tutte le dimensioni dello sviluppo sostenibile. Storicamente, esempi come il sistema stradale romano, la Via della Seta e l'Età della Scoperta mostrano chiaramente che il trasporto assume un ruolo trainante e funge da motore dell'urbanizzazione e dello sviluppo economico locale e regionale. La relazione tra le infrastrutture dei trasporti e la crescita economica regionale ha attirato molta attenzione della ricerca a partire dal lavoro fondamentale di Adam Smith sulla teoria della "Portata di Mercato" (Smith and McCulloch 1838). Smith (1838, p.13) evidenziò che senza mezzi per poter spostare persone e merci, "nelle case isolate e nei piccoli villaggi di un territorio deserto come le Highlands della Scozia, ogni agricoltore deve essere allo stesso tempo macellaio, fornaio e birraio per la sua famiglia". Fornito invece di mezzi di trasporto, l'agricoltore potrà concentrarsi sulle sue coltivazioni, portare i prodotti al mercato e comprare il pane dal panettiere in città, con benefici per sé stesso e, a cascata, per tutta la filiera economica.

In tempi più recenti, si è passati dall'apprezzare il ruolo dei trasporti e della pianificazione degli stessi da un punto di vista meramente economico, anche e sempre di più da quello sociale (Button and Nijkamp 1997). In relazione al concetto di sostenibilità, si parla di politiche di trasporto sostenibile, socialmente equo e di limitato impatto ambientale (Litman 2012). In questa relazione, si può individuare il nodo centrale del dibattito. Per quanto un sistema di trasporto sostenibile, ovvero che unisca obiettivi sociali, ambientali ed economici, sia desiderabile da tutti i punti di vista, la realtà è che i trasporti sono responsabili, ad oggi, di quote allarmanti del consumo finale complessivo di energia nonché dell'inquinamento atmosferico ed acustico. Banister (2003) definisce il concetto di trasporto sostenibile "elusivo" e difficile da attuare in pratica poiché fondamentalmente non-sostenibile in quanto consuma risorse. In un'ipotetica gerarchia, ad eccezione di spostamenti a piedi e in bicicletta, tutte le altre forme di trasporto consumano energia e producono esternalità quali inquinamento, incidenti, rumore e congestione, per citarne alcuni.

A questo punto è necessario comprendere a pieno anche la difficoltà concettuale che si nasconde dietro all'idea di sviluppo sostenibile per apprezzare le difficoltà di arrivare ad avere strategie e politiche coerenti e d'implementazione operativa in contesti eterogenei. Il concetto di sviluppo sostenibile si fonda sulla capacità di bilanciare sviluppo ambientale, sociale ed economico. Questo, come anche il concetto di "benessere", è ancora oggi oggetto di numerosi dibattiti. Difatti sebbene la priorità per lo sviluppo dovrebbe essere il miglioramento del benessere umano, perseguendo obiettivi quali la riduzione di povertà, analfabetismo, fame e disuguaglianze – questa implica il perseguimento di priorità diverse da quelle che sostengono gli obiettivi di sostenibilità ambientale, primo tra tutti il mantenimento incondizionato dei sistemi di supporto della vita umana – quale la capacità di generare risorse e smaltire rifiuti, dimensione spesso trascurata nel sistema dei trasporti.

L'utopia di uno sviluppo sostenibile dal punto di vista ambientale implica livelli sostenibili di produzione e consumo, piuttosto che una crescita sostenuta da ossimori (Goodland 1999). È

in questo ambito che si aprono opzioni interessanti e alternative per un nuovo paradigma di mobilità sostenibile (Banister 2008). Nell'era dei Sustainable Development Goals (SDG-Obiettivi di Sviluppo Sostenibile), tale paradigma potrebbe essere possibile in presenza di politiche e condizioni favorevoli.

Obiettivo di questo elaborato è l'analisi del sistema dei trasporti, in un'ottica sia di sostenibilità ambientale, sia di sviluppo sostenibile in senso lato. In breve, la tesi si propone di delineare un quadro globale del livello di sostenibilità e nello specifico, all'interno del contesto Europeo di rispondere alla seguente Research Question (RQ): *I paesi con alto livello di trasporto sostenibile presentano un livello altrettanto elevato di sviluppo sostenibile?*

1.2 Metodologia

La tesi consta di una rassegna letteraria e di un'analisi empirica volta ad individuare i paesi più sostenibili secondo due prospettive integrate: a) Sviluppo sostenibile, b) Trasporto sostenibile. In particolare, tale sperimentazione empirica si basa principalmente su tre applicazioni dell'analisi multicriteri (MCA– Multi Criteria Analysis).

La prima analisi è stata effettuata su un dataset di 144 paesi utilizzando il ranking di cinque indicatori: Environmental Performance Index; Sustainable Development Goals Index; Legatum Prosperity Index; Human Development Index; Economic Freedom. La misura sintetica ottenuta permette, insieme al livello di Prodotto interno lordo (GDP), di definire il primo criterio “sviluppo sostenibile” per la MCA finale.

La seconda analisi prende in esame i primi 49 paesi nella classifica della prima analisi e i due stati di Russia e Cina. In questo caso l'analisi MCA viene riferita alla domanda di trasporto passeggeri e merci per le modalità di trasporto Air e Road. In seguito, la misura sintetica della domanda di trasporto AIR-ROAD viene utilizzata insieme alle emissioni di CO₂, al fine di definire il secondo criterio “trasporto sostenibile” per l'ultima MCA.

Viene svolta pertanto una MCA finale tra “sviluppo sostenibile”, primo criterio, e “trasporto sostenibile”, secondo criterio, consentendo di rispondere alla nostra Research Question.

1.3 Organizzazione della tesi

Dopo questa parte introduttiva, nel Capitolo 2 viene illustrata brevemente l'evoluzione del concetto di sviluppo sostenibile e di alcune politiche europee e mondiali; cercheremo di esplorare la relazione che intercorre tra la mobilità ed i sistemi di trasporto in genere e la teoria dello sviluppo sostenibile, focalizzando l'attenzione soprattutto sulle esternalità negative. Nel Capitolo 3, daremo spazio alla MCA di cui sopra per ottenere una misura sintetica del livello di sostenibilità di alcuni paesi. Nel Capitolo 4, l'attenzione viene focalizzata sul ruolo e l'evoluzione dei trasporti in Europa al fine di valutarne l'impatto ambientale. Verrà individuata – tramite una seconda MCA – una gerarchia dei paesi in termini di “Trasporto sostenibile”, gerarchia che verrà confrontata, tramite una MCA finale, con la classificazione dei paesi in termini di “Sviluppo sostenibile” di cui al Capitolo 3, al fine di pervenire ad una valutazione finale dei paesi in oggetto. In sintesi: la MCA finale identificherà i paesi ‘migliori’ secondo le

due prospettive: “Sviluppo sostenibile” e “Trasporto sostenibile”. Nel Capitolo 5 cercheremo infine di trarre delle conclusioni per validare la nostra analisi e individuare delle aree di interesse su cui sviluppare ricerche future.

2. Rassegna Letteraria

2.1 Sostenibilità e sviluppo sostenibile

La definizione di sostenibilità è tutt'altro che semplice. È necessario in primo luogo distinguere la sostenibilità ambientale dalla sostenibilità economica così come da quella sociale. Se per giunta si parla di ‘sviluppo sostenibile’, la definizione, se possibile, raccogliendo i tre ambiti di cui sopra, diviene ancora più complessa.

A partire dagli anni '70 si è sviluppato un particolare interesse per temi riguardanti l'ambiente, la crescita economica e lo sviluppo delle nostre civiltà. Tuttavia è con il rapporto “Our Common Future”, conosciuto anche come Rapporto Brundland dal nome della ex-primo ministro norvegese nonché presidente della Commissione, rilasciato nel 1987 dalla Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (WCED), che viene introdotto per la prima volta il concetto di sviluppo sostenibile. La definizione era la seguente:

Development meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs (Brundtland et al. 1987).

Da quel momento in avanti la mobilitazione mondiale nei confronti dei problemi di natura ambientale, motivata dagli effetti del riscaldamento globale e del cambiamento climatico, è cresciuta in maniera notevole. A rischio erano il futuro dei nostri ecosistemi e della nostra stessa società. Seppur in tal casi con carenze metodologiche e difficoltà nel definire obiettivi tangibili, questo periodo ha contribuito a stimolare anche l'interesse verso la reperibilità dei dati e più in generale a promuovere il coinvolgimento delle risorse di tutti per il benessere di tutti (Weltgesundheitsorganisation 2015). Nel 1997 si tenne il primo incontro mondiale dei paesi aderenti alla “Convenzione quadro sul cambiamento climatico delle Nazioni Unite” (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) durante il quale i paesi si accordarono sui futuri obiettivi di emissioni, dando vita al protocollo di Kyoto, entrato in vigore nel 2005.

Il Protocollo di Kyoto fornisce un esempio della complessità di un intervento sostenibile a livello mondiale sul fronte politico e organizzativo, il quale, pur coinvolgendo quasi la totalità delle potenze mondiali, non necessariamente risulta efficace¹.

Seppur con qualche difficoltà si era palesata la volontà della maggior parte dei paesi del mondo di collaborare per fare fronte ad alcuni problemi ambientali che per molto tempo sono

¹ Il primo mandato del protocollo, iniziato nel 2008, si è concluso nel 2012, con le mancate ratifiche di Andorra, Canada, South Sudan e Stati Uniti. Il secondo periodo, invece, noto anche come “Doha Amendment” va dal 2012 al 2020 e ad oggi è stato ratificato da 112 dei 144 stati necessari per raggiungere i tre-quarti dei 192 paesi aderenti al protocollo (UNFCCC 2018).

stati trascurati. Non molto tempo dopo le Nazioni Unite organizzarono un nuovo incontro mondiale. Era l'inizio del nuovo millennio e proprio per questo gli obiettivi che vennero definiti presero il nome di Millennium Development Goals (MDGs). Il progresso che è stato fatto a partire dal Protocollo di Kyoto e dagli MDGs, per arrivare all'Accordo di Parigi e agli odierni SDGs, il cui termine scadrà nel 2030, è di una portata impressionante sia per ciò che riguarda lo sviluppo di nuovi indicatori ("Indexes – Sustainable Society Index" 2018), ma ancora di più per la rivoluzione apportata ai concetti di "benessere" e "sostenibilità" in ambito accademico, politico ma anche nel linguaggio comune e nell'opinione pubblica (Weltgesundheitsorganisation 2015). Sono proprio quest'ultimi infatti a stimolare giovani, che come me, credono che si possa fare di più per promuovere una crescita economica che sia in armonia con il benessere di tutte le popolazioni e dell'ambiente.

Lo sviluppo che ha portato agli odierni SDGs è nato, in parte, dal desiderio di sopperire a quelle che erano le carenze metodologiche ed organizzative degli MDGs. Questi peccavano principalmente nell'equilibrare propriamente risorse e obiettivi e nella scarsa attenzione a rafforzare il sistema sanitario, rischiando talvolta, per via di un approccio "one-size-fit-all", ovvero indistinto e avulso dal contesto, di concentrarsi troppo sugli aggregati e poco sull'effettiva equità che si riusciva a raggiungere (Weltgesundheitsorganisation 2015). La letteratura in merito allo sviluppo sostenibile è sconfinata e ben al di là della portata di questo elaborato. Nell'ultimo ventennio le ricerche nell'ambito della così detta "Ecological economics" hanno cercato di dare risposte a molte questioni, dalla definizione di sviluppo sostenibile, alla sua oggettività (Hueting and Reijnders 1998), da ipotesi su futuri scenari urbani (Kourtit et al. 2014), alla possibilità di misurare lo sviluppo sostenibile (Costanza et al. 2016), sino alle più disparate applicazioni metodologiche.

La questione del problema ambientale ha le sue radici nella natura umana ed è in questo senso ovviamente di natura sociale (Hueting and Reijnders 1998). Proprio per questo, talvolta, un'analisi dei trasporti che si focalizzi solo su alcuni aspetti ignorando i costrutti sociali che ne sono alla base, potrebbe non coglierne appieno le implicazioni sullo sviluppo sostenibile. Ad esempio, Banister (2008) sottolinea la portata rivoluzionaria che le nuove tecnologie ICT potrebbero avere per il nostro modo di lavorare: l'importanza della sostenibilità ambientale è legata non solo al benessere umano, ma alla stessa capacità e prosperità della nostra società. Gli storici delle generazioni future potrebbero essere interessati ai costrutti sociali che abbiamo ideato per quanto riguarda la realtà biofisica, ma le generazioni future saranno confrontate principalmente con la realtà di un cambiamento climatico effettivo e non con qualsivoglia costrutto sociale contemporaneo che ne abbiamo fatto (Goodland 1999). Non fa differenza, infatti, per il reale cambiamento climatico dovuto all'accumulo di gas serra che le società o i governi ci credano o meno (Hueting and Reijnders 1998).

Difatti l'importanza dei trasporti non riguarda solamente il ruolo potenziale che essi potrebbero avere in un futuro percorso di sostenibilità e coesione, ma anche il ruolo che hanno assunto nel corso degli ultimi 20 anni (Grafico 4). Conseguentemente, nella sezione successiva, cercheremo di analizzare la sostenibilità del sistema dei trasporti nella società moderna, cercando di metterne in evidenza alcuni aspetti critici.

2.2 Trasporti e ambiente: le difficoltà di una mobilità sostenibile

La società moderna è caratterizzata dalla presenza dominante dei sistemi di trasporto e dalla loro accreditata importanza economica e sociale. Per questo motivo gli obiettivi di sviluppo sostenibile rappresentano una grande sfida per il settore dei trasporti. In particolare, si sente la necessità impellente di strumenti analitici atti a fornire misure e politiche adeguate ad affrontare tale sfida, come illustrato più avanti (Kourtiti et al. 2014). Proprio in virtù di questi legami, in questa sezione, cercheremo di considerare l'impatto dei sistemi di trasporto in un'ottica di sviluppo sostenibile e, con il contributo della letteratura, proveremo ad individuare il ruolo che i trasporti svolgono nella società economica moderna e che potrebbero svolgere nella società futura.

Se da una parte la capacità dei trasporti di accelerare lo sviluppo è stata ampiamente documentata – non ultimo nell'esempio di Smith citato nell'introduzione – dall'altra l'onere ambientale legato ai sistemi di trasporto è divenuto tutt'altro che sostenibile.

Secondo la European Environmental Agency (EEA), i trasporti sono responsabili di un terzo del consumo finale complessivo di energia e di più di un quinto delle emissioni di gas serra, nonché di una parte considerevole dell'inquinamento atmosferico e dell'impatto acustico urbano (EEA 2016). Per la prima volta l'Unione Europea (UE) ha proposto un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra per i trasporti. Per raggiungere l'obiettivo di riduzione del 60%, definito nel Libro Bianco "Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti", è necessario che tale impulso all'integrazione delle politiche si traduca nei prossimi anni in un'azione concreta e determinata (European Commission 2011). Nonostante la fiducia e la positività che traspare dal Libro Bianco, il sistema dei trasporti, dipendendo quasi interamente da fonti non rinnovabili, è non solo reo di emissioni e consumi energetici alti ma è anche coinvolto in diversi casi di violazione della scala sostenibile dell'attività umana (Gudmundsson and Höjer 1996).

Sebbene la "mobilità sostenibile" sia stata individuata come obiettivo di politiche in diverse parti del mondo, compresa la European Transport Policy, i tentativi di definire il concetto di "mobilità sostenibile" sono stati in proporzione pochi. Infatti quando la "mobilità sostenibile" fu proposta come uno degli obiettivi prioritari nel White Paper sui trasporti del 1992 (European Commission 1993), la Commissione Europea non tentò di definirne chiaramente il concetto. Ciononostante, l'evoluzione delle stesse politiche e l'analisi delle conseguenze delle stesse portarono alcuni studiosi a chiedersi se i sistemi di trasporto fossero effettivamente compatibili con il concetto stesso di sviluppo sostenibile. Button e Nijkamp (1997) tracciano l'evoluzione del pensiero e delle politiche di trasporto in Europa mettendo in evidenza lo spostamento di attenzione nel corso del tempo. Le prime linee furono costruite per connettere centri di attività economica a sfavore della connettività tra centri urbani e aree rurali e periferiche. Con il sorgere degli stati sociali europei, invece, si iniziò a investire su infrastrutture che connettevano anche le aree periferiche, pur in assenza di ritorni economici. Tale orientamento fu successivamente messo nuovamente in discussione a seguito della recessione di fine anni '90, i conseguenti tagli alla spesa pubblica, e gli effetti di deregulation

e privatizzazione. Secondo Button e Nijkamp, si era quindi tornati ad un modello in cui il fattore economico predomina su altre considerazioni di tipo sociale. Allo stesso tempo la minaccia del cambiamento climatico e i vari accordi internazionali sulla riduzione delle emissioni hanno creato lo scenario per un ritorno a politiche di trasporto sostenibile. Prendendo il caso della pianificazione a livello urbano, Banister (2008) evidenzia che un approccio alternativo deve essere critico, chiaro e allo stesso tempo innovativo. Soprattutto richiede varie azioni che riducano la necessità di spostamento, favoriscano mezzi di trasporto sostenibili (bici) e la razionalizzazione degli spazi per creare luoghi urbani vivibili, attraenti e accessibili. Tutto ciò deve essere facilitato da iniziative che coinvolgano i cittadini in modo da cambiare la percezione pubblica e gli usi e costumi a favore di un *modus operandi* più sostenibile.

Questo sembrerebbe confermare la conclusione di Verbruggen et al. (1996) secondo cui è solo in base a motivazioni politiche che si può scegliere tra le diverse forme di sostenibilità. Per questo motivo l'attenta valutazione dei "trade off" all'interno di processi decisionali che coinvolgono i sistemi di trasporto sembra essere un aspetto sempre più cruciale nell'era degli SDGs.

3. Sviluppo Sostenibile: Schema Concettuale ed Analisi Empirica

3.1 Indicatori di sostenibilità

Uno degli scopi di questo lavoro è indagare la relazione tra le prestazioni di sostenibilità di un paese e il relativo livello di prodotto interno lordo (GDP). A questo scopo sono stati presi in esame cinque indicatori compositi relativi alle prestazioni di sostenibilità di 144 paesi (EU ed extra-EU), con riferimento all'anno più recente a seconda della disponibilità dei dati (Tabella D1 in Appendice D).

- 1) **Environmental Performance Index** (Wendling et al. 2018) classifica 180 paesi su 24 indicatori di performance in dieci categorie di emissioni che riguardano la salute ambientale e la vitalità dell'ecosistema.
- 2) **Sustainable Development Goal Index** (2017 SDG Index & Dashboards) non è uno strumento di monitoraggio SDG ufficiale ed è soggetto a molti limiti importanti, tuttavia il SDGI riassume le linee guida dei 17 SDGs dei diversi paesi e ne confronta le performance basandosi sul set di dati più completo assemblati fino ad oggi a livello di paese.
- 3) **Legatum Prosperity Index** (2017 Legatum Prosperity Index) è una classifica di spicco del Legatum Institute di Londra che analizza i livelli di prosperità sulla base di otto "fondamenti per lo sviluppo nazionale": economia, imprenditorialità e opportunità, governance, istruzione, salute, sicurezza e protezione, libertà personale e capitale sociale. Il rapporto del Legatum Prosperity Index ha rilevato che imprenditorialità e propensione al rischio sono correlati alla prosperità complessiva più di qualsiasi altro fattore, sebbene si evidenzia anche una correlazione tra la crescita economica e il livello di capitale sociale.

- 4) **Human Development Index** (UNDP 2016) è una misura sintetica del raggiungimento medio in dimensioni chiave dello sviluppo umano: una vita lunga e sana, essendo ben informato e con un tenore di vita decente. L'HDI è la media geometrica degli indici normalizzati per ciascuna delle tre dimensioni.
- 5) **Economic Freedom** (2018 Index of Economic Freedom, The Heritage Foundation) è un indice sviluppato da The Heritage Foundation basato su 12 fattori quantitativi e qualitativi, raggruppati in quattro grandi categorie, o pilastri, di libertà economica: Stato di diritto (diritti di proprietà, integrità del governo, efficacia giudiziaria), Dimensione del governo (spesa pubblica, carico fiscale, salute fiscale), Efficienza normativa (libertà delle imprese, libertà del lavoro, libertà monetaria), Mercati aperti (libertà commerciale, libertà di investimento, libertà finanziaria) (Holmes et al. 2008).

Questi 5 indicatori servono a rappresentare una dimensione sintetica di sostenibilità, coerentemente con lo sviluppo concettuale e teorico delineato fino ad adesso, secondo lo schema che segue.

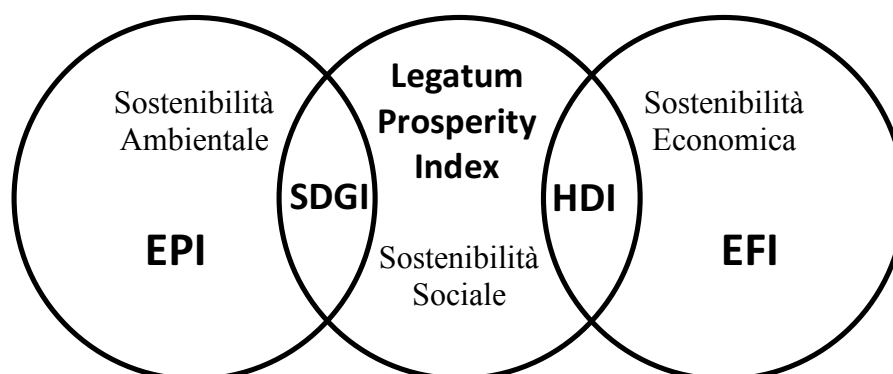


Figura 1: Diagramma di Venn

Considerando che gli indicatori che determinano le prestazioni di sostenibilità dei diversi paesi hanno diversa importanza relativa per il benessere complessivo, il metodo scelto per risolvere il problema è un'analisi di tipo multidimensionale, quale la MCA. Il risultato dell'applicazione della MCA crea una misura composta di tutti i criteri/aspetti di sostenibilità presi in considerazione.

3.2 Analisi multi-criteri

Nell'ambito della MCA viene deciso di utilizzare il Metodo Regime. Tale metodo si basa su un confronto a coppie delle opzioni di scelta e serve a trovare il miglior compromesso disponibile, identificando quell'opzione che garantisce la massima probabilità di punteggio che è incorporata sia nelle informazioni ordinali, sia nelle informazioni cardinali. La derivazione

formale si basa sul principio del ragionamento insufficiente e conduce in generale a una scelta non ambigua (Hinloopen and Nijkamp 1990).

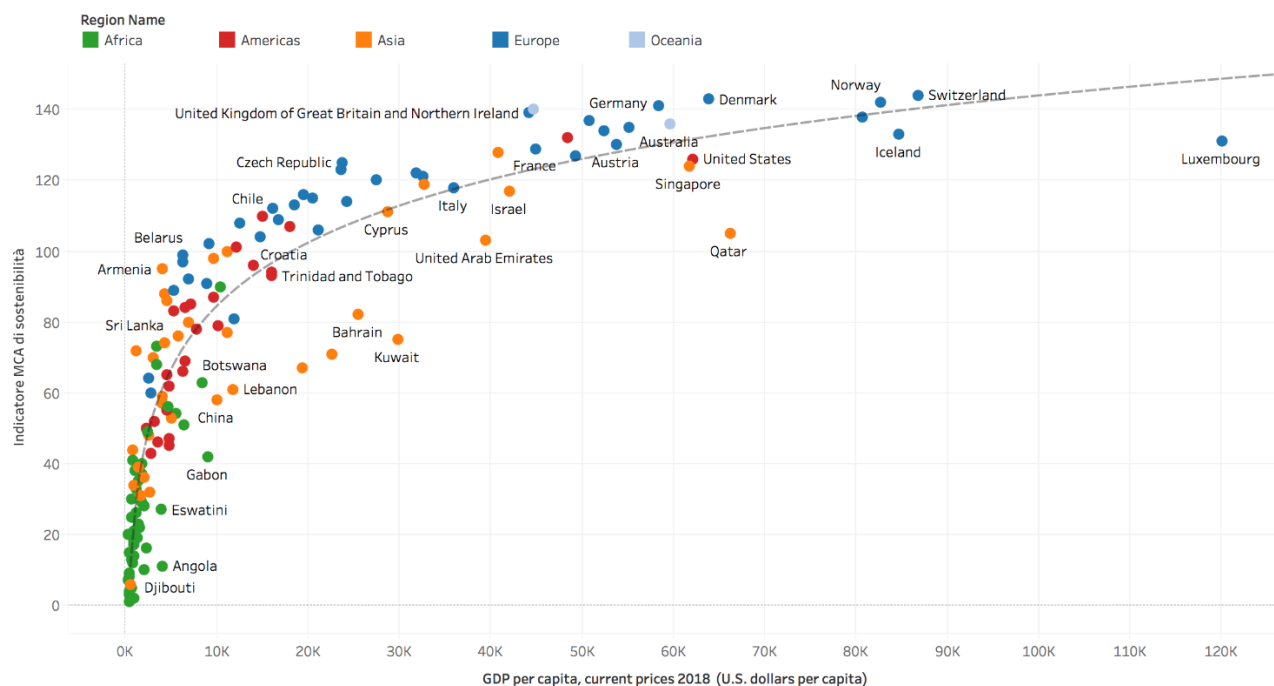
La metodologia consente di specificare dei pesi relativi per ogni criterio (scenari). I pesi permettono di rappresentare in maniera specifica lo schema concettuale rappresentato nel diagramma di Venn, evidenziando gli squilibri tra i vari paesi in funzione della dimensione di sostenibilità considerata come più importante. L'utilizzo dell'analisi Nested permette infine di considerare congiuntamente i risultati dei diversi scenari, al fine di pervenire ad una classificazione gerarchica finale delle alternative.

L'applicazione di questa metodologia MCA è stata resa possibile grazie all'utilizzo di un algoritmo in R aggiornato da Michelangelo Gentilini a partire dal Software Regime Versie 7 di proprietà Hinloopen e Nijkamp, e concesso ad uso didattico (Hinloopen and Nijkamp 1990).

3.3 Applicazione empirica

I risultati ottenuti dalla MCA, svolta valutando 144 stati sulla base del ranking dei cinque indicatori di sostenibilità secondo la struttura descritta (Figura 1), forniscono un ranking complessivo dei paesi su uno score sintetico della sostenibilità del paese (Tabella A1 in Appendice A). Il passo metodologico successivo è stato quello di verificare l'esistenza e l'intensità della relazione tra il livello di GDP per Capita dei diversi paesi e la misura sintetica di sostenibilità (Grafico 1).

Grafico 1: Relazione tra l'indicatore MCA di sostenibilità e GDP per Capita



Data sources: Environmental Performance Index (Wendling et al. 2018), Sustainable Development Goal Index (2017 SDGs Index & Dashboard), Legatum Prosperity Index (2017 Legatum Prosperity Index), Human Development Index (UNDP 2016), Economic Freedom 2018, GDP per capita, current prices 2018 (IMF, World Economic Outlook April 2018).

Fonte: Elaborazione personale.

I paesi sul Grafico 1 sono stati suddivisi per colore in relazione al continente di appartenenza. Il Grafico 1 suggerisce una relazione tra l'indicatore MCA e il GDP per capita di tipo positiva logaritmica con un R-Quadro (0,86) particolarmente elevato.

Non sorprende che la maggioranza dei paesi europei si trovi nella parte superiore del grafico, ad indicare un livello mediamente elevato secondo la classifica di sostenibilità. Tuttavia, per questi paesi, la distribuzione dei paesi rispetto all'asse delle ascisse suggerisce anche molta variabilità nei livelli di GDP per capita. Notiamo inoltre che i paesi europei tendono a collocarsi al di sopra della linea di tendenza, mentre i paesi dell'Asia con GDP pro capite più elevato tendono a collocarsi al di sotto della linea individuata. Questi paesi sono gli unici a raggiungere livelli di GDP elevato pur non avendo elevati livelli di sostenibilità, trattandosi nella quasi totalità dei casi di paesi con economie basate sulla produzione di energie non rinnovabili.

Dal Grafico 1 si evince pertanto che la nostra misura sintetica di sostenibilità, pur tenendo conto di una molteplicità di variabili, mostra uno squilibrio nelle economie più sviluppate che possono contare su una qualità della vita più elevata e un numero di servizi maggiori. Poiché una delle principali cause dello squilibrio mondiale in termini di sostenibilità sono proprio le esternalità negative dei trasporti a livello ambientale, obiettivo del capitolo seguente è delineare l'evoluzione dei trasporti in Europa, al fine di comprendere la posizione dei paesi europei nel quadro internazionale del trasporto e sviluppo sostenibile.

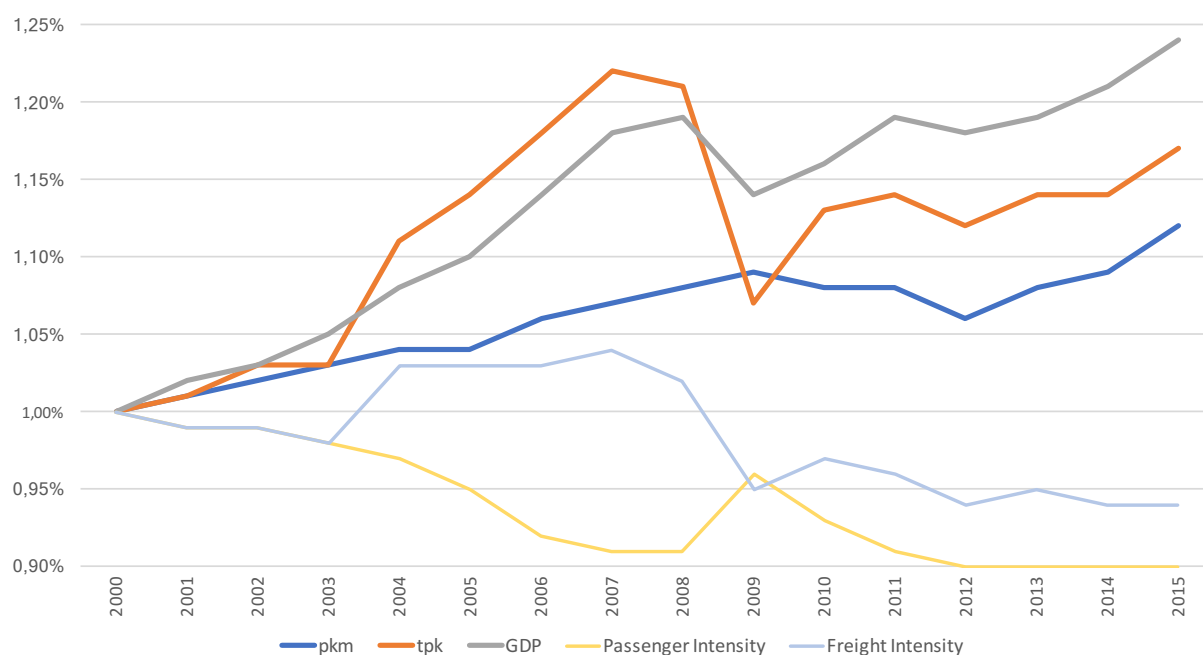
4. Trasporto Sostenibile

4.1 Evoluzione dei trasporti in Europa

I trasporti sono uno dei pilastri del processo di integrazione europea e sono strettamente legati alla creazione e al completamento del mercato interno, che promuove l'occupazione e la crescita economica. Sono stati uno dei primi settori di politica comune dell'UE in quanto considerati essenziali per il perseguimento di tre delle quattro libertà del mercato unico, definito nel trattato di Roma del 1957: la libera circolazione di persone, servizi, beni e capitali (European Commission 2014).

L'efficienza dei sistemi di trasporto è considerata una condizione fondamentale per la prosperità economica. Il trasporto, infatti, fornisce ai cittadini i mezzi essenziali di mobilità e contribuisce alla crescita e alle esportazioni globali. L'industria europea dei trasporti rappresenta il 6,3% del GDP dell'UE e occupa all'incirca 13 milioni di persone (European Commission 2015). Tuttavia, nel corso del tempo il trasporto sostenibile è diventato un obiettivo elusivo che sembra aver dominato la maggior parte del recente dibattito sulla politica di trasporto. In senso assoluto i trasporti sono non-sostenibili, in quanto consumano risorse. Difatti, con la crescita del trasporto merci e passeggeri, aumenta anche il rischio di congestione ed inquinamento.

Grafico 2: Trend nella domanda trasporto di passeggeri - merci e GDP in EU



Data source: EEA - Statistical Pocketbook 2017

La domanda di trasporto passeggeri nell'UE-28, misurata in passeggeri-kilometri (pkm), ha registrato un periodo prolungato di crescita robusta fino al 2008 per tutte le modalità (Grafico 2). Dal suo picco nel 2008 (8,4% in più rispetto al 2000), essa è rimasta sostanzialmente stabile, con una leggera riduzione complessiva dovuta alla recessione economica dal 2009 al 2012. Dal 2012 la domanda di trasporto passeggeri è cresciuta del 5,3%. Nel 2015, la domanda totale di passeggeri è stata superiore del 12% rispetto al 2000, superando il picco del 2008 del 3,3% (EEA 2017).

In questo scenario l'ostacolo maggiore è rappresentato dalla divisione modale della domanda di trasporto che si riflette inevitabilmente sulle emissioni. Tutte le forme di trasporto motorizzato usano energia non rinnovabile e creano esternalità sostanziali. Sebbene sia generalmente accettato che tutte le forme di trasporto pubblico sono più sostenibili del trasporto privato, permangono una serie di considerazioni riguardo all'efficienza, alla velocità e al tipo di esternalità delle diverse modalità di trasporto che contribuiscono a rendere la relazione più complessa di quanto possa apparire. Secondo Banister (2008) camminare ed andare in bicicletta sono le soluzioni primarie per una mobilità sostenibile. Seguono i trasporti pubblici con una elevata capacità di trasporto passeggeri come treno, bus, tram e metro, anche se in alcuni casi sono preceduti da piccoli veicoli "green and smart". Il terzo gruppo include treni alta velocità e molti altri tipi di automobili. Taxi e autocarri formano il quarto gruppo, mentre il trasporto aereo costituisce da sé il quinto gruppo.

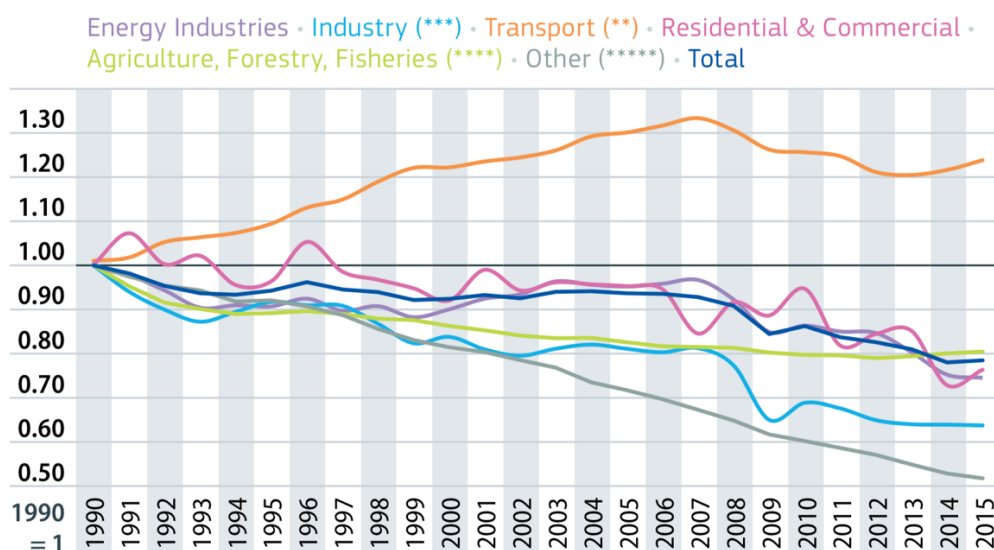
Queste considerazioni assumono particolare importanza se si considera che l'aumento della domanda di trasporto merci e passeggeri non è attribuibile alle diverse modalità di trasporto in egual misura (Tabelle B1 e B2 in Appendice B). In termini assoluti, le autovetture

rappresentano la maggior parte dell'aumento complessivo dei volumi di trasporto passeggeri dal 2000, seguito dal trasporto aereo e ferroviario. Dal 2000, la popolazione dell'UE è cresciuta di poco più dell'1%, molto meno della crescita del 12% del trasporto passeggeri totale. Nella grande maggioranza degli Stati membri, la mobilità delle automobili è stata maggiore nel 2015 rispetto a qualsiasi anno precedente. Il trasporto aereo, compresi i voli all'interno dell'UE-28, è variato in modo sostanziale dal 2000. Sebbene sia cresciuto rapidamente tra il 2002 e il 2007, il traffico aereo è stato particolarmente colpito dalla crisi economica; il traffico è diminuito del 7% nel 2009. Mentre le compagnie aeree tradizionali sono state particolarmente colpite dalla recessione, quelle a basso costo sono cresciute ogni anno dal 2008. La loro crescita ha contribuito a trainare la crescita complessiva nel settore dell'aviazione dal 2009 (EEA 2017).

Accanto alla crescita economica e all'espansione, il trasporto totale di merci via terra all'interno dell'UE-28 (strade, ferrovie e vie navigabili interne) è aumentato costantemente negli anni '90 e all'inizio del 2000, aumentando del 23% negli anni fino al 2007 (Tabella B2 in Appendice B). Questa crescita è avvenuta nel contesto della continua globalizzazione, con un aumento del volume degli scambi sia all'interno dell'UE che con i partner commerciali al di fuori dell'UE. Il forte calo della domanda di merci si è verificato negli anni immediatamente successivi alla crisi economica del 2008, e da allora i volumi di merci hanno recuperato leggermente, ma non hanno ancora raggiunto livelli pre-ribasso. Anche in questo caso tuttavia l'aumento maggiore dei volumi totali di merci, si è avuto nel trasporto su strada con un aumento del 14% rispetto al 2000. Anche i volumi di trasporto merci su rotaia nel 2015 risultano essere più elevati rispetto al 2000, sebbene dopo il picco di crescita del 2007 la quantità di merci trasportate su rotaia si sia complessivamente stabilizzata probabilmente a causa della recessione economica (EEA 2017).

La crescita della domanda di trasporto sembrerebbe essere un processo avviato ma senza una precisa direzione o volontà. Questa potrebbe non costituire necessariamente un problema se compresa pienamente nelle sue dinamiche temporali; tuttavia il trasporto è uno dei principali contributori al riscaldamento globale, attraverso le emissioni di CO₂ provenienti da combustibili a base di carbonio. Per questa ragione la maggior parte delle azioni di intervento pubblico riguardanti la mobilità sostenibile sono state dirette all'automobile piuttosto che ad altre forme di trasporto. La divisione modale si riflette sulle emissioni. Il trasporto aereo, ad esempio, si è dimostrato particolarmente problematico in quanto consuma grandi quantità di carburante e percorre distanze molto ampie, ma è anche un mercato di crescita chiave che difficilmente verrà ridimensionato e nel quale le opzioni per un trasporto aereo sostenibile sembrano essere problematiche.

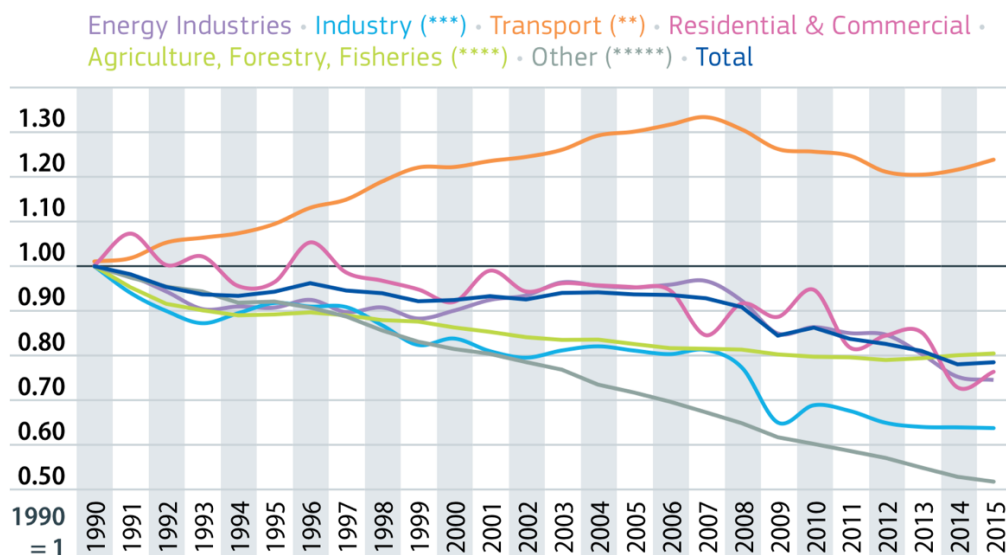
Grafico 3: Incremento delle Emissioni di Gas Serra in EU28 - per modalità



Notes: (*) Excluding LULUCF (Land Use, Land – Use Change and Forestry) emissions and international maritime, including international aviation and indirect CO₂.
 (**) Excluding international maritime (international traffic departing from the EU), including international aviation.
 (***) Emissions from Manufacturing and Construction, Industrial Processes and Product Use.
 (****) Emissions from Fuel Combustion and other Emissions from Agriculture.

Data source: EEA - Statistical Pocketbook 2017

Grafico 4: Incremento delle Emissioni di Gas Serra in EU28 - per settore



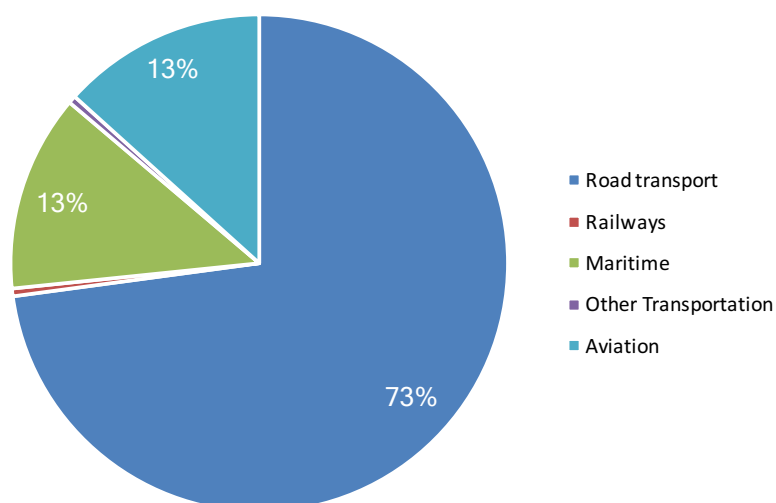
Notes: (*) Excluding LULUCF (Land Use, Land – Use Change and Forestry) emissions and international maritime, including international aviation and indirect CO₂.
 (**) Excluding international maritime (international traffic departing from the EU), including international aviation.
 (***) Emissions from Manufacturing and Construction, Industrial Processes and Product Use.
 (****) Emissions from Fuel Combustion and other Emissions from Agriculture.

Data source: EEA - Statistical Pocketbook 2017

Le proiezioni OECD per la domanda di trasporto aereo interna ed esterna per regione del mondo contribuiscono a complicare il quadro (ITF and FIT 2017). Il Nord America attualmente è la regione con la domanda di trasporto aereo interna più elevata; tuttavia le proiezioni OECD prevedono che nel corso dei prossimi 35 anni tale domanda verrà superata e duplicata dalla domanda delle regioni dell'Asia e del Pacifico (Grafico C1 in Appendice C). Nel contesto del trasporto aereo internazionale, si prevede che anche l'attuale dominante domanda europea verrà superata da quella delle regioni dell'Asia e del Pacifico (Grafico C2 in Appendice C). Le proiezioni OECD indicano l'allarmante crescita del trasporto aereo a livello globale, che sembrerebbe avvicinarsi a volumi quattro volte superiori a quelli attuali.

È evidente che sia i nostri sistemi di trasporto che le nostre stesse abitudini sono eccessivamente dipendenti dal petrolio che, oltre ad essere uno degli inquinanti più dannosi, inizia anche a scarseggiare. I trasporti in Europa sono responsabili per circa il 63% del consumo di petrolio e circa il 23% delle emissioni complessive di CO₂ (Union européenne and Commission européenne 2017). Per questo motivo obiettivo prioritario della UE è la riduzione delle esternalità negative legate ai trasporti; obiettivo che si concretizza principalmente nella promozione del trasporto co-modale, specialmente per il trasporto merci, nonché nello sviluppo di innovazioni tecniche e mezzi di trasporti energeticamente più efficienti. Attualmente le forme di trasporto che si prestano maggiormente ad un'integrazione tecnologica che possa favorirne lo sviluppo dal punto di vista della sostenibilità sono quasi interamente legate al trasporto stradale.

Grafico 5: Quota di emissioni GHG dei trasporti per modalità in EU



Data source: National emissions reported to the UNFCCC and to the EU Greenhouse Gas Monitoring Mechanism provided by European Environment Agency (EEA), Year 2015.

Per quanto concerne le emissioni di gas serra (GHG – Green House Gas) in Europa lo squilibrio è dovuto principalmente al trasporto stradale. Nel 2015, il trasporto su strada è responsabile di quasi il 73% delle emissioni totali di GHG prodotte dai trasporti (Grafico 5). Di queste emissioni, il 44,5% è stato fornito da autovetture, mentre il 18,8% proveniva da veicoli pesanti. Inoltre in seguito ad un aumento significativo della domanda passeggeri-kilometro e tonnellate-kilometro, le emissioni di gas serra dell'aviazione internazionale sono più che raddoppiate rispetto ai livelli del 1990 (105%), seguite dalle spedizioni internazionali (22%) e stradali (19%) (Union européenne and Commission européenne 2017).

L'analisi della serie storica delle emissioni di GHG per modalità di trasporto a partire dal 1990, anno base, fino al 2015 consente una visione più esaustiva dell'evoluzione dei diversi mezzi di trasporto in Europa (Grafico 3). E' possibile individuare con chiarezza nella parte superiore del Grafico 3 il grandioso aumento di emissioni del trasporto aereo civile, dato che appare ancora più allarmante se si considerano le proiezioni OECD sulla domanda di trasporto aereo globale. Diversamente il trasporto ferroviario sembrerebbe avere un trend decrescente, anche se bisogna tenere in considerazione che nel conteggio delle relative emissioni di GHG sono escluse le emissioni indirette derivanti dal consumo di energia. Questi dati confermano come la crescita della domanda di trasporto abbia portato con sé una consistente crescita delle emissioni di GHG, imputabili in particolar modo al trasporto aereo e stradale.

Il sistema dei trasporti nella politica dell'UE e negli investimenti europei ha sempre avuto un ruolo di fondamentale importanza per la creazione di un ambiente coeso e accessibile sia dal punto di vista sociale che economico. Tuttavia, se si analizzano le serie storiche delle emissioni di GHG per settore in UE-28 tra il 1990-2015, è possibile notare come nel corso del tempo l'impatto del settore dei trasporti sull'ambiente sia progressivamente aumentato, mentre le emissioni di tutti gli altri settori diminuivano, andando totalmente in contrasto con gli obiettivi internazionali e la salvaguardia dell'ambiente (Grafico 4). Solamente lo shock legato alla crisi del 2008 ha contratto la domanda di trasporto – e le relative emissioni – rallentando la crescita complessiva dal 1990, sebbene nel 2015 la domanda sia tornata di nuovo a crescere (Tabella B1 e B2 in Appendice B).

In sintesi, l'analisi dell'evoluzione dei trasporti in UE ha sottolineato le grandi responsabilità ambientali che appartengono a questo settore (Grafico 4). Per questa ragione, nel presente lavoro particolare attenzione viene posta nell'analisi della domanda di trasporto passeggeri e merci delle modalità AIR e ROAD dei paesi europei e di altri paesi con economie sviluppate. In questi paesi il sistema dei trasporti è responsabile di circa il 25% delle emissioni totali di CO₂, ed è l'unico dei settori principali dove l'ammontare complessivo continua ad aumentare (EEA 2017). Ci proponiamo pertanto di capire se e in quali di questi paesi gli alti livelli di sviluppo sostenibile sono accompagnati da livelli altrettanto elevati di trasporto sostenibile.

4.2 Analisi empirica

Al fine di analizzare empiricamente il trasporto sostenibile dei paesi, viene svolta una seconda MCA sulla domanda di trasporto passeggeri e merci per le modalità di trasporto Air e Road. Il dataset è costituito dai primi 49 paesi risultanti nella classifica della MCA sulla sostenibilità più i due stati di Russia e Cina. Sono stati selezionati come criteri quattro indicatori del volume della domanda di trasporto per ognuna delle categorie, con riferimento all'anno più recente a seconda della disponibilità dei dati (Tabella D1 in Appendice D).

- 1) Volume di passeggeri by Road (2015) espresso in milioni di passeggeri-km
- 2) Volume di merci by Road (2015) espresso in milioni di tonnellate-km
- 3) Volume di passeggeri by Air (2015) espresso in passeggeri trasportati
- 4) Volume di merci by Air (2016) espresso in milioni di revenue tonne-km

I risultati della MCA, attraverso l'applicazione del metodo Regime, forniscono una misura sintetica della domanda di trasporto di passeggeri e merci per le modalità più inquinanti di trasporto, ovvero aereo e stradale (Tabella A2 in Appendice A). Questa misura viene utilizzata congiuntamente al livello di CO2 per ottenere, mediante una nuova analisi multidimensionale, il secondo criterio necessario per l'analisi conclusiva, cui ci riferiremo come "Trasporto sostenibile". La risultante classificazione di trasporto sostenibile (Tabella D2) mostra alte posizioni per i paesi entrati recentemente nell'UE (Slovenia, Lettonia, Estonia, Croazia, Lituania, Slovacchia) e basse posizioni per i paesi della 'vecchia' Europa (Spagna, Italia, Regno Unito, Germania). Questi ultimi paesi infatti presentano alti livelli di CO2 a fronte di un'alta domanda di trasporto (dati di cui alla Tabella D1).

Per quanto concerne l'individuazione dei valori ordinali del primo criterio ("Sviluppo sostenibile"), sono stati presi in considerazione il livello di sostenibilità risultato dalla prima analisi (Tabella A1 in Appendice A) e il ruolo della crescita economica (GDP per Capita, anno 2015), attraverso un'ulteriore MCA. Si noti che in entrambe le MCA sono stati eliminati i paesi di Malta e Cipro per mancanza di dati, considerando come alternative 49 paesi. La gerarchia emergente ha permesso di identificare lo 'Sviluppo sostenibile' in senso lato di questi 49 paesi (Tabella D2 in Appendice D). Si noti che le classificazioni dei paesi per le due dimensioni (sviluppo sostenibile e trasporto sostenibile) sembrano non essere concordi. Ciò a significare che paesi con alto sviluppo sostenibile non sempre presentano alto trasporto sostenibile (ad es. Germania, tredicesima nella prima classifica risulta terzultima nella seconda classifica). Si è pertanto ritenuto opportuno sintetizzare tali misure discordanti, attraverso una MCA finale.

La valutazione congiunta dei criteri "Sviluppo sostenibile" e "Trasporto sostenibile", espressi in termini di utilità, ha portato infine ai risultati illustrati nella Tabella 1. In sintesi, la Tabella 1 mostra la gerarchia finale emergente dalla combinazione dei due criteri (sviluppo sostenibile vs. trasporto sostenibile, di cui alla Tabella D2) attinenti ai 49 paesi.

La classifica MCA della Tabella 1 conferma in parte quanto mostrato dal Grafico 1, mostrando che la quasi totalità dei paesi nei quali si può parlare di trasporto sostenibile appartiene all'Unione Europea o al continente europeo. In particolare, sono i paesi del Nord

Europa, fatta eccezione per la Gran Bretagna, ad avere un livello di mobilità sostenibile più elevato. Ciò nonostante il continente Europeo è quello con la maggior variabilità. Difatti, sebbene tra i classificati nelle ultime posizioni si trovino paesi del continente asiatico e americano (Cina, Argentina, Korea, Giappone, Stati Uniti), vi è anche una forte presenza di paesi dell'Europa dell'Est, quali Russia, Polonia e Romania, e di alcuni paesi EU dell'Europa Occidentale e Meridionale (Italia, Spagna, Francia, UK e Germania). La posizione di questi paesi è particolarmente interessante: si tratta infatti dei paesi europei con le democrazie e le economie maggiormente sviluppate, che, secondo i risultati della nostra analisi, non riescono a sostenere il peso ambientale del trasporto nonostante il loro livello di sviluppo.

Tabella 1: Classificazione (MCA) del trasporto sostenibile vs. lo sviluppo sostenibile per 46 paesi (UE ed extra-UE; Anno 2015)

Country	Region	Sub Region	
Iceland	Europe	Northern Europe	1
Luxembourg	EU	Western Europe	2
Denmark	EU	Northern Europe	3
Ireland	EU	Northern Europe	4
Switzerland	Europe	Western Europe	5
New Zealand	Oceania	Australia and New Zealand	6
Slovenia	EU	Southern Europe	7
Estonia	EU	Northern Europe	8
Norway	Europe	Northern Europe	9
Sweden	EU	Northern Europe	10
Finland	EU	Northern Europe	11
Latvia	EU	Northern Europe	12
Slovak Republic	EU	Eastern Europe	13
Austria	EU	Western Europe	14
Lithuania	EU	Northern Europe	15
Netherlands	EU	Western Europe	16
Croatia	EU	Southern Europe	17
Israel	Asia	Western Asia	18
Australia	Oceania	Australia and New Zealand	19
Costa Rica	Americas	Latin America and the Caribb..	20
Portugal	EU	Southern Europe	21
Qatar	Asia	Western Asia	22
Greece	EU	Southern Europe	23
Czech Republic	EU	Eastern Europe	24
Belgium	EU	Western Europe	25
Panama	Americas	Latin America and the Caribb..	26
Trinidad and Tobago	Americas	Latin America and the Caribb..	27
United Kingdom of Great Britain and Nort..	EU	Northern Europe	28
Hungary	EU	Eastern Europe	29
Bulgaria	EU	Eastern Europe	30
Canada	Americas	Northern America	31
Spain	EU	Southern Europe	32
France	EU	Western Europe	33
Serbia	Europe	Southern Europe	34
Germany	EU	Western Europe	35
United States	Americas	Northern America	36
Belarus	Europe	Eastern Europe	37
Italy	EU	Southern Europe	38
Romania	EU	Eastern Europe	39
Chile	Americas	Latin America and the Caribb..	40
United Arab Emirates	Asia	Western Asia	41
Republic of Korea	Asia	Eastern Asia	42
Japan	Asia	Eastern Asia	43
Poland	EU	Eastern Europe	44
Argentina	Americas	Latin America and the Caribb..	45
Kazakhstan	Asia	Central Asia	46
Malaysia	Asia	South-eastern Asia	47
Russian Federation	Europe	Eastern Europe	48
China	Asia	Eastern Asia	49

Fonte: elaborazione personale

Nella classifica si può notare la forte presenza di paesi europei, UE e non, ad ulteriore conferma dell'importanza di politiche di coesione collettive. In breve questa classifica permette di individuare e distinguere all'interno del quadro europeo i paesi che, pur agendo positivamente dal punto di vista delle strategie politiche ed altre dimensioni dello sviluppo sostenibile, quali criteri socio-economici indicati nel Capitolo 3, non riescono ad integrare i trasporti in una dimensione di sostenibilità.

5. Conclusioni

L'obiettivo primario dell'elaborato era quello di valutare i paesi europei in un'ottica di trasporto e sviluppo sostenibile. A partire dalla rassegna letteraria sullo sviluppo sostenibile, sono state poste in evidenza alcune delle principali difficoltà legate all'estensione del concetto all'ambito dei trasporti, nonostante l'interesse crescente per le questioni di carattere ambientale. In particolare, al fine di rispondere alla seguente Research Question (RQ): *I paesi con alto livello di trasporto sostenibile presentano un livello altrettanto elevato di sviluppo sostenibile?* sono state condotte tre differenti analisi multidimensionali. In particolare, la prima MCA ha permesso di ottenere una misura sintetica di sviluppo sostenibile per ogni paese. La seconda MCA ha fornito una misura sintetica della domanda per il trasporto merci e passeggeri per la modalità strada e aereo, che, combinata con la misura di CO₂ per ogni paese, ha permesso di individuare una classificazione di trasporto sostenibile. La terza MCA ha permesso di rispondere alla suddetta RQ, considerando il risultato delle due precedenti MCA (sviluppo sostenibile vs trasporto sostenibile).

In sintesi, la terza MCA mostra una classificazione finale dei 49 paesi (EU ed extra-EU) in termini di sviluppo sostenibile e trasporto sostenibile. Tale risultato ha permesso di individuare due gruppi: la parte superiore della Tabella 1 individua i paesi nei quali il trasporto sostenibile è integrato all'interno dello sviluppo sostenibile. Molti di questi sono paesi dell'UE. Nello specifico, i paesi del Nord Europa, fatta eccezione per la Gran Bretagna, mostrano un livello di mobilità sostenibile più elevato. Tuttavia il continente Europeo presenta molta variabilità. Difatti, nella parte inferiore della Tabella 1, vi è una forte presenza di paesi dell'Europa dell'Est e di alcuni paesi EU dell'Europa Occidentale e Meridionale. Una caratteristica particolarmente interessante di questi paesi, europei e non, è il fatto di essere tra le democrazie e le economie maggiormente sviluppate. Si tratta infatti di paesi UE quali Italia, Spagna, Francia, UK, Germania, ed extra UE, come Cina, Argentina, Corea, Giappone, Stati Uniti. Questi paesi, nonostante il loro livello di sviluppo, non riescono a sostenere il peso ambientale dei sistemi di trasporto.

Dal punto di vista delle soluzioni ai problemi di sostenibilità dei trasporti, certamente i paesi del Nord Europa stanno conducendo forti innovazioni per la modalità strada (trasporto pubblico, bicicletta, auto elettrica, car-sharing, etc.), con impatti positivi anche sullo sviluppo sostenibile, come mostrano le posizioni di tali paesi nella classifica (nelle prime 12 posizioni,

8 paesi appartengono al Nord Europa). Per quanto concerne il trasporto aereo il dibattito è tuttavia ancora aperto per possibili soluzioni volte a migliorare le esternalità negative.

Nel corso della ricerca svolta per questo elaborato, sono state identificate varie aree di interesse su cui sviluppare ricerche future. In particolare, l'estensione dell'analisi MCA su due fronti risulta di particolare interesse: a livello temporale, un'analisi con dati più recenti permetterebbe di valutare i progressi relativamente agli obiettivi EU-2020 del Pacchetto per il clima e l'energia; a livello spaziale, un'analisi condotta su scala ridotta (regionale o urbana) permetterebbe di confrontare problematiche di aree specifiche con maggior attenzione, soprattutto relativamente al trasporto su strada e aereo. L'estensione su questi fronti sarebbe particolarmente interessante alla luce delle politiche e strategie di trasporto sostenibile e il raggiungimento dei target SDGs quali: SDG 9–*Build Resilient Infrastructure, Promote Inclusive and Sustainable Industrialization and Foster Innovation*; SDG11–*Make Cities and Human Settlements Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable*; e SDG13–*Take Urgent Action to Combat Climate Change and its Impacts* (“Sustainable Development Knowledge Platform”). Ciò senza trascurare i target ambientali definiti dal Pacchetto 2020: riduzione del 20% delle emissioni di gas serra (rispetto al 1990); produzione del 20% di energia EU da fonti rinnovabili; e miglioramento del 20% dell'efficienza energetica (European Commission 2016).

Riferimenti Bibliografici

- Banister, D. (2003), “Sustainable Transport and Public Policy,” in *Transportation Engineering and Planning*, Theme, ed. T. . Kim, Oxford: EOLSS, p. 9.
- Banister, D. (2008), “The sustainable mobility paradigm,” *Transport Policy*, 15, 73–80.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>.
- Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L., Hauff, V., Lang, I., Shijun, M., Morino de Botero, M., Singh, M., Okita, S., and Others, A. (1987), *Our Common Future ('Brundtland report')*, Oxford University Press, USA.
- Button, K., and Nijkamp, P. (1997), “Social change and sustainable transport’,” 4.
- Costanza, R., Daly, L., Fioramonti, L., Giovannini, E., Kubiszewski, I., Mortensen, L. F., Pickett, K. E., Ragnarsdottir, K. V., De Vogli, R., and Wilkinson, R. (2016), “Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals,” *Ecological Economics*, 130, 350–355.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.07.009>.
- European Commission (1993), “The Future Development of the Common Transport Policy: A Global Approach to the Construction of a Community Framework for Sustainable Mobility - White Paper.”
- European Commission (2011), “White Paper Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system,” European Commission.
- European Commission (2014), *Trasporti: collegare i cittadini e le imprese dell'Europa.*, Luxembourg: Publications Office.
- European Commission (2015), *Horizon 2020: first results.*, Luxembourg: Publications Office.
- Goodland, R. (1999), “The Biophysical Basis of Environmental Sustainability,” in *Handbook of Environmental and Resource Economics*, Edward Elgar Publishing.
- Gudmundsson, H., and Höjer, M. (1996), “Sustainable development principles and their implications for transport,” *Ecological Economics*, 19, 269–282.
[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(96\)00045-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00045-6).
- Hinloopen, E., and Nijkamp, P. (1990), “Qualitative multiple criteria choice analysis: The dominant regime method,” *Quality and Quantity*, 24.
<https://doi.org/10.1007/BF00221383>.
- Holmes, K. R., Feulner, E. J., and O’Grady, M. A. (2008), *2008 index of economic freedom*, Heritage Foundation.
- Hueting, R., and Reijnders, L. (1998), “Sustainability is an objective concept,” *Ecological Economics*, 9.
- ITF, and FIT (2017), *ITF Transport Outlook 2017*, OECD Publishing; Éditions OCDE.
- Kourtit, K., Nijkamp, P., and Reid, N. (2014), *The new urban world: Challenges and policy*. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.007>.
- Litman, T. (2012), “A New Social Equity Agenda For Sustainable Transportation,” 17.
- Smith, A., and McCulloch, J. R. (1838), *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, A. and C. Black and W. Tait.
- UNDP (ed.) (2016), *Human development for everyone*, Human development report, New York, NY: United Nations Development Programme.

Union européenne, and Commission européenne (2017), *EU transport in figures 2017*.

Verbruggen (1996), “Duurzame Economische Ontwikkelingsscenarios voor Nederland in 2030.”

Weltgesundheitsorganisation (ed.) (2015), *Health in 2015: from MDGs, Millennium Development Goals to SDGs, Sustainable Development Goals*, Geneva: World Health Organization.

Wendling, Z., Emerson, J., Esty, D., Levy, M. A., and Sherbinin, A. D. (2018), “2018 Environmental Performance Index (EPI).”
<https://doi.org/10.13140/rg.2.2.34995.12328>.

Sitografia

European Commission (2016), “2020 climate & energy package,” *Climate Action - European Commission*, Text, , Available at
https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en.

EEA (2015), “Greenhouse gas emissions from transport,” *European Environment Agency*, Indicator Assessment, , Available at <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-10>.

EEA (2016), “Trasporti,” *European Environment Agency*, Pagina, , Available at
<https://www.eea.europa.eu/it/themes/transport/intro>.

EEA (2017), “Passenger transport demand,” *European Environment Agency*, Indicator Assessment, , Available at <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/passenger-transport-demand-version-2/assessment-9>.

Foundation, T. H. (2018), “Index of Economic Freedom,” *The Heritage Foundation*, Available at international-economies/commentary/2018-index-economic-freedom.

“Indexes – Sustainable Society Index” (2018), *ssfindex*, Available at
<http://www.ssfindex.com/indexes/>.

“Legatum Prosperity Index” (2017), Available at <http://www.prosperity.com/>.

“SDG Index & Dashboards” (2017), Available at <http://www.sdgindex.org/>.

“Sustainable Development Knowledge Platform”. Available at
<https://sustainabledevelopment.un.org/>.

UNFCCC (2018), “The Kyoto Protocol - Status of Ratification,” Available at
<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/status-of-ratification>.

Appendice A

Tabella A1 - Ranking MCA: Sviluppo sostenibile per 144 paesi (Anno 2017)

Country	Rank				
Switzerland	1	Argentina	49	Guatemala	98
Denmark	2	Armenia	50	Bolivia	99
Norway	3	Panama	51	Guyana	100
Sweden	4	Trinidad and Tobago	52	Tajikistan	101
New Zealand	5	Serbia	53	Honduras	102
United Kingdom	6	Montenegro	54	Gabon	103
Ireland	7	Mauritius	55	Rwanda	104
Germany	8	Albania	56	Ghana	105
Australia	9	Georgia	57	Cambodia	106
Netherlands	10	Mexico	58	Tanzania	107
Finland	11	Azerbaijan	59	Kenya	108
Iceland	12	Peru	60	India	109
Canada	13	Colombia	61	Zambia	110
Luxembourg	14	Jamaica	62	Nepal	111
Austria	15	Bahrain	63	Senegal	112
France	16	Russian Federation	64	Laos	113
Japan	17	Thailand	65	Bangladesh	114
Belgium	18	Brazil	66	Uganda	115
United States of America	19	Dominican Republic	67	Ivory Coast	116
Czech Republic	20	Turkey	68	Nigeria	117
Singapore	21	Jordan	69	Swaziland	118
Estonia	22	Kuwait	70	Zimbabwe	119
Malta	23	Sri Lanka	71	Burkina Faso	120
Spain	24	Tunisia	72	Pakistan	121
Slovenia	25	Kyrgyzstan	73	Lesotho	122
Republic of Korea	26	Saudi Arabia	74	Cameroon	123
Italy	27	Philippines	75	Ethiopia	124
Israel	28	Suriname	76	Malawi	125
Lithuania	29	Morocco	77	Mauritania	126
Slovakia	30	Oman	78	Benin	127
Portugal	31	Ecuador	79	Mali	128
Latvia	32	Paraguay	80	Congo, Rep.	129
Poland	33	Moldova	81	Madagascar	130
Cyprus	34	Botswana	82	Sudan	131
Chile	35	Belize	83	Togo	132
Hungary	36	Lebanon	84	Guinea	133
Romania	37	Ukraine	85	Angola	134
Uruguay	38	Mongolia	86	Djibouti	135
Greece	39	China	87	Sierra Leone	136
Qatar	40	Indonesia	88	Mozambique	137
Croatia	41	Algeria	89	Burundi	138
United Arab Emirates	42	El Salvador	90	Afghanistan	139
Bulgaria	43	Namibia	91	Liberia	140
Costa Rica	44	Iran, Islamic Rep.	92	Congo, Dem. Rep.	141
Malaysia	45	Venezuela	93	Niger	142
Belarus	46	South Africa	94	Chad	143
Kazakhstan	47	Nicaragua	95	Central African Republic	144
Macedonia	48	Egypt, Arab Rep.	96		
		Vietnam	97		

Tabella A2 - Ranking MCA: Domanda di trasporto per 51 paesi (Anno 2015)

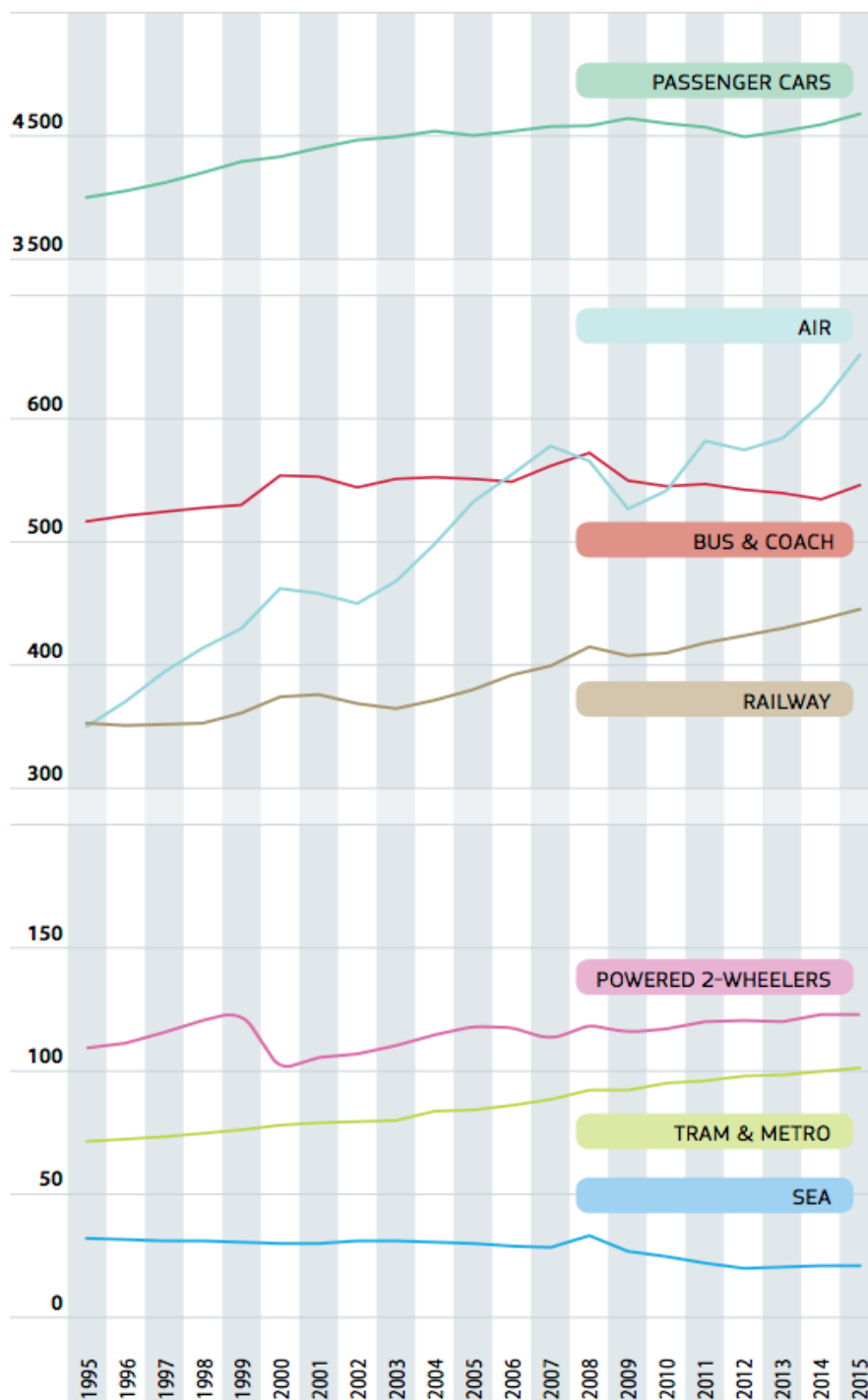
Country	Rank		
United States of America	1	Trinidad and Tobago	38
China	2	Costa Rica	39
Germany	3	Luxembourg	40
Japan	4	Lithuania	41
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	5	Bulgaria	42
France	6	Latvia	43
Republic of Korea	7	Iceland	44
Canada	8	Serbia	45
United Arab Emirates	9	Slovakia	46
Russian Federation	10	Croatia	47
Australia	11	Slovenia	48
Spain	12	Malta	49
Italy	13	Estonia	50
Malaysia	14	Cyprus	51
Netherlands	15		
Chile	16		
Argentina	17		
Belgium	18		
Switzerland	19		
Sweden	20		
Poland	21		
Norway	22		
Qatar	23		
Ireland	24		
Portugal	25		
Hungary	26		
Finland	27		
Austria	28		
Israel	29		
Romania	30		
Panama	31		
New Zealand	32		
Greece	33		
Czech Republic	34		
Denmark	35		
Kazakhstan	36		
Belarus	37		

Appendice B

Tabella B1 - Evoluzione del trasporto passeggeri in EU per modalità

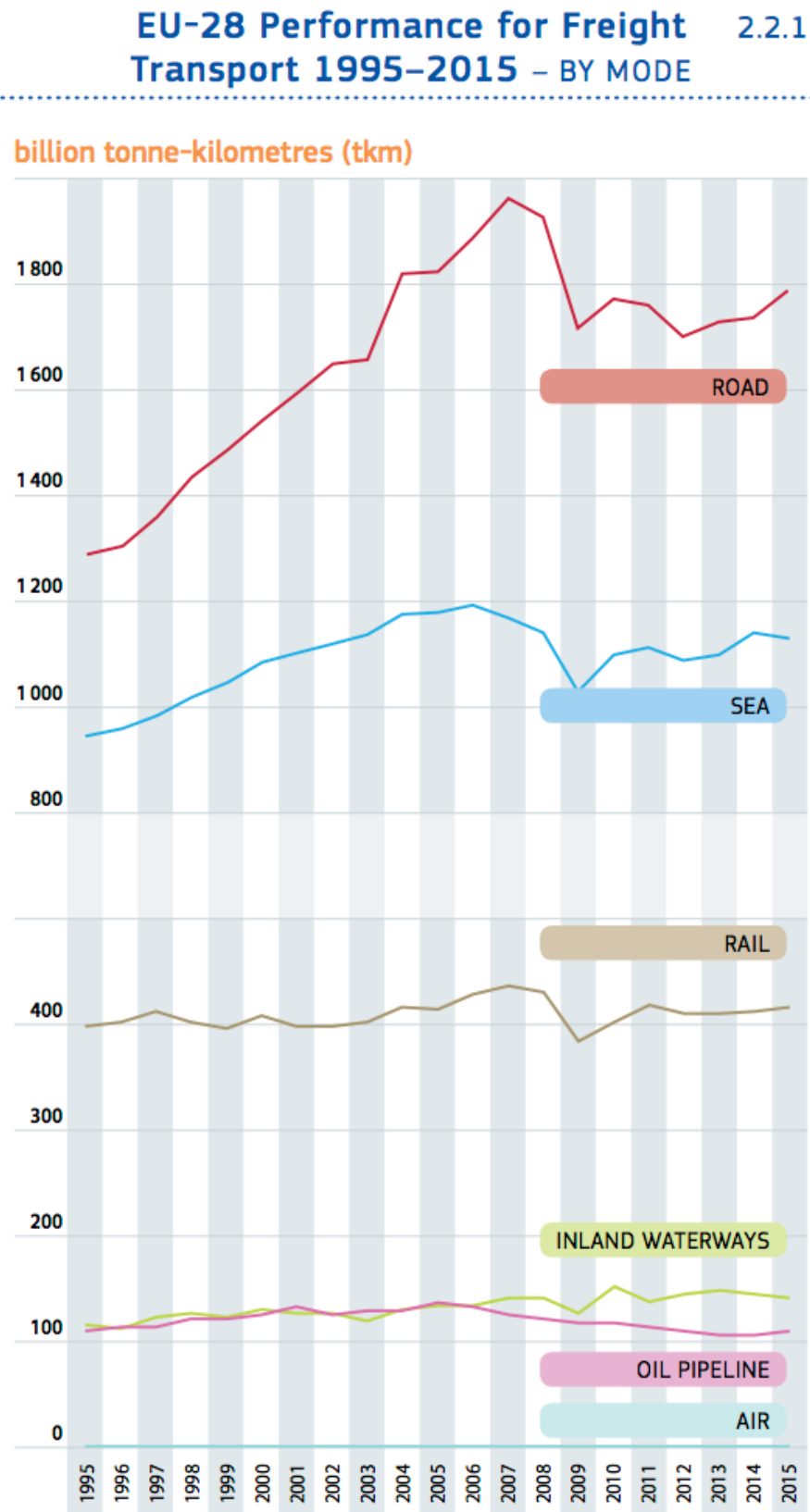
EU-28 Performance for Passenger Transport 1995-2015 – BY MODE 2.3.1

billion passenger-kilometres (pkm)



Data source: EEA - Statistical Pocketbook 2017

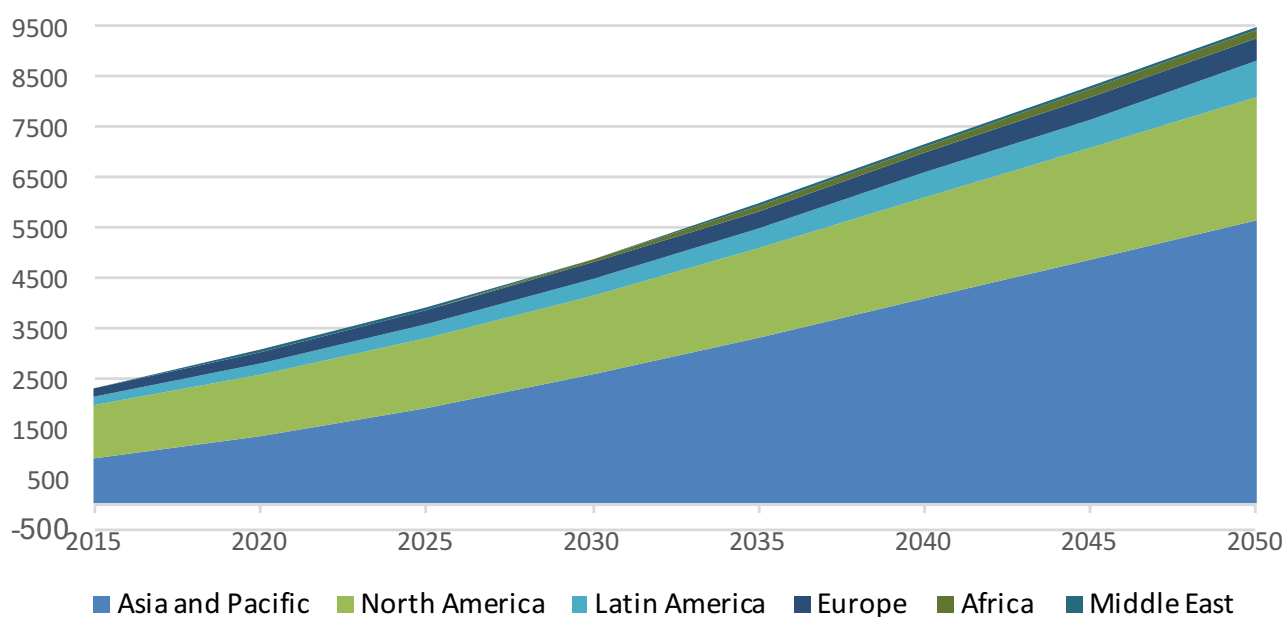
Tabella B2 - Evoluzione del trasporto merci in EU per modalità



Data source: EEA - Statistical Pocketbook 2017

Appendice C

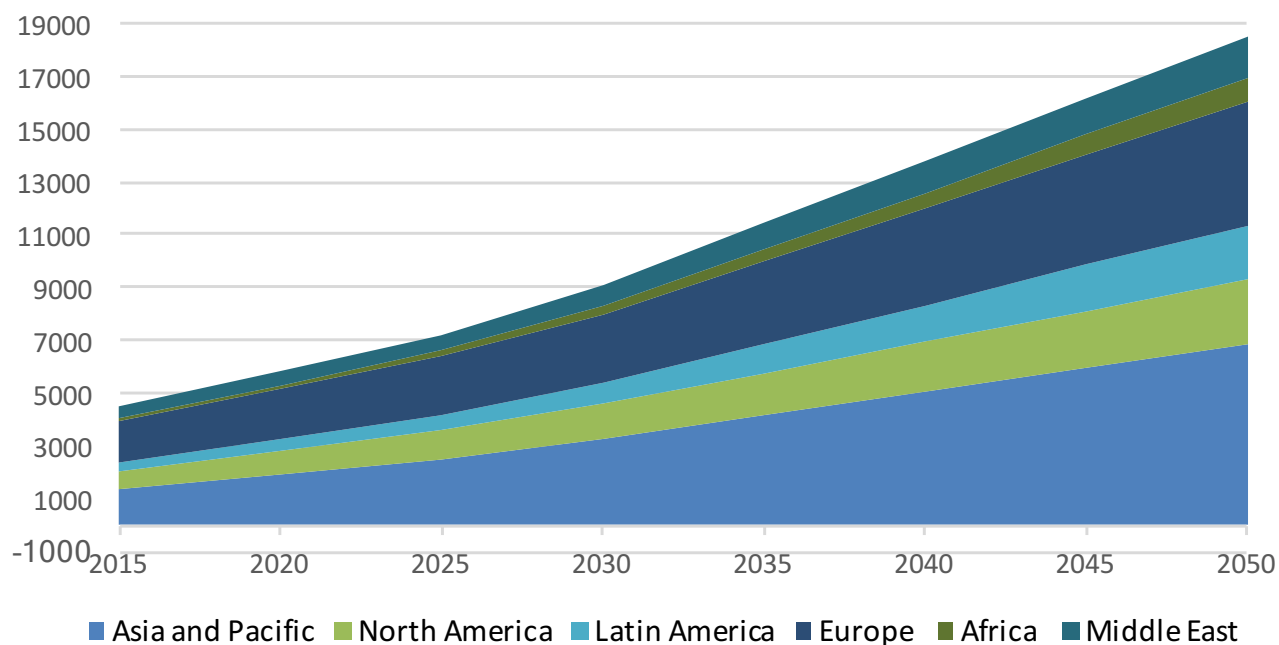
Grafico C1 - Domestic Aviation by Region



Billion passenger-kilometres, baseline scenario, Year 2015

Data source: ITF Transport Outlook 2017 - © OECD 2017

Grafico C2 - International air transport demand by Region



Billion passenger-kilometres, by region of origin, baseline scenario, Year 2015.

Data source: ITF Transport Outlook 2017 - © OECD 2017

Appendice D

Tabella D1 - Data Sources

		<i>Unità</i>	<i>Anno</i>	<i>autore</i>	<i>Fonte</i>	<i>Publisher</i>
<i>Primo Modello</i>	Enviromental Performance Index	rank	2018	Yale University	https://epi.envirocenter.yale.edu/epi-topline	
	Sustainable Development Goal's Index	rank	2017	Jeffrey D. Sachs; Dr. Christian Kroll; Dr. Guido Schmidt-Traub; Guillaume Lafortune; Grayson Fuller	http://www.sdgindex.org	Bertelsmann Stiftung; Sustainable Development Solutions Network (SDSN)
	Legatum Prosperity Index	rank	2017	Legatum Institute Foundation	http://www.prosperity.com	
	Human Development Index	rank	2015	United Nations Development Programme	http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi	
	Economic Freedom Index	rank	2018	The Heritage Foundation	https://www.heritage.org/index/	
	GDP per capita	Migliaia US\$, prezzi correnti	2015	IMF		
<i>Secondo Modello</i>	Passenger transport Volume by ROAD	Passenger-km, Millions	2015	ICAO - OECD	https://unstats-undesa.opendata.arcgis.com	SDGs
	Freight transport Volume by ROAD	Tonne-km, Millions	2015	ICAO - OECD	https://data.oecd.org	SDGs
	Air Transport demand	Passenger Carried	2015	World Development Indicators	http://www.imf.org/external/datamapper/datasets	
	International Total RTKs (scheduled and non-scheduled).	Revenue Tonnes-Km, Millions	2016	ICAO		ICAO Annual Report of the Council
	CO2 Total emissions	Rank	2014	CDIAC	http://cdiac.ess-dive.lbl.gov	Berkeley Lab

Tabella D2 - Classifica MCA in termini di utilità (49 paesi) Anno 2015

Sviluppo Sostenibile		Trasporto Sostenibile	
Switzerland	49	Iceland	49
Norway	48	Slovenia	48
Denmark	47	Latvia	47
Ireland	46	Estonia	46
Luxembourg	45	Croatia	45
Sweden	44	Costa Rica	44
Australia	43	Slovak Republic	43
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	42	Luxembourg	42
Netherlands	41	Lithuania	41
Iceland	40	Serbia	40
United States	39	Panama	39
New Zealand	38	Bulgaria	38
Germany	37	Denmark	37
Finland	36	New Zealand	36
Canada	35	Trinidad and Tobago	35
Austria	34	Belarus	34
France	33	Ireland	33
Qatar	32	Hungary	32
Belgium	31	Greece	31
Japan	30	Portugal	30
Spain	29	Finland	29
Israel	28	Switzerland	28
Republic of Korea	27	Austria	27
Italy	26	Israel	26
Czech Republic	25	Czech Republic	25
Slovenia	24	Romania	24
Estonia	23	Sweden	23
Portugal	22	Kazakhstan	22
United Arab Emirates	21	Norway	21
Slovak Republic	20	Qatar	20
Greece	19	Belgium	19
Lithuania	18	Chile	18
Latvia	17	Argentina	17
Poland	16	Netherlands	16
Chile	15	Poland	15
Trinidad and Tobago	14	Malaysia	14
Hungary	13	Spain	13
Argentina	12	United Arab Emirates	12
Croatia	11	Italy	11
Panama	10	Australia	10
Romania	9	France	9
Costa Rica	8	Canada	8
Malaysia	7	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	7
Kazakhstan	6	Republic of Korea	6
Bulgaria	5	Russian Federation	5
Belarus	4	Germany	4
Russian Federation	3	Japan	3
China	2	United States	2
Serbia	1	China	1