POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Misurazione della sostenibilità ambientale del servizio di trasporto merci: il caso dell'e-commerce illustrato con E-motion

Relatori
Prof. Giulio Mangano
Prof.ssa Mariangela Rosano

Candidata
Angelica Scebba

Anno Accademico 2020/2021

Indice

Elenco delle figure **iv**

Introduzione **2**

1 Sostenibilità e trasporto merci **3**
1.1 Definizione di sostenibilità ambientale 3
1.1.1 Introduzione alla sostenibilità 3
1.1.2 Evoluzione del concetto di sostenibilità 5
1.1.3 Standard di riferimento e certificazioni 8
1.2 Sostenibilità ambientale nell'e-commerce 11
1.2.1 Sostenibilità nel settore dei trasporti 11
1.2.2 Funzionamento del settore del trasporto merci 12
1.2.3 Attori coinvolti nel servizio di trasporto merci 14
1.2.4 Trend del settore dell'e-commerce 14
1.3 Analisi e classificazione della letteratura sulla riduzione delle emissioni 16
1.3.1 Metodo di ricerca 17
1.3.2 Soluzioni per la sostenibilità nel settore del trasporto merci . . 17
1.3.3 Problema della selezione del corriere 22
1.4 Obiettivi della ricerca 24
1.4.1 Presentazione di un caso di studio reale: E-motion 24
1.4.2 Business Model Canvas dell'azienda 25
1.4.3 Research gap 35

2 Indicatori ambientali del trasporto merci **38**
2.1 Approccio di analisi 38
2.1.1 Indicatori ambientali 38
2.1.2 Criteri di qualità degli indicatori 39
2.1.3 Indicatori aggregati 40
2.2 Indicatore Corporate 41
2.2.1 Metodo di ricerca di un set di indicatori 42
2.2.2 Set di indicatori 43
2.3 Indicatore di Carbon Footprint 48
2.3.1 Definizione di un indice di Carbon Footprint 48
2.3.2 Approcci di calcolo 52
2.3.3 Metodi per il calcolo del Carbon Footprint 59

2.3.4 Carbon Footprint armonizzato 66

3 Questionario e risultati **69**
3.1 Creazione del questionario 69
3.1.1 Progettazione 70
3.1.2 Redazione 71
3.1.3 Pre-test e somministrazione 79
3.2 Elaborazione dei risultati 81
3.2.1 Descrizione del campione 81
3.2.2 Esiti delle risposte 84
3.2.3 Metodi di analisi dei dati 92

4 Discussione e conclusione **99**
4.1 Interpretazione dei risultati e metodologia 99
4.2 Limiti della ricerca 104
4.3 Implicazioni dei risultati ottenuti e ricerche future 104

Appendice A: Ricerca bibliografica sulla sostenibilità dei trasporti **106**

Appendice B: Indice aggregato della sostenibilità ambientale **114**

Appendice C: Metodi di calcolo del Carbon Footprint **118**

Appendice D: Questionario **121**

Bibliografia **127**

Elenco delle figure

1.1 Fasi di trasporto merce 13
1.2 Business Model Canvas 26

3.1 Campione intervistato 83
3.2 Ruolo intervistati in azienda/ente 84
3.3 Criterio di scelta del corriere 85
3.4 Parametri di valutazione della sostenibilità ambientale di un servizio di trasporto merci 86
3.5 Misure per la valutazione della propria sostenibilità ambientale adottate dalle aziende 87
3.6 Altri indicatori per misurare la sostenibilità ambientale 88
3.7 Domanda di soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale 89
3.8 Richiesta di informazioni specifiche sull'impatto ambientale del servizio offerto 89
3.9 Percentuale di aziende che farebbero pagare di più ai clienti per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto 90
3.10 Disponibilità dei clienti a pagare di più per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto 90
3.11 Criterio di selezione del fornitore di servizi di trasporto merci 91
3.12 Disponibilità dei corrieri a fornire maggiori informazioni sui dati dei viaggi dei loro mezzi 91
3.13 Output del test K-W per l'item "Importanza della qualità" rispetto al criterio "Ruolo" 93
3.14 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro riduzione delle emissioni inquinanti per misurare la sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci" rispetto al criterio "Ruolo" . . . 94
3.15 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro definizione e implementazione di una strategia da parte del management" rispetto al criterio "Dimensione" 95
3.16 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente" rispetto al criterio "Dimensione" 95
3.17 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro efficienza energetica dei magazzini" rispetto al criterio "Dimensione" 96

3.18 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro riduzione delle emissioni inquinanti" rispetto al criterio "Dimensione" 96
3.19 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro logistica inversa" rispetto al criterio "Dimensione" 97
3.20 Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili" rispetto al criterio "Dimensione" 97

Introduzione

L'e-commerce è un settore fortemente in crescita ed è caratterizzato da un consistente cambiamento della domanda da parte dei consumatori finali. L'aumento del traffico merci e la frammentazione del flusso dell'ultimo miglio hanno come principale conseguenza l'incremento delle emissioni prodotte dal trasporto merci.
La dimensione ambientale della sostenibilità riceve attenzione con il termine *"green logistic"* e studia la distribuzione e l'esecuzione sostenibile dei trasporti per trovare delle soluzioni ai problemi di logistica del trasporto merci, soprattutto nelle aree altamente urbanizzate.

In letteratura la trattazione del tema è ampia dal punto di vista teorico ed empirico. Tuttavia uno dei limiti che si riscontra è la scarsità di studi che indagano dal punto di vista applicativo e che comprendono dei casi di studio reali di aziende coinvolte in attività logistiche e di trasporto. I problemi relativi al processo di selezione dei fornitori, gli aspetti legati alla cooperazione tra gli attori della logistica, la quantificazione delle prestazioni ecologiche dei diversi servizi di consegna, sono stati solo parzialmente esplorati. Ci sono diversi studi sulle metriche e sui criteri di valutazione per studiare le prestazioni ambientali nel trasporto merci, tuttavia manca ancora una metodologia standard per misurare l'impatto ambientale e l'applicazione nell'ambito dell'ultimo miglio.

In questo contesto si inserisce il presente lavoro di Tesi, il quale rappresenta un'analisi del problema della selezione di un servizio di consegna merce che abbia le caratteristiche di sostenibilità ambientale. Lo scopo di quest'elaborato è quello di identificare i criteri e le metriche per controllare le prestazioni ambientali dei servizi di logistica, introdurne eventualmente delle nuove, sulla base dei sondaggi svolti, e relative al trasporto merci urbano.

Nel corso del primo capitolo si è fornita una contestualizzazione teorica dell'argomento, svolta grazie ad un'approfondita analisi della letteratura in materia. Si parte dalla definizione del concetto di sostenibilità ambientale e la sua applicazione al mondo dell'e-commerce, per arrivare a studiare il settore del trasporto merci e il segmento dell'ultimo miglio esponendo gli approcci per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Infine si analizza il caso di studio reale dell'azienda E-motion, coinvolta nel problema di selezione dei fornitori.

Il secondo capitolo riporta una presentazione dei dati utilizzati per l'analisi. Attraverso una revisione della letteratura si sono studiati gli indicatori di sostenibilità delle aziende e si è valutata la possibilità di costruire un indice aggregato globale. Infine si presenta l'indicatore utilizzato per misurare l'emissione di CO_2 dovuta ai

veicoli, il Carboon Footprint, e si analizzano le differenti metodologie di calcolo per condurre un'analisi comparativa di tali strumenti.

Dopo aver utilizzato un approccio teorico, nel terzo capitolo si formalizza quanto osservato anche dal punto di vista empirico. Si descrive la progettazione di un questionario rivolto ai fornitori di servizi di trasporto merci e basato su una precisa metodologia. Si riportano gli esiti dell'indagine e si effettua un'elaborazione dei risultati attraverso la statistica descrittiva e un test non parametrico.

Infine, nel corso dell'ultimo capitolo, si interpretano i risultati ottenuti sui criteri per la scelta dei corrieri, sull'importanza che questi ultimi danno alle tematiche ambientali, sul comportamento degli utilizzatori dei servizi di trasporto e sulla possibilità di collaborazione tra gli attori della logistica. Si discutono le implicazioni che i risultati potrebbero avere, alcune limitazioni del lavoro ed i potenziali sviluppi futuri.

Quanto emerge dal presente lavoro indica che deve ancora crescere la consapevolezza e la sensibilità dei fornitori di servizi di trasporto merci sull'impatto ambientale determinato da essi. Inoltre c'è una differenza nella valutazione e utilizzo delle metriche per la sostenibilità ambientale da parte di aziende di diverse dimensioni o da differenti ruoli aziendali. I risultati conseguiti dall'indagine mostrano la possibilità di migliorare l'accesso alle informazioni possedute dai corrieri; questi dati sono di fondamentale importanza per proseguire gli studi sulla ricerca di dati quantitativi che corrispondano agli indicatori ambientali e per la creazione di un metodo di calcolo delle emissioni standardizzato. Si conferma l'importanza della collaborazione tra gli attori della logistica, ma occorre approfondire, attraverso modelli analitici e simulazioni, quali sono le pratiche che producono una maggiore riduzione dell'impatto ambientale e gli incentivi più efficaci adottati dai governi.

Capitolo 1

Sostenibilità e trasporto merci

L'obiettivo del presente capitolo è la contestualizzazione teorica degli argomenti cardine del lavoro di Tesi. Tale obiettivo si è perseguito attraverso una definizione del concetto di sostenibilità ambientale e la sua applicazione al mondo dell'e-commerce e, in particolare, al settore del trasporto merci nel segmento dell'ultimo miglio. È stata quindi fatta un'analisi della letteratura riguardante i temi presentati e sono esposti gli approcci per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Infine si illustra il Research Gap che emerge in letteratura e si delinea l'obiettivo della Tesi.

1.1 Definizione di sostenibilità ambientale

Sono molteplici le definizioni della sostenibilità, per questo è interessante studiare l'evoluzione dei concetti coinvolti sul tema e indagare gli standard e le certificazioni di riferimento attualmente presenti. L'obiettivo di questa sezione è quello di descrivere il problema della sostenibilità e la sua rilevanza.

1.1.1 Introduzione alla sostenibilità

Il concetto di sviluppo sostenibile comincia a diffondersi negli anni '60, quando inizia a crescere in maniera sempre più spiccata l'interesse per la sostenibilità, grazie alla consapevolezza dell'importanza di preservare la qualità del pianeta dato che le risorse naturali diventavano sempre più scarse. In questi anni si sviluppano le prime politiche di protezione ambientale e riparazione al danno climatico, promuovendo dei modelli di sviluppo economico-sociale più equilibrati.

La prima definizione completa di "sostenibilità" si trova nel Rapporto “Our common Future” [36] pubblicato nel 1987 dalla Commissione mondiale per l’ambiente e lo sviluppo del *Programma delle Nazioni Unite per l’ambiente.* Si definisce lo sviluppo sostenibile come “in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri”.
Il concetto su cui si fonda questa definizione è che le risorse del pianeta non si possono utilizzare, sfruttare e danneggiare infinitamente; è quindi necessario trovare un equilibrio tra il consumo delle risorse e la loro rigenerazione seguendo un certo comportamento e modello socio-economico. Si parla di economia circolare, un modello che cerca di riutilizzare le risorse, senza produrre scarti, rifiuti o sfruttare nuove risorse.

Lo sviluppo sostenibile si fonda sull’integrazione di più ecosistemi ed è necessario avere una visione olistica dei sistemi: l’obiettivo da perseguire è quello di garantire la stabilità proteggendo l’ambiente, promuovendo l’uguaglianza e preservando la crescita economica e lo sviluppo.
A livello di Comunità Europea si vuole promuovere uno sviluppo sostenibile caratterizzato da un approccio multidisciplinare, anche noto come *triple bottom line.* Questo approccio fu introdotto dalla World Commission on Envirnment and Development (WCED) e consiste nell’identificare lo sviluppo sostenibile come basato su tre dimensioni: economica, sociale ed ambientale. Questi aspetti sono contenuti anche nell’Agenda 21 [2], un documento di intenti ed obiettivi programmatici su ambiente, economia e società.

Si definiscono i "pilastri della sostenibilità".
Il primo pilastro è la sostenibilità sociale, ovvero garantire la qualità di vita, sicurezza e servizi per i cittadini assicurando condizioni di stabilità, democrazia, partecipazione, informazione, formazione e giustizia.
Si parla di sostenibilità economica per riferirsi alla capacità di garantire efficienza economica e reddito da lavoro in maniera duratura.
Si definisce sostenibilità ambientale la responsabilità nell’utilizzo delle risorse, intesa come la capacità di mantenere nel tempo qualità e riproducibilità delle risorse naturali, di preservare la diversità biologica e di garantire l’integrità degli ecosistemi.
A queste definizioni si può anche includere nella la sostenibilità operativa, ovvero l’integrazione dei principi di sostenibilità all’interno dei processi di business e, quindi, la capacità di garantire l’efficienza nelle performance operative degli attori coinvolti, in maniera trasversale a tutte le funzioni e i processi aziendali.

Non sempre seguire la strada della sostenibilità ambientale e basare il design dei processi unicamente su di essa ha un impatto positivo sull'operatività dei soggetti coinvolti, infatti, la valutazione della sostenibilità ambientale è imprescindibile dalla valutazione economica.

1.1.2 Evoluzione del concetto di sostenibilità

Un caposaldo della storia della sostenibilità è la prima conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente che si tenne a Stoccolma nel 1972, durante la quale si fece un'affermazione a livello politico: "il diritto di tutti gli esseri umani a condizioni di vita soddisfacenti, in un ambiente che gli consenta di vivere nella dignità e nel benessere".

A livello Europeo, la tematica ambientale viene finalmente indicata come uno degli scopi della Comunità Europea attraverso l'Atto Unico del 1986 e il Trattato di Maastricht del 1992.
Nei successivi anni si lavora sulla definizione di una Strategia Mondiale di Conservazione, nata dalla necessità di preservare gli ecosistemi, limitare il consumo di risorse non rinnovabili e l'inquinamento in base alle capacità di rigenerazione del pianeta. Questo tipo di approccio getta le basi verso una pratica di gestione delle risorse, non solo più la protezione e riparazione dell'ambiente.

Si arriva al 1987, quando il già citato Rapporto Brundtland (Our Common Future), elaborato dalla Commissione mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo dell'ONU, dà la prima definizione completa di sviluppo sostenibile ponendo l'attenzione sullo sviluppare un modello di crescita economica che si coniughi con il rispetto dell'ambiente facendo in modo di non gravare sulle generazioni future. Questa visione fu però rifiutata da molti, poiché consiste in una crescita continua che non è compatibile con il principio di sostenibilità ambientale.

Nel 1988 si forma il Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC) con l'intento di assistere i paesi nella definizione degli inventari delle emissioni e nella conduzione di analisi quantitative.

La definizione di sviluppo sostenibile evolve nel 1992 con la Conferenza delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro per cui si valuta il "miglioramento di qualità della vita, senza eccedere la capacità di carico degli ecosistemi alla base". Con la convenzione i Paesi firmatari si impegnano a monitorare le emissioni di gas a effetto serra ed a sviluppare delle strategie con l'obiettivo di ridurre le proprie emissioni.
In occasione di questa conferenza è stato definito un Piano di Azione Ambientale a livello locale, l'Agenda 21, un documento di intenti ed obiettivi programmatici

che analizza le problematiche ambientali in rapporto all'economia, alla società e alla cultura. L'introduzione di questa definizione ha evidenziato la necessità di prendere in considerazione anche le variabili non economiche e di introdurre la variabile ambientale nei modelli di sviluppo al fine di utilizzare le risorse in maniera efficiente.

Nel 1999 avviene il coordinamento delle Agende 21 locali italiane e la riorganizzazione del Ministero dell'Ambiente.

In questi anni l'economista ecologico Herman Daly [46] dà un'ulteriore definizione di sostenibilità ambientale attraverso tre condizioni generali, basate sul principio che è necessario svilupparsi mantenendosi entro la capacità di carico degli ecosistemi. Secondo Daly un sistema è eco-sostenibile quando la velocità con cui si sfruttano le risorse rinnovabili è inferiore a quella con cui si rigenerano; quando l'immissione di particelle inquinanti e scorie nell'ambiente non supera la sua capacità di assimilarle, cioè la sua capacità di carico; quando l'esaurimento di risorse non rinnovabili si compensa con la produzione di una pari quantità di risorse rinnovabili che a lungo termine siano in grado di restituirle.

Nel 1994 si svolge l'International Council for local Environmental Initiatives (ICLEI) che indica lo sviluppo sostenibile come uno "sviluppo che offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operatività dei sistemi naturali, edificato e sociale da cui dipende la fornitura di tali servizi."

Un approccio concreto verso alcuni problemi ambientali emerge nel 1997 con il Protocollo di Kyoto sui cambiamenti climatici. L'Unione Europea in questa occasione si impegna ad agire per l'ambiente, fissando degli obiettivi di riduzione delle emissioni.

Dal 1994 al 2000 si svolgono tre Conferenze Europee sulle città sostenibili, fino ad arrivare alla Dichiarazione del Millennio relativa ai valori sui quali fondare i rapporti internazionali del terzo millennio.

Nel 2001 a Stoccolma si scrive una Convenzione sulle sostanze inquinanti non degradabili e a Doha si riunisce il Vertice dell'Organizzazione Mondiale del Commercio per realizzare il sesto Piano d'Azione Ambientale 2002/2010 dell'UE al fine di adottare un approccio più strategico e cercare soluzioni innovative e sostenibili ai problemi ambientali.

Nel 2002 a Johannesburg si svolge il Summit Mondiale sullo Sviluppo Sostenibile (WSSD) dove si constata che, nonostante le tematiche ambientali siano state al centro dell'attenzione, dalla Conferenza di Rio la gran parte dei parametri ambientali è peggiorata ed è cresciuto il divario economico tra paesi ricchi e poveri. Il vertice

ha rinnovato il suo impegno politico nella direzione di uno sviluppo sostenibile a livello globale, collegandola a programmi per la riduzione della povertà e favorendo Partnership a livello mondiale.

A livello italiano si sviluppa la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (CIPE) [16] che individua obiettivi ed azioni per quattro aree tematiche primarie. Queste aree sono: cambiamenti climatici e protezione della fascia dell'ozono, la protezione e valorizzazione sostenibile della natura e della biodiversità, la qualità dell'ambiente e della vita negli ambienti urbani e nel territorio, la gestione sostenibile delle risorse naturali e dei rifiuti.
Ad ogni area sono associati degli indicatori di sviluppo sostenibile in grado di misurare il raggiungimento degli obiettivi, scelti in funzione delle esigenze della normativa vigente, comprendenti i sette indicatori del Consiglio di Barcellona, gli ICE (Indicatori Comuni Europei) e la lista degli undici indicatori ambientali europei del 2000.

L'UNEP di Green Economy definisce nel 2010 la sostenibilità ambientale come un modello "capace di migliorare il benessere umano e l'equità sociale, riducendo contestualmente i rischi ambientali e le scarsità ecologiche".

Un ulteriore step che accompagna la sottoscrizione del Protocollo di Kyoto si ha con la Conferenza di Doha nel 2012, in cui l'UE e altri Paesi non facenti parte dell'UE, con un importante contributo nell'emissione di gas serra, si sono impegnati a ridurre le emissioni del 20% entro l'anno 2020.

Nel 2015 si firma l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, che fissa degli obiettivi legati all'ecosostenibilità e alla resilienza, alla dignità umana, la stabilità politica regionale e mondiale e la prosperità economica. Nel 2016, 190 Paesi di tutto il mondo firmano gli Accordi sul clima di Parigi, il cui intento è quello di contenere l'aumento di temperatura globale e diminuire le emissioni di CO_2.

Successivamente, nel 2018, si tiene in Polonia la 24esima Conferenza delle parti della Convenzione ONU sui cambiamenti climatici (UNFCCC) [31]. Questa conferenza ha come scopo quello di adottare un regolamento per l'esecuzione delle disposizioni dell'Accordo di Parigi, in particolare definisce l'obiettivo di "stabilire la concentrazione di greenhouse gas nell'atmosfera al livello che serve a prevenire pericolose interferenze antropiche con il sistema climatico".

Nel 2020 a Strasburgo è presentato il piano d'investimenti per il Green Deal Europeo 2050, un piano i cui i paesi dell'UE esprimono l'intenzione di raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050.

1.1.3 Standard di riferimento e certificazioni

Le istituzioni locali, nazionali ed internazionali hanno deciso di fornire degli strumenti idonei per monitorare, quantificare e verificare in modo oggettivo i programmi di riduzione delle emissioni adottati dalle organizzazioni, delineando una metodologia basata su un approccio scientifico e sistematico.

Un'organizzazione che intende conseguire un miglioramento ambientale può attuare gli standard contenuti nella famiglia di norme ISO 14000 legate alla Gestione Ambientale [10].
In particolare, lo standard internazionale UNI EN ISO 14001 specifica i requisiti per l'impresa di un sistema di gestione adeguato a tenere sotto controllo gli impatti ambientali delle proprie attività. I punti chiave perché un'organizzazione possa ottenere una certificazione accreditata di conformità allo standard sono: definire, pianificare, attuare e verificare una politica ambientale.
Come integrazione a questo standard, la norma UNI EN ISO 14004 fornisce una guida per l'implementazione, il mantenimento ed il miglioramento di un sistema di gestione ambientale ed il suo coordinamento con gli altri sistemi di gestione.

La norma UNI EN ISO 14064 "Greenhouse gases" stabilisce le specifiche a livello di organizzazione e di progetto: comprende i requisiti per l'identificazione e selezione delle sorgenti, degli assorbitori e dei serbatoi di gas, per la progettazione, lo sviluppo, la gestione, la quantificazione, documentazione e rendicontazione delle prestazioni dei progetti e la verifica dell'inventario dei gas ad effetto serra di un'organizzazione. In particolare la norma si divide in tre parti.
La norma ISO 14064-1 contiene le specifiche e una guida per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione, al livello dell'organizzazione.
La norma ISO 14064-2 contiene, invece, le specifiche e una guida al livello di progetto.
La norma ISO 14064-3 contiene le specifiche e una guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra.

La norma UNI ISO/TR 14069 fornisce le indicazioni e gli orientamenti per l'applicazione della ISO 14064 nella realizzazione degli inventari delle emissioni GHG.
Il termine GHG significa gas a effetto serra ed è utilizzato per indicare la raccolta di gas. Il protocollo di Kyoto elenca come principali gas a effetto serra: anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), protossido di azoto (N_2O), idrofluorocarburi (HFCs), perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoruro di zolfo (SF_6) [83].

La norma UNI EN ISO 14065 specifica i principi e i requisiti per gli organismi che svolgono validazioni o verifiche di asserzioni di gas a effetto serra.

La successiva norma internazionale UNI EN ISO 14067, invece, definisce i principi e le linee guida per la quantificazione e la comunicazione dell'impronta di carbonio di un prodotto, specificando quali sono i fattori e le attività che producono maggior impatto sul carbon footprint.

Infine la norma UNI EN 16258, emanata in ambito europeo, racchiude la metodologia per il calcolo e la dichiarazione del consumo di energia e di emissioni di GHG derivanti dall'emissione del servizio di trasporto merci e dei passeggeri. Specifica principi generali, definizioni, confini del sistema, metodi di calcolo, regole di assegnazione e raccomandazioni sui dati, con l'obiettivo di promuovere dichiarazioni standardizzate, accurate, credibili e verificabili, riguardanti i consumi energetici e le emissioni di GHG relative a qualsiasi servizio di trasporto quantificato [72]. I potenziali utilizzatori sono le persone o organizzazioni come gli operatori di servizi di trasporto, gli organizzatori di servizi di trasporto, gli utenti dei servizi di trasporto.

Per quello che riguarda i siti logistici e in particolare i magazzini, l'associazione europea degli spedizionieri CLECAT [14], punto di riferimento in Europa, ha emanato delle linee guida per la rendicontazione legate alla suddetta EN 16258, ma inclusive di indicazioni autorevoli anche per edifici logistici e magazzini.

Un altro standard a cui fare riferimento per il calcolo delle emissioni dei gas a effetto serra è Greenhouse Gas (GHG) Protocol [95]. Si tratta di un'iniziativa condivisa tra diversi partner, imprese, organizzazioni non governative (ONG), governi, accademici e altri, convocata dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e dal World Resources Institute (WRI). Il suo obiettivo è quello di sviluppare standard per misurare e gestire le emissioni di gas a effetto serra.

Sia la norma ISO 14064 sia il GHG Protocol classificano le fonti di emissione in tre categorie o scopi [40].
Le emissioni Scope 1 dette anche "Emissioni dirette di GHG" sono le emissioni sotto il diretto controllo dell'organizzazione. Per un servizio di trasporto le emissioni Scope 1 corrispondono principalmente al carburante utilizzato dalla flotta di veicoli, ma sono anche da includere le emissioni derivanti da eventuali altri combustibili utilizzati, come il riscaldamento di uffici o magazzini. Le emissioni di Scope 2 dette anche "Emissioni indirette di GHG derivanti da consumo energetico" sono le emissioni derivanti dallo sfruttamento di energia, elettrica o termica che un'azienda acquista. Le emissioni Scope 3 dette anche "Altre emissioni indirette" sono emissioni che non sono sotto il controllo diretto di un'azienda, ma che hanno un impatto climatico; tengono conto delle emissioni prodotte dai fornitori nella supply chain, del trattamento e della gestione dei rifiuti, della mobilità del personale.

Un altro indicatore utile per regolare l'attività di reporting sulla sostenibilità nelle aziende è lo Standard GRI [39]. La definizione di questi standard aiuta a comprendere, misurare e comunicare i propri impatti economici, ambientali e sociali. Di seguito si elencano gli indici che riguardano l'impatto ambientale.
GRI 301 analizza gli input, ovvero i materiali, utilizzati per produrre e confezionare i prodotti e i servizi di un'organizzazione: possono essere materiali non rinnovabili o rinnovabili, vergini o costituiti da materiali riciclati e riutilizzati. Studiando il tipo e la quantità di materiali utilizzati, si può evidenziare la dipendenza dell'organizzazione dalle risorse naturali e come impatta su di essi.
GRI 302 analizza l'energia che un'organizzazione può consumare e che può derivare dai combustibili, elettricità, riscaldamento, raffreddamento o vapore. L'energia può essere autoprodotta o acquistata da fonti esterne e può provenire da fonti di energia rinnovabili (come l'energia eolica, idroelettrica o solare) o da fonti di energia non rinnovabili (come carbone, petrolio o gas naturale).
GRI 303 analizza la gestione dell'acqua e degli scarichi idrici in relazione agli obiettivi per lo sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030; le organizzazioni devono utilizzare e gestire le risorse idriche a vantaggio dell'ecosistema, di altri utenti e dell'organizzazione stessa.
GRI 304 si occupa di proteggere la diversità biologica perché importante per garantire la sopravvivenza delle specie animali e vegetali, la diversità genetica e gli ecosistemi naturali.
GRI 305 analizza le emissioni e queste comprendono gas a effetto serra, sostanze dannose per ozono, ossidi di azoto (NOX) e ossidi di zolfo (SOX), altre emissioni significative.
GRI 306 analizza gli scarichi idrici e la produzione, trattamento e smaltimento di rifiuti, gli sversamenti di sostanze chimiche, petrolio, combustibili e altre sostanze.
GRI 307 riguarda la compliance di un'organizzazione alle leggi e alle normative in materia ambientale. Questo include la conformità con le dichiarazioni internazionali, le convenzioni, e i trattati, nonché i regolamenti nazionali, subnazionali, regionali e locali.
GRI 308 fa un'analisi ambientale dei fornitori per valutare, prevenire e mitigare gli impatti ambientali negativi nella catena di fornitura. I fornitori possono essere valutati per una serie di criteri ambientali quali impatti su acqua, emissioni o energia, l'utilizzo di prodotto riciclati.

1.2 Sostenibilità ambientale nell'e-commerce

Negli ultimi anni il settore dell'e-commerce è notevolmente cresciuto, la domanda dei clienti è cambiata e questo ha portato ad un aumento dei volumi di merci movimentate. La crescita del traffico merci ha come conseguenze l'incremento delle emissioni prodotte dal trasporto, l'aumento della congestione del traffico, dell'inquinamento acustico e degli incidenti stradali. Si è analizzato il funzionamento del trasporto merci, gli attori coinvolti nel processo e il livello di emissioni prodotte.

1.2.1 Sostenibilità nel settore dei trasporti

L'analisi del ciclo di vita dei prodotti, chiamata Life Cycle Assesment (LCA), è il metodo più completo e diffuso per comprendere l'impatto ambientale di un prodotto. Si analizza il prodotto lungo l'intero arco che va dall'estrazione delle materie prime sino al fine vita, questo permette di evidenziare gli step a maggior impatto su cui concentrare le azioni e le strategie di miglioramento. Visionando una analisi LCA di dettaglio si nota quanto le attività logistiche siano coinvolte.

L'anidride carbonica è il gas a effetto serra che contribuisce in maggiore misura al riscaldamento del pianeta. L'anidride carbonica è prodotta nei fenomeni di combustione dei combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale) ed è principalmente utilizzata per la produzione di elettricità, calore e come carburante nei mezzi di trasporto.

Le fonti di emissione di CO_2 individuate dall'ISPRA nel report Italiano del 2020 [51] sono così suddivise: 27,4% nel settore energetico, 29,6% nei trasporti, 22,6% nei settori non industriali, 15,2% nel manufacturing e settore costruzioni, 4,4% nei processi industriali. Al centro dell'attenzione vi è il trasporto su strada. Nel 2018, le emissioni GHG sono state pari al 92,9% delle emissioni totali del settore trasporti e stanno crescendo parallelamente all'aumento dei volumi di trasporto.
La CO_2 non è l'unica emissione da considerare, infatti sono diversi i gas che determinano l'effetto serra. I veicoli alimentati a gasolio contribuiscono prevalentemente all'emissione di NO_x e di PM, mentre le automobili e le motociclette, che funzionano a benzina o etanolo, sono principalmente responsabili dell'emissione di CO [5].

Il settore dei trasporti svolge un ruolo considerevole nell'economia con la sua onnipresenza in tutta la catena produttiva, per questo motivo è un settore d'azione prioritario per lo sviluppo sostenibile.
Nelle ultime due decadi l'utilizzo dell'energia è incrementato nei settori dei servizi e dei trasporti. L'energia è l'input principale per le attività economiche e il suo utilizzo

nella supply chain contribuisce alle emissioni GHG e all'inquinamento dell'aria locale e globale. Ha inoltre un impatto sulla qualità dell'acqua e sull'utilizzo del terreno. Le industrie dipendono ancora per più dell'80% da combustibili fossili, principalmente olio e gas. C'è un progresso verso l'utilizzo e la promozione di energia rinnovabile, ma è ancora modesto, in Italia è meno del 20% nel 2016 [38].

L'obiettivo è quello di ridurre le emissioni annuali di gas a effetto serra GHG portandolo tra il 40% e il 70% entro il 2050. Affinché il trasporto mantenga la sua attuale quota del 14% delle emissioni mondiali, entro un tetto globale nel 2050 pari a 20 Gt CO_2eq, le emissioni dovranno scendere da 6,5 a 3 Gt nei prossimi 35 anni [64].

Si possono attuare diverse misure politiche con l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO_2 sia a livello mondiale, sulla base di accordi volontari come il Protocollo di Kyoto, sia a livello nazionale e locale sulla base di normative. La regolamentazione prodotta dai governi spinge sempre di più verso la sostituzione delle risorse combustibili fossili e l'utilizzo di tecnologie alternative: veicoli più efficienti, combustibili low carbon, integrazione di mezzi di trasporto su rotaia e via mare, veicoli elettrici. Alcune tecnologie sono già state sviluppate, mentre altre sono ancora nella fase di sviluppo.
Inoltre occorre guidare le regioni e le città verso uno sviluppo favorevole al clima, migliorando la consapevolezza e l'accettabilità delle misure politiche adottate. Per ottenere dei miglioramenti ambientali si può quindi agire a livello macro con le azioni intraprese dai governi e dalle autorità legislative [4], oppure a livello di settore micro, con le azioni intraprese dalle aziende.

1.2.2 Funzionamento del settore del trasporto merci

Può essere utile analizzare come avviene il trasporto della merce una volta concluso l'acquisto di un prodotto, dalla presa al magazzino del venditore (A) alla consegna al cliente finale (B).

Si possono distinguere due tipologie di trasporto: il trasporto di tipo diretto consiste nella movimentazione di merci tra due nodi della supply chain sfruttando una singola modalità di vezione; il trasporto di tipo multimodale/intermodale è utilizzato quando ci sono grandi distanze e si utilizzano più modalità di trasporto combinate tra loro, con o senza rottura del carico.
Le varie modalità di trasporto sono: il trasporto su strada, su ferrovia o rotaia, via mare e via aerea.

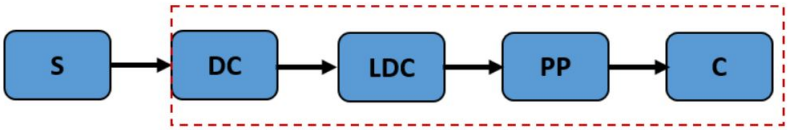

Figura 1.1: Fasi di trasporto della merce dal magazzino del venditore al cliente finale

Il trasporto delle merci avviene tramite i corrieri, i quali organizzano il trasporto attraverso dei centri di smistamento che prendono il nome di "hub". Il pacco transita attraverso uno o più hub, solitamente non situati lungo il percorso più breve tra A-B. L'idea alla base di questo sistema è quella di compensare la maggiore distanza di trasporto ottenendo un maggiore utilizzo della capacità di carico dei veicoli, soprattutto sui percorsi più lunghi. Un tipico trasporto di una spedizione potrebbe essere composto dalle seguenti fasi [49].
La prima fase è quella di pick-up della merce al magazzino del venditore (S). Successivamente un camion o un furgone trasporta la merce fino al centro di distribuzione (DC) più vicino, che può essere un magazzino fuori città, un hub o un deposito regionale. Al centro di distribuzione le merci vengono scaricate e integrate con altre merci dirette nella stessa area di destinazione.
Nella seconda fase la spedizione viene caricata e integrata con altre spedizioni su un mezzo come un camion, un vagone ferroviario, su una nave o aereo. Le merci sono trasportate ad un centro di distribuzione locale (LDC), ovvero un deposito locale o il negozio del rivenditore.
La terza fase consiste nello scaricare la merce al centro di distribuzione locale e integrarla con altre spedizioni dirette ai clienti nella stessa area.
Nell'ultima fase la merce è caricata su un camion o furgone di distribuzione e trasportata al destinatario seguendo un percorso di distribuzione dell'ultimo miglio, anche detto "last-mile". Si possono distinguere tre metodi di consegna: la consegna a casa direttamente al consumatore finale (C), la consegna presso un punto di ritiro (PP) o la consegna incustodita, ad esempio a un punto vendita o a un locker automatico [8].

Le statistiche del trasporto merci in Italia evidenziano che la modalità di trasporto più utilizzata è quella su strada. Dal 2018 al 2019, infatti, si è verificato un incremento del trasporto merci stradale pari al 2.2% [75]. Invece il trasporto ferroviario è diminuito del 4,3%, quello marittimo del 1,2% e quello aereo del 3,6%. Per quanto riguarda il tratto da centro di distribuzione regionale (DC) a quello locale (LDC), bisognerebbe incentivare, dove è possibile e opportuno, il traffico ma-

rittimo, quello aereo e quello su rotaia, studiando e conoscendo il funzionamento, le caratteristiche e i limiti del sistema di trasporti, ma anche valutando le diverse modalità di trasporto [48].

1.2.3 Attori coinvolti nel servizio di trasporto merci

Per raggiungere una consegna sostenibile l'impegno di tutti gli stakeholder è essenziale [49][87].

Gli attori che sono coinvolti nel trasporto urbano di merci in maniera diretta o indiretta sono: il grossista, l'impresa di trasporto, il proprietario del negozio, il consumatore finale e l'amministrazione pubblica [13].
Il grossista è colui che vende la merce e il suo interesse principale è la consegna della merce al costo più basso e deve soddisfare le esigenze del cliente. Il grossista si rivolge ad una società di trasporto, il cui interesse principale è un trasporto a basso costo ma di alta qualità, che soddisfi gli interessi sia dello spedizioniere sia del destinatario. Quest'ultimo può essere il proprietario di un negozio, che vuole consegnare i prodotti il più velocemente possibile, oppure direttamente il consumatore finale. Infine consideriamo anche la pubblica amministrazione che comprende il governo locale e nazionale, le cui preoccupazioni principali sono quelle di ridurre al minimo la disutilità, rendendo l'operazione di trasporto efficace ed efficiente, massimizzando i benefici economici. Ognuno di questi attori può intraprendere una serie di misure con lo scopo di ridurre l'impatto ambientale del trasporto urbano della merce.

Al centro di questo studio ci sono le azioni messe in atto dai "Third Party Logistic Service Provider" (3PL). Questi sono dei fornitori esterni di servizi logistici che mettono a disposizione delle aziende i loro servizi, integrandosi all'interno della supply chain. Si distingue dal fornitore di servizi semplice o "Logistic Service Provider" (LSP) perché offre un insieme integrato di attività: movimentazione, stoccaggio, preparazione ordini, confezionamento, trasporto e consegna finale delle merci. Un 3PL si avvale di solito di uno o più subfornitori (LSP) per le attività elementari, ma risponde direttamente al cliente del risultato complessivo anche per le attività svolte dai subfornitori.

1.2.4 Trend del settore dell'e-commerce

Negli ultimi anni il settore dell'e-commerce è cresciuto ad un tasso di circa il 22% ogni anno e rispetto allo scorso anno è stata stimata dal Politecnico di Milano una crescita pari al 26% [37]. Questo implica un aumento dei volumi di merci

movimentate, spesso piccole quantità ordinate e ordini frammentati, e l'utilizzo di una logica *Just in time* per rispondere all'aumento della domanda del mercato. È cambiata anche la domanda da parte dei clienti, i quali vogliono una consegna della merce che sia di qualità, economica, veloce e spesso in una determinata finestra di tempo, in ordine di preferenza per i consumatori [49].

La crescita del traffico merci ha come conseguenze l'incremento delle emissioni prodotte dal trasporto, l'aumento della congestione del traffico, dell'inquinamento acustico e degli incidenti stradali.

Il comportamento del settore dell'e-commerce determina un elevato grado di frammentazione del flusso di merci dell'ultimo miglio: si utilizzano veicoli di dimensioni ridotte, con basso utilizzo della capacità del veicolo, effettuando numerosi e dinamici scambi, ma sparsi per raggiungere direttamente i consumatori finali. Nel caso di un modello Business-to-Consumer (B2C), l'ultimo miglio è la parte finale di un servizio di consegna in cui la merce lascia l'ultimo livello del network distributivo (quello più vicino al mercato finale), che può essere un magazzino o un hub di smistamento, e si conclude con la consegna al destinatario, a casa del destinatario o in un punto di raccolta. È quindi l'ultima parte della catena di approvvigionamento che include il trasporto dal centro di distribuzione locale all'indirizzo del consumatore.

Nonostante il trasporto merci del primo miglio e dell'ultimo miglio siano spesso i più brevi in termini di distanza (spesso inferiori a 50-30 km), possono essere quelli che richiedono più tempo di viaggio e che, insieme alla mobilità dei passeggeri, generano un elevato volume di traffico nelle aree urbane.

Si stima che le emissioni dell'ultimo miglio rappresentino fino al 25% delle emissioni della catena logistica e il 28% dei costi totali di trasporto. I veicoli commerciali sono responsabili di circa il 30-50% per cento del particolato basato sul traffico (PM) e degli ossidi di azoto (NO_x) nelle città delle economie sviluppate e più del 50% nelle città dei paesi in via di sviluppo [90].

La gestione dell'ultimo miglio dovrebbe essere efficiente sotto il profilo dei costi, orientata al cliente e rispettosa dell'ambiente. Si deve combinare quindi l'aspetto economico con l'attenzione per l'ambiente, trovando il giusto bilanciamento tra le due dimensioni.

Tuttavia le imprese che forniscono servizi di trasporto merci urbano tendono ad essere molto piccole. In Europa, l'80-90% dei corrieri hanno meno di cinque veicoli; in Italia sono i piccoli imprenditori individuali che trasportano l'80 per cento di tutte le spedizioni consegnate nelle aree urbane [90].

Dal punto di vista delle aziende, la dimensione ambientale della sostenibilità riceve attenzione con il termine "green logistic" [32]. Si possono identificare alcune motivazioni principali che spiegano questo interesse per la sostenibilità ambientale nel settore dell'e-commerce.
Il primo motivo è il desiderio di migliorare le relazioni con i clienti attraverso programmi di sostenibilità ambientale e iniziative condivise con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale della catena di approvvigionamento e aumentare la visibilità sulle emissioni di carbonio nel trasporto e nella logistica, lungo la catena di approvvigionamento.
La seconda ragione riguarda le opportunità di ridurre i costi aumentando l'efficienza energetica, ottenendo l'accesso ai sussidi e riducendo le tasse, e di aumentare le vendite, migliorando la percezione della marca, costruendo la domanda dei consumatori di prodotti sostenibili e conquistando nuovi clienti.
Inoltre gli aspetti ambientali del trasporto e della logistica hanno ottenuto un'importanza e preoccupazione maggiore, da quando i prodotti transitano su distanze più elevate, e si prevede che questa tendenza continui. Ciò vale in particolare per l'Italia, uno dei paesi europei in cui la percentuale di merci trasportate su strada è oltre l'80% delle merci movimentate [26].

Molti servizi di logistica di grandi dimensioni, come UPS, DHL, FedEx hanno già inserito degli obiettivi ambiziosi nei loro piani per ridurre l'intensità delle emissioni di carbonio derivanti dal trasporto merci entro il 2020 [63].
Ma quello che emerge da uno studio [11] è che ci sono dei problemi di disallineamento tra la diffusione delle pratiche ecologiche e gli strumenti tecnologici utilizzati, inoltre gli LSP non hanno una piena comprensione del loro ruolo integrato nello svolgimento di una varietà di attività di servizi logistici come il trasporto, il magazzinaggio, la gestione e altre attività funzionali che costituiscono un pacchetto di servizi completo.

1.3 Analisi e classificazione della letteratura sulla riduzione delle emissioni

L'analisi della letteratura sull'argomento studiato rivela una crescente attenzione alla distribuzione e all'esecuzione sostenibile dei trasporti. Sono diverse le soluzioni che si possono trovare per i problemi di logistica del trasporto merci e queste azioni sono prioritarie soprattutto nelle aree altamente urbanizzate.
In questa sezione si illustra e si commenta lo stato dell'arte, concentrandosi sul segmento dell'ultimo miglio.

1.3.1 Metodo di ricerca

Il metodo utilizzato per la ricerca della letteratura prevede la consultazione della letteratura accademica, delle pubblicazioni di libri e articoli su riviste internazionali, dei lavori di ricerca bibliografica, e anche rapporti tecnici di enti o imprese. Scelto l'argomento e delimitato il problema, sono stati selezionati gli studi da includere nella Tesi attraverso una ricerca online su alcuni database scientifici: Elsevier's Scopus, ResearchGate, Google Scholar, SpringerLink. La ricerca è stata sviluppata a partire da alcune parole chiave con l'obiettivo di conoscere gli aspetti di sostenibilità ambientale che caratterizzano i servizi di logistica e realizzare un quadro generale delle pubblicazioni riguardo al tema: GHG footprint, carbon emission, green logistic, green freight transportation, logistic carbon footprint, last mile carrier, environmental sustainability index assessment, carrier problem selection. I documenti sono stati raccolti non solo in base alla loro rilevanza per l'argomento, ma anche tenendo conto del loro contributo al settore.

A conclusione della ricerca sono state organizzate le informazioni e raccolte attraverso una "tavola di estrazione dati". I dati estratti dalla letteratura sono stati classificati per autore, anno di pubblicazione, obiettivo dello studio e metodi di ricerca adottati, risultati ottenuti e limiti. Un elenco degli studi evidenziato dalla ricerca letteraria è riportato nell'*Appendice A*.

Dalla ricerca della letteratura sono emersi diversi approcci nell'affrontare questi temi [32]: ci sono studi sui fattori che influenzano l'adozione di iniziative "green" da parte dei fornitori di logistica 3PL; documenti relativi agli strumenti di innovazione e ICT a sostegno dell'adozione di queste iniziative; ricerche sull'attuazione di queste iniziative e sull'impatto che producono; report sull'efficienza energetica delle aziende di trasporto merci su strada; analisi relative alle prospettive e alla collaborazione degli acquirenti in materia di approvvigionamento di servizi 3PL sostenibili.

1.3.2 Soluzioni per la sostenibilità nel settore del trasporto merci

Ciò che emerge dall'analisi della letteratura è che il concetto di sostenibilità ambientale del trasporto e della logistica è inserito in un contesto decisamente ampio e per raggiungere l'obiettivo delle "zero emissioni" occorre che ci sia una stretta collaborazione tra gli stakeholder coinvolti per avere un'ampia diffusione dei risultati.

Gli attori che sono una parte attiva del percorso di decarbonizzazione sono: le aziende, la politica e i governi, i soggetti che operano nell'ambito della ricerca, dello

sviluppo, la società civile. Ognuna di queste componenti, nel loro rispettivo ruolo e competenze, deve agire seguendo tre direttrici di comportamento [3].
Occorre misurare e dichiarare le emissioni attraverso il reporting, definire degli indicatori chiave di prestazione (KPI) e fissare obiettivi di riduzione basati sui dati scientifici rilevati.
La realizzazione degli obiettivi è possibile attraverso lo sviluppo e l'attuazione di piani d'azione mirati che prevedono misure concrete per la riduzione dell'impronta di carbonio. I piani d'azione possono essere realizzati a livello aziendale, ma risultano più efficaci se originati dai governi dei Paesi, i quali hanno la possibilità di combinare le misure di riduzione delle emissioni in diversi scenari, ottenendo un impatto più ampio.

Una prospettiva interessante è data da Centobelli [11], che definisce le iniziative green come: obiettivi volti a produrre strategia; pratiche, tecniche green e metodi organizzativi per raggiungere gli obiettivi; strumenti tecnologici a sostegno delle pratiche ecologiche. Secondo questa concettualizzazione, un'iniziativa ecologica può essere vista come un concetto multiforme che incorpora tre prospettive: il manageriale (l'obiettivo), l'organizzativo (le pratiche), e la prospettiva tecnologica (gli strumenti tecnologici).

Strumenti tecnologici

Uno degli obiettivi chiave della sostenibilità ambientale è la riduzione dei gas a effetto serra e delle emissioni di CO_2. Il settore dell'e-commerce può minimizzare l'impatto negativo sull'ambiente attraverso l'utilizzo di alcune tecnologie chiave per il settore dei trasporti.

La necessità di rendere sostenibile il parco veicoli è stata ampiamente riconosciuta, anche a causa delle normative governative, dell'aumento dei costi del carburante, della mancanza di disponibilità di carburante e del desiderio di migliorare l'immagine dell'azienda. L'innovazione tecnologica della flotta, come i veicoli più puliti e l'uso di carburanti alternativi, sono tra le iniziative più diffuse [57]. Le misure a cui si fa riferimento comprendono sia la flotta di veicoli interni al magazzino sia i veicoli che si occupano del trasporto vero e proprio.
Per quanto riguarda la flotta di veicoli che si occupano delle consegne dell'ultimo miglio, sono spesso veicoli leggeri, quindi un'alternativa più ecologica dei grandi autocarri. Ma secondo l'OECD [38] è necessaria una maggiore attenzione per i veicoli utilizzati, prediligendo veicoli più efficienti in termini di consumo di carburante.

L'efficienza dei veicoli può essere aumentata migliorando la progettazione del veicolo (motore, peso, profilo aerodinamico, pneumatici, assi), con una manutenzione più regolare e approfondita, con la formazione dei conducenti e l'utilizzo di sistemi elettronici intelligenti che monitorano il comportamento di guida.

Per il trasporto su strada si sono aggiunte altre opzioni di consegna con l'emergere di nuove tecnologie e si sta studiando come integrare i metodi tradizionali ai nuovi modelli di business, come le consegne green [77]. In particolare è possibile utilizzare mezzi innovativi come veicoli elettrici, ibridi, veicoli che utilizzano carburanti alternativi, trasporti non motorizzati come le biciclette (bici da carico e drop boxes) o il comune trasferimento a piedi e altre modalità di trasporto all'avanguardia come i veicoli autonomi e droni [49]. I nuovi modelli di business sono particolarmente adatti per le spedizioni del segmento dell'ultimo miglio all'interno dei centri urbani. Dal punto di vista tecnologico, le auto elettriche sono soluzioni ecologiche, tuttavia, hanno costi d'investimento elevati che scoraggiano i fornitori di servizi di consegna a investire in queste tecnologie. Pertanto, sono necessarie misure di incentivazione per promuovere l'uso di veicoli elettrici laddove siano più efficaci.
Le bici da carico riducono un altro problema che è il vincolo spaziale, cioè i problemi di parcheggio e di congestione, ma rimane il problema dei limiti legati alla velocità e alla dimensione del carico. La sostituzione dei furgoni con cargo bike elettriche porta ad una riduzione di emissioni di gas a effetto serra del 42% delle emissioni totali di GHG associate al segmento di trasporto dell'ultimo miglio.
I veicoli che utilizzano carburanti alternativi sono quelli che utilizzano gas naturale come il GNC (Gas naturale compresso) o GPL (Gas di petrolio liquefatto), biodiesel e carburante miscelati con alcool Etha-Nol, il biometano utilizzato in forma compressa (CNG) o liquida (LNG) [53]. I principali benefici dei carburanti alternativi sono minori costi e minori danni ambientali.

Lo sviluppo di servizi di trasporto sostenibili è fortemente influenzato dalle politiche governative. Ci sono molte autorità, soprattutto a livello locale, che hanno introdotto politiche e regolamentazioni per affrontare alcuni degli impatti più invasivi del trasporto merci, come il rumore, l'inquinamento e l'uso dello spazio sia per il carico e scarico sia durante la guida. Tra le iniziative intraprese ci sono la definizione di finestre temporali, le restrizioni per veicoli inquinanti, rumorosi, pesanti o ingombranti attraverso l'emanazione di norme sul traffico come le ZTL, l'accesso stradale a veicoli pesanti, i pedaggi, i tempi massimi di sosta.

Un altro fattore tecnologico che può essere controllato per ridurre l'impatto sulla sostenibilità ambientale è l'imballaggio dei prodotti, che ha implicazioni soprattutto

per quanto riguarda i rifiuti di plastica e gli imballaggi non riciclabili.

Prospettiva organizzativa

Lo studio dell'impatto ambientale delle consegne dell'ultimo miglio ha portato l'introduzione di progetti sostenibili innovativi. Le misure relative agli aspetti strutturali sono la ristrutturazione delle reti e dei sistemi di trasporto nel segmento dell'ultimo miglio, l'introduzione di stazioni di prossimità, l'ubicazione degli impianti e delle aree riservate alle operazioni di trasporto merci, come le aree per le operazioni di carico e scarico. Sono state effettuate ricerche sui cambiamenti nel processo di consegna come la condivisione di veicoli sotto forma di crowd logistics o consegna in crowdsourcing, l'utilizzo di mezzi di trasporto sostenibili come veicoli elettrici e biciclette o anche idee all'avanguardia e futuristiche come la consegna attraverso i droni.

L'utilizzo di centri di consolidamento urbano (UCC) come i magazzini regionali, gli hub, i depositi e i centri di distribuzione, contribuiscono alla riduzione delle emissioni consentendo l'utilizzo di veicoli alternativi nei centri urbani, ad un migliore utilizzo della capacità e ad un'efficienza di costo nel segmento dell'ultimo miglio [8]. I centri di distribuzione, importanti strutture di stoccaggio e ridistribuzione delle merci, potrebbero essere sviluppati in modo strategico, ad esempio sfruttando gli innovativi depositi mobili che possono essere adattati alla natura dinamica dei servizi di consegna dell'ultimo miglio, all'ubicazione geografica e alle condizioni del traffico [9] [33].

Si possono spingere le modalità di ritiro delle merci in locker automatici o stazioni di prossimità, riducendo in questo modo anche i problemi delle consegne dovute alla mancanza del destinatario in casa [29]. La sostituzione della consegna a domicilio con la consegna al deposito locale può ridurre la CO_2 fino al 60% [97].

Studi recenti sui problemi di progettazione delle reti di servizi nell'ambito del trasporto intermodale hanno iniziato a considerare le emissioni di gas a effetto serra come un obiettivo primario e hanno iniziato a fornire modelli promettenti con soluzioni efficienti in termini di emissioni e costi [96]. In particolare, per alcuni tratti, il trasporto su strada, potrebbe essere sostituito dal trasporto su ferrovia o via mare.

Sono inclusi nella prospettiva organizzativa anche gli aspetti della logistica intelligente: i sistemi di informazione sul traffico, i sistemi di definizione della capacità dei veicoli per il trasporto merci, i servizi di ottimizzazione delle rotte, i sistemi di gestione della manutenzione dei veicoli e altri servizi di informazione. Infatti, un modo per ridurre l'impatto è rendere più efficiente il trasporto merci lavorando sui

modelli di ottimizzazione per migliorare il carico dei veicoli [45] e ridurre le distanze percorse studiando le rotte ottimali con i problemi di Vehicle Routing [68].
Negli anni sono state studiate le formulazioni matematiche per i problemi di routing dei veicoli [49] e nella letteratura sono presenti diversi studi [24] che prendono in considerazione l'ambiente. Nella loro funzione obiettivo compare la misurazione e minimizzazione delle emissioni GHG, la velocità ottimale che minimizza le emissioni, la minimizzazione dell'energia consumata in funzione della capacità, la misurazione dell'emissione che dipende dalla velocità e dal tempo di partenza di ogni nodo, la misurazione del tasso di consumo del carburante in funzione del carico.

Ci sono poi altre misure che possono essere adottate, ma devono essere testate e messe alla prova dei giudizi degli operatori e dei consumatori finali. Un approccio di gestione innovativo è la raccolta e consegna delle merci in fasce notturne. La consegna fuori orario di punta o di notte, con camion più silenziosi, può migliorare la sostenibilità della logistica dell'ultimo miglio [74]. Ci sono studi che dimostrano che ciò potrebbe ridurre il consumo di carburante e le emissioni di CO_2 di circa il 20%. La pratica del "multi-use lane" potrebbe comportare rispettivamente una riduzione del 10% e del 7% del consumo di carburante e delle emissioni di CO_2 [25] e consiste nell'adattare l'uso delle strade pubbliche alle diverse esigenze operative utilizzando parte della carreggiata per carico e scarico merci, per la gestione del traffico e dei parcheggi.

È quindi importante l'attenta pianificazione viaggi e del routing vero e proprio. L'utilizzo della tecnologia informatica può essere di fondamentale aiuto nella gestione delle flotte e degli ordini, tuttavia l'integrazione delle nuove tecnologie emergenti come la digitalizzazione e l'automazione nei sistemi di consegna dell'ultimo miglio e nella strategia operativa è un'operazione complessa.

Prospettiva manageriale

La cultura della sostenibilità ambientale dovrebbe essere diffusa in tutta l'organizzazione attraverso la collaborazione, il coordinamento e l'integrazione, ad esempio con lo sviluppo di una piattaforma digitale condivisa e il coinvolgimento degli stakeholder.

Ci sono degli studi che affermano di riuscire a ridurre le emissioni GHG grazie alla riduzione della velocità nei veicoli su strada che si occupano del trasporto merci, migliorando il comportamento di guida dei conducenti attraverso programmi di formazione, incentivi e monitoraggio delle performance. Negli ultimi anni la velocità della supply chain è incrementata notevolmente per soddisfare in maniera più

efficace la domanda del consumatore, ma ciò ha senz'altro portato ad un aumento delle emissioni di CO_2. Includendo i conducenti nel processo è possibile diminuire la velocità della catena di approvvigionamento [25].

Una maggiore collaborazione verticale tra i corrieri e i LSP permetterebbe di semplificare le operazioni di carico e scarico e ottimizzare la pianificazione dei trasporti al fine di ridurre l'esecuzione a vuoto. Così come una maggiore collaborazione orizzontale tra LSP per la condivisione dei mezzi di trasporto.

1.3.3 Problema della selezione del corriere

Nella letteratura ha ricevuto molta attenzione l'aspetto del "green supply chain management" (GSCM) [22], il cui obiettivo è quello di ridurre gli impatti ambientali negativi delle attività nella catena di approvvigionamento di un'impresa, e ricerche precedenti affermano che un processo di selezione dei fornitori che incorpora criteri ambientali è fondamentale per raggiungere gli obiettivi del GSCM. Questo interesse per le pratiche sostenibili è stato anche incorporato nelle attività delle aziende, le quali stanno misurano le prestazioni dei fornitori e i loro effetti su tutte le fasi della catena di approvvigionamento e lavorano con loro per ridurre congiuntamente le emissioni di carbonio.

Dall'analisi della letteratura sono emersi diversi studi [13] [52] che si concentrano sull'incorporare l'obiettivo ambientale nel problema della selezione del corriere, indagando le decisioni ottimali per la dimensione dell'ordinazione e di selezione dei modi di trasporto in diverse politiche di riduzione delle emissioni di carbonio.
Alcune di queste ricerche si basano su sondaggi e interviste per comprendere meglio le priorità del venditore che si occupa della spedizione per la scelta del corriere [65].
Altri studi includono lo sviluppo di modelli qualitativi o matematici a supporto del processo di scelta della modalità di trasporto e di selezione del corriere. Questi modelli sono in alcuni casi di natura descrittiva, e in altri casi sono normativi e tentano di prescrivere come la scelta del trasporto debba essere presa nella pratica.
Infine ci sono articoli che analizzano la gestione della supply chain attraverso la collaborazione di aziende.

I criteri che sono utilizzati per la scelta dei corrieri sono: i costi, la qualità e l'affidabilità del servizio, la flessibilità, il tempo di consegna, il servizio al cliente, la fatturazione accurata, il tracciamento delle perdite, dei danni e dei sinistri [94].
Ci sono prove contrastanti sull'importanza di questi fattori [88], alcuni autori identificano il prezzo come criterio principale, mentre altri sostengono che le prestazioni di servizio e i requisiti di qualità abbiano un maggior peso. Altri ancora sostengono

che ci sono dei fattori qualitativi come la reputazione del fornitore, i riferimenti dei clienti e la risposta alle richieste di informazioni, che sono utilizzati per lo screening iniziale dei fornitori di servizi.

La crescente attenzione alla logistica green può tradursi in acquisti più sostenibili e processi di valutazione e selezione dei fornitori più avanzati. Nella valutazione dei fornitori si può utilizzare un approccio "triple bottom line", considerano la sostenibilità nei sui tre pilastri: sociale, economica, ambientale [22]. La dimensione economica svolge un ruolo dominante nelle decisioni di selezione e prevale anche quando si includono nelle decisioni le prestazioni ambientali e sociali. Un recente studio [6] analizza con il metodo della Factor Analysis confermativa i fattori che influenzano la scelta del corriere. I risultati emersi sono che i venditori selezionano i corrieri nel seguente modo: la maggior parte privilegia i corrieri che hanno un basso prezzo dei trasporti, altri preferiscono avere un'elevata qualità, l'adattabilità del servizio e una consegna tempestiva, mentre gli ultimi aspetti che prendono in considerazione sono le capacità di comunicazione, la tecnologia e gli aspetti ambientali. Questi risultati sono dovuti dal fatto che deve ancora crescere la consapevolezza delle aziende che le iniziative di sostenibilità ambientale migliorano anche le performance finanziarie. Le leve che attualmente spingono le aziende nella scelta di fornitori di servizi di trasporto green sono la gestione interna, l'immagine, le risorse dell'impresa, le richieste dei clienti e l'intervento governativo [32].

In un'intervista fatta ai CEO di aziende fornitori di servizi 3PL [57] emerge che negli ultimi anni si sono avviate nuove iniziative, tra cui quella di calcolare l'impronta di carbonio per le soluzioni logistiche in modo che si possano pesare i costi e i benefici ambientali nella scelta del fornitore. Si parla di sviluppare uno strumento di misurazione dell'impronta di carbonio per misurare e comunicare le emissioni di gas a effetto serra relativi alle operazioni dei clienti; misurare l'impronta di carbonio per le catene di fornitura dei clienti gestite da un'azienda; definire un obiettivo aziendale per ridurre l'impronta di carbonio annualmente rispetto alle linee guida esistenti; sviluppare dei servizi di consulenza per aiutare i clienti a ridurre la loro impronta di carbonio. La selezione dei migliori fornitori è subordinata alla determinazione del grado di importanza dei criteri di selezione e di valutazione dei fornitori in relazione a tali criteri.

I metodi più utilizzati per la selezione dei fornitori e che permettono di incorporare i criteri ambientali sono: il metodo MCDM (Multi-Criteria Decision Methods), metodo prende in considerazione le preferenze dei consumatori e la soddisfazione degli stakeholders; le tecniche AHP (Analitic Hierarchy Process) e ANP (Analytic

Network Process), utilizzate per analizzare la gerarchia dei fattori in un problema decisionale; l'approccio QFD (Quality Function Deployment), che traduce i requisiti dei clienti e degli stakeholder aziendali in requisiti tecnici; il metodo TOPIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), una tecnica che permette di classificare e selezionare le alternative in base alla loro distanza dalle soluzioni ideali e negative.
Un altro metodo che può essere utilizzato è un modello quantitativo: si attribuisce un costo associato alle emissioni di carbonio da addizionare ai costi tradizionali legati al trasporto. Dato l'obiettivo generale di massimizzazione del profitto, se a questo vogliamo aggiungere quello della sostenibilità, le aziende possono selezionare i servizi di consegna che hanno delle emissioni più basse tra i corrieri meno costosi e senza rinunciare ad avere un buon indice di performance sulla qualità della consegna, affidabilità, tempo di trasporto o fattore di carico del veicolo. Inoltre, minimizzare il rischio di responsabilità legali e migliorare la reputazione di un'azienda per i clienti, può ridurre i costi operativi [22].

1.4 Obiettivi della ricerca

Insieme all'analisi della letteratura sul tema della sostenibilità ambientale del settore del trasporto merci è stato analizzato un caso di studio reale di un'azienda coinvolta nel problema di selezione dei fornitori. Sulla base di queste analisi sono descritti i gap della ricerca.

1.4.1 Presentazione di un caso di studio reale: E-motion

Questo lavoro di Tesi si affianca al tirocinio svolto presso l'azienda di E-motion, il cui lavoro è stato quello di studiare il problema di selezione dei servizi di trasporto merce, incorporando il criterio di sostenibilità ambientale. In questa sezione si presenta la realtà aziendale di E-motion e attraverso un Business Model Canvas si ricostruisce il problema della scelta dei corrieri.

E-motion è un'azienda che opera nel mercato delle spedizioni e-commerce. Attualmente si occupa di risolvere il problema della scelta del corriere per le aziende che vendono online, sia B2B sia B2C, offrendo una piattaforma integrata per la gestione multicanale delle spedizioni e del post-vendita. Uno degli obiettivi di E-motion è quello di implementare nuove funzionalità e integrazioni della piattaforma.

Attualmente la piattaforma gestisce diversi aspetti: dall'acquisizione degli ordini al post vendita. La risorsa chiave è l'intelligenza artificiale del GOC® che, sfruttando il machine learning e l'analisi di milioni di dati e serie storiche, sceglie per il venditore online il corriere ottimale al fine di garantire la migliore esperienza d'acquisto al consumatore finale.

A differenza della maggior parte dei competitor, che offrono soltanto un servizio di comparazione dei prezzi, E-motion si rivolge alle aziende e non al mercato dei privati, sceglie per il venditore il corriere ottimale, è integrato con i corrieri e con le piattaforme di vendita online, offre diverse tariffe di abbonamento al servizio e un customer service sempre attivo.

E-motion crea valore per i suoi clienti massimizzando la qualità del servizio di consegna, riducendo così la probabilità di anomalie, e minimizzando i costi. La piattaforma si basa su un'architettura aperta, modulare, con massima integrazione e ha un'interfaccia semplice e intuitiva, tutte caratteristiche che migliorano l'usabilità del servizio.
L'algoritmo del GOC® mette a disposizione del cliente i risultati sul servizio di consegna che è di qualità ed è il "più economico" in termini di risparmio di denaro. La proposta di E-motion di fronte ai cambiamenti dei bisogni dei clienti è quella di aggiungere la possibilità di scelta tra i servizi di consegna dell'opzione "più green".

1.4.2 Business Model Canvas dell'azienda

Per studiare come creare e sviluppare il modello di business di E-motion, è utilizzato lo strumento del Business Model Canvas. Questo metodo permette di indagare le aree strategiche e comprendere elementi complessi che riguardano il funzionamento di un'intera azienda, in modo semplice ed estremamente intuitivo. Infatti, "un modello di business descrive la logica di come un'organizzazione crea, consegna e cattura valore" [76].

Il Business Model Canvas (BMC) è stato ideato nel 2004 da Alexander Osterwalder e sviluppato nel 2010 dallo stesso Osterwalder con la collaborazione di Yves Pigneur, Alan Smith ed il supporto di una community di esperti. Questo modello è una rappresentazione grafica di uno schema costituito da 9 elementi: segmento di clientela, proposta di valore canali, relazione con i clienti, flussi di ricavi, risorse chiave, attività chiave, partner chiave, struttura dei costi.

Nella figura 1.2 è rappresentato il Business Model Canvas di E-motion.

PARTNER CHIAVE	ATTIVITÀ CHIAVE	PROPOSTA DI VALORE	RELAZIONE CON I CLIENTI	SEGMENTO CLIENTELA
Università Politecnico di Torino per la definizione dei parametri per il calcolo dell'impatto ambientale Enti proprietari di un calcolatore di Carbon Footprint Corrieri che forniscono il servizio di consegna Agenzia esterna per la gestione del sito web	Creazione di parametri da inserire nell'algoritmo Gestione piattaforma Digital marketing Gestione post vendita Integrazione con CSM **RISORSE CHIAVE** Risorse fisiche: uffici Risorse intangibili: algoritmo GOC® brevettato, database Risorse umane: personale tecnico e informatico, personale addetto alla relazione con i clienti, marketing, product design, operations e coordinamento team	Migliorare le performance nella scelta del corriere ottimo pesando anche l'impatto ambientale Automatizzare il processo di scelta del corriere Produrre azioni a vantaggio dell'ambiente contribuendo a trovare una soluzione al problema delle emissioni inquinanti Rafforzare il brand e l'immagine green, fidelizzare e raggiungere nuovi clienti Incentivare i corrieri ad adottare migliori politiche ambientali	Notifiche sulla piattaforma Telefonate e newsletter Report mensili Nuovo sito web Social media marketing Servizio clienti **CANALI** Canali diretti: sito web Canali indiretti: pubblicità, blog e canali social, social buzz, eventi e conferenze	Mercato B2B2C. Creiamo valore per venditori online B2C e B2B consumatore finale I clienti più importanti sono i venditori che hanno interesse a sostenere l'ambiente

STRUTTURA DEI COSTI	FLUSSI DI RICAVI
Costo personale Costo gestione piattaforma e sito web Marketing e pubblicità Servizio Clienti	Free tu use per l'aggiunta dei parametri che tengono conto dell'impatto ambientale. Attuale modello di revenues: Pay-Per-Ship (per i clienti da 0 a 100 spedizioni al giorno) con tariffa flat B4B (clienti che fanno più di x spedizioni al giorno) con canone mensile di utilizzo della piattaforma e delle fee a operazione a seconda delle funzioni scelte

Figura 1.2: Business Model Canvas di E-motion

Segmento della clientela

Il segmento della clientela è rappresentato dai gruppi di persone, se si tratta di un business B2C, o dalle organizzazioni, se è un business B2B, che possono essere interessati alla nostra proposta commerciale.

Per questo blocco del BMC sono stati individuati e profilati i potenziali e più importanti clienti che fanno parte del nostro mercato di riferimento, per cui E-motion crea un valore.
Il mercato di riferimento di E-motion è il B2B2C dell'E-commerce. Creiamo valore per i client di E-motion, cioè i venditori online B2C e B2B, ma anche per i consumatori finali.

In Italia la dimensione del mercato delle vendite online dai siti di E-commerce è di 41,5 miliardi di euro nel 2019, con un incremento del 18% rispetto al fatturato dell'anno precedente. I consumatori online sono circa 38 milioni, ovvero il 62% della popolazione e si prevede che entro il 2023 raggiungeranno quota 41 milioni [27]. Secondo alcune ricerche sono soprattutto i giovani, di età compresa tra i 16 e i 24 anni, a preoccuparsi per l'ambiente e il 39% di loro vorrebbe scegliere opzioni di consegna a ridotto impatto ambientale. È quindi un mercato di massa ampio e con un trend crescente.

Attualmente E-motion distingue due categorie di venditori online: i clienti più piccoli che fanno fino a 100 spedizioni al giorno, ai quali è riservata una formula all-inclusive chiamata *Pay-Per-Ship*; ci sono poi i clienti che gestiscono grandi volumi di spedizioni, a questi si propone una soluzione che offre più autonomia e flessibilità ed è il *B4B*. Entrambi i clienti sono potenzialmente interessati a poter scegliere di distribuire la propria merce con corrieri dal basso impatto ambientale.

Proposta di valore

La proposta di valore è il blocco centrale del Business Model Canvas. Definisce il valore che l'azienda porta sul mercato, cioè i vantaggi che garantisce ai clienti precedentemente identificati, anche rispetto ad altre proposte analoghe sul mercato.

Per E-motion si è partiti dall'analizzare i bisogni e i problemi che si vogliono risolvere, per poi definire le caratteristiche del prodotto che rispondono alle esigenze del cliente, definendo le offerte declinate in relazione al segmento di clientela.

Il problema

I problemi per cui E-motion vuole trovare una soluzione riguardano il mondo dell'e-commerce di cui i venditori online, i consumatori finali, i corrieri sono i princi-

pali attori. Vuole anche contribuire a risolvere il problema delle emissioni inquinanti che derivano dal settore dei trasporti, producendo delle azioni concrete a vantaggio dell'ambiente.

Il settore dell'e-commerce è in forte crescita: i dati dichiarano che dall'inizio del 2020 i consumatori italiani online sono aumentati di 2 milioni [71].
La necessità di soddisfare la domanda sempre più elevata dei consumatori influisce sull'evasione degli ordini, dalla raccolta dei prodotti alla consegna. Inoltre i consumatori sono abituati a standard molto elevati e vogliono i loro articoli nel minor tempo possibile, possibilmente con la consegna in giornata. Tuttavia la consegna veloce spesso non garantisce l'efficienza, ad esempio nel carico dei veicoli o nella definizione delle rotte, determinando un elevato spreco di risorse.
Il beneficio in termini di emissioni di CO_2, derivanti dall'ordinare qualcosa online rispetto al ritirare la merce in un negozio fisico, diminuisce rapidamente con l'aumento dei tempi di consegna o quando i clienti non raggruppano gli articoli in un solo ordine.

Negli ultimi anni i consumatori si sono dimostrati sempre più consapevoli alle tematiche dell'impatto ambientale, dimostrando di voler appoggiare aziende che implementano la sostenibilità ambientale e adottano politiche per ridurre l'inquinamento.
Il 79% dei consumatori dichiara di essere più propenso ad acquistare un prodotto in base a criteri di responsabilità sociale, di inclusività e di impatto ambientale, prediligendo quelle aziende che sono sostenibili [47]. Da un'analisi dell'impatto della sostenibilità sui modelli d'acquisto dei consumatori, svolta all'interno di Capgemini Research Institute, si comprende che la sostenibilità apporta un aumento della fedeltà dei clienti e si traduce anche in un aumento di valore per il brand.
Un recente studio di Piecyk and Björklund [63] ha rivelato che solo 22 su 112 principali fornitori di servizi logistici internazionali ha prodotto una relazione sul Corporate Social Responability (CSR). Nelle relazioni sono contenute informazioni su azioni e iniziative volte a ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici del servizio logistico e quasi il 60% delle aziende ha standard ambientali e certificati in atto. Alcuni corrieri hanno reso l'ambiente una parte centrale delle loro strategie competitive, impegnandosi pubblicamente a ridurre le emissioni di carbonio conformandosi alle del settore e alle aspettative del governo.

Con l'incremento di attenzione per l'impatto ambientale è emerso che è necessario dare ai consumatori maggiori informazioni sulla sostenibilità delle aziende produttrici; è apprezzata una comunicazione online da parte dei venditori che sia onesta e

trasparente. Infatti i consumatori dichiarano di non avere a disposizione informazioni dettagliate su cui fare affidamento per verificare la sostenibilità di un'azienda e spesso ci sono solo promesse pubblicitarie.

Chi acquista online conosce l'impatto ambientale che deriva dal packaging, tuttavia percepisce come un problema meno rilevante l'impatto causato dalle emissioni di CO_2 derivanti dal trasporto della merce da parte dei corrieri. Sendcloud, un competitor di E-motion a livello Europeo, ha rilevato tramite una sua indagine che solo il 13% dei consumatori è effettivamente disposto a pagare per la cosiddetta consegna "green" e anche se le opzioni di consegna ecologica stanno aumentando, ci vorrà ancora del tempo prima che questa diventi una scelta standard per un gran numero di consumatori.

Tuttavia quello che si può fare è aumentare la consapevolezza dei consumatori sull'argomento, offrendo informazioni sulle emissioni inquinanti e sugli sprechi di materiale, aumentando così il profilo di sostenibilità dei corrieri e delle aziende che vendono online.

Essendo il modello di business di E-motion un B2B2C, sono stati prima indagati i bisogni dei clienti finali ed è emerso che i consumatori chiedono acquisti sostenibili e informazioni sull'impatto ambientale di prodotti e servizi. Si può passare ora a considerare le problematiche che affrontano i venditori online, cioè i clienti di E-motion, nel rispondere ai bisogni dei consumatori. La difficoltà dei venditori sta nello scegliere autonomamente un corriere ottimo e nel valutare dal punto di vista ambientale tutti i corrieri, quelli disponibili sul mercato o quelli con cui hanno un contratto. Un altro problema è la complessità nel fornire in maniera trasparente e semplice le motivazioni della scelta di un determinato corriere. Inoltre, per emergere sul mercato, i venditori online hanno bisogno di incrementare sempre di più la loro immagine green per valorizzare il loro brand.

La soluzione

Il modello di E-motion permette di affrontare i problemi dei consumatori fornendo una soluzione ai venditori online integrata. La piattaforma di E-motion può scegliere il corriere ottimale, non solo dal punto di vista della qualità e dei costi, ma tramite un'opportuna integrazione di parametri, può anche tenere conto dell'impatto ambientale attraverso due strumenti. Un primo strumento permette di fare una prima discriminazione tra i corrieri misurando le emissioni di CO_2 dirette e indirette prodotte dal trasporto della merce per ogni spedizione, calcolando le emissioni a partire dal ritiro della merce dal magazzino del venditore, al trasporto fra un hub logistico e l'altro, fino alla consegna dell'ultimo miglio. Con un secondo strumento

si misura l'eco-sostenibilità dei corrieri a livello corporate: si analizza com'è definita e implementata la strategia ambientale; si verifica l'allineamento dei corrieri con la regolamentazione e gli obiettivi ambientali nazionali e internazionali; si valuta la struttura dei magazzini, l'utilizzo di energia rinnovabile e l'efficienza; si osserva la supply chain, la flotta di veicoli utilizzata, la disponibilità di software logistici per il trasporto, la formazione del personale; infine si valuta la gestione dei rifiuti e degli sprechi.

Questi strumenti permettono ad E-motion di dimostrare di essere attenta alla tematica ambientale mettendo in atto azioni concrete e di dimostrare trasparenza generando dei report sulla scelta del corriere ottimo per una spedizione. Il venditore può condividere questo report con il suo cliente, rispondendo al suo bisogno di avere informazioni precise sulla sostenibilità di un'azienda. Agire e comunicare secondo le aspettative dei consumatori permette di ottenere una crescita della brand reputation, un miglioramento del core business e la fidelizzazione dei clienti.

Il venditore online che si appoggia alla piattaforma di E-motion utilizza sempre un corriere ottimo anche del punto di vista della sostenibilità ambientale, questo significa che può proporre ai suoi clienti alcune opzioni alternative per ridurre o annullare le emissioni di CO_2. Per incentivare la riduzione dell'impatto ambientale può suggerire al consumatore di scegliere l'opzione di spedizione fuori dalle fasce orarie caratterizzate da più traffico, oppure può offrire un'opzione di spedizione con tempi più lunghi, così da permettere una maggiore efficienza nel trasporto. Un'altra opzione è quella di chiedere un costo aggiuntivo al consumatore per occuparsi della compensazione delle emissioni prodotte dalla spedizione.

Il valore offerto

E-motion vuole innovare il suo business model ampliando il servizio offerto e migliorandone le performance. Rispetto all'attuale offerta e considerando quella dei competitors, la piattaforma di E-motion sarebbe l'unica che oltre a massimizzare la qualità e minimizzare i costi, riduce anche l'impatto ambientale quando sceglie per il venditore un corriere ottimo.
La piattaforma continuerebbe ad essere facilmente utilizzabile grazie alla sua semplicità e intuitività, aiutando ad automatizzare i processi di scelta del corriere in maniera efficiente e trasparente, permettendo di risparmiare tempo.

È un modello di valore perché E-motion produce azioni a vantaggio dell'ambiente contribuendo a trovare una soluzione al problema globale delle emissioni inquinanti. Inoltre permette sia al venditore online sia a E-motion di far crescere la loro immagine positiva e green, di fidelizzare i consumatori attuali e di ampliare il proprio

target di clienti.

Si attiva così un meccanismo di incentivo dei servizi di trasporto ad adottare migliori politiche ambientali. Mettendo in evidenza e spingendo i corrieri di successo dal punto di vista della sostenibilità ambientale, si prevede che aumenti la consapevolezza delle imprese che le iniziative di efficienza energetica e riduzione degli sprechi portano ad ampi benefici, anche sul lato dei costi. In questo modo le aziende che non si muovono verso scelte più sostenibili, verranno lasciate indietro e si rafforzerà l'importanza delle aziende che si occupano fortemente della questione ambientale, producendo un aumento delle azioni a vantaggio dell'ambiente.

Canali

I canali sono il sistema di distribuzione, cioè in che modo il prodotto o servizio può essere acquistato dal cliente.

Sono stati identificati i canali con cui raggiungere i clienti e come promuovere, vendere il servizio di E-motion.
Il canale diretto per raggiungere i clienti di E-motion è principalmente il sito web, il quale è gestito insieme ad un'agenzia esterna.
Si devono potenziare i canali indiretti come la pubblicità su riviste, media, social e altri siti web. È importante essere presenti sui social e sui blog che i potenziali clienti leggono, presentando il servizio di E-motion e le sue novità dal punto di vista ambientale.
Infine la partecipazione, sponsorizzazione e organizzazione di eventi, conferenze e fiere permettono di mostrare all'esterno il servizio offerto e facilitare l'interazione con i possibili clienti.

Relazione con i clienti

In questo blocco si costruisce come gestire il rapporto e la comunicazione con i clienti, come fidelizzare e aumentare i clienti, come dare una migliore customer experience e servizio post-vendita. Il tipo di relazione che si sceglie deve essere adatto ai diversi segmenti di clientela e deve supportare efficacemente la value proposition.

Per catturare l'attenzione dei clienti attuali di E-motion possono essere sfruttati i principali canali di comunicazione, come la piattaforma attraverso delle notifiche, oppure le telefonate e le newsletter. Questo permette di far conoscere l'impegno di E-motion a migliorare le proprie performance con lo scopo di offrire un servizio di consegna ottimo sotto più aspetti. Sfruttando questi canali si fidelizzano quei clienti che sono attenti al tema ambientale.

Per attrarre nuovi clienti sarà fondamentale la visibilità del sito web. Essendo il canale principale per raggiungere i clienti, è molto importante la costruzione e la manutenzione del sito, sfruttando l'indicizzazione delle pagine sul motore di ricerca di Google. Un altro elemento chiave per posizionarsi nelle prime voci della ricerca è utilizzare il SEO e quindi studiare i contenuti cercati dai clienti, ottimizzare per parole chiave, pubblicare e aggiornare periodicamente i contenuti. Bisogna puntare anche sul marketing tradizionale e digitale sfruttando il social media marketing per fare attività promozionale su piattaforme come Facebook, Twitter, LinkedIn e Instagram, incentivare alla condivisione e sfruttare il fenomeno del social buzz. Possono essere sfruttate anche le recensioni, le valutazioni e i commenti sul sito o sui blog. Le metriche che misurano il livello di raggiungimento dei clienti sono il numero utenti che si iscrivono ai servizi di E-motion e le visite del sito.

Per mantenere i clienti saranno necessari dei continui aggiornamenti della piattaforma, programmi di fedeltà, call center efficienti e survey di soddisfazione del cliente, notifiche push, pubblicità. Si possono anche inviare dei report mensili o annuali ai venditori online che riassumono il risparmio di emissioni di CO_2 prodotto con le sue spedizioni. Per misurare il livello di soddisfazione si usano gli user attivi per ogni mese e i volumi della merce spedita.

Un elemento chiave su cui punta E-motion è il Servizio Clienti: permette di mantenere e far crescere la relazione con i venditori e di ottenere la massima soddisfazione del consumatore finale. Attualmente è seguito da un team costituito da 5 persone e si occupano della gestione di tutto il post vendita (mancate consegne, giacenze e sinistri, tracking, resi).

Flussi di ricavi

In questo blocco di studia come l'azienda può generare ricavi che la rendendola economicamente sostenibile e capace di crescita. In questo modo di misurerà il successo dell'azienda e del modello di business.

Si è analizzato come vendere il prodotto e qual è la migliore strategia di prezzo analizzando anche la disponibilità a pagare della clientela. Con il servizio attuale di E-motion, le revenues si possono dividere in due categorie.
Il pacchetto Pay-Per-Ship è rivolto a clienti che hanno da zero a cento spedizioni al giorno, questi pagano una tariffa flat per il servizio. Il pacchetto B4B è rivolto, invece, ai clienti che hanno maggiori volumi di spedizione, questi pagano un canone mensile di utilizzo della piattaforma e delle fee a operazione a seconda delle funzioni scelte.

Il business model che considera l'aggiunta dei parametri dell'impatto ambientale è un free to use. Si tratta di un miglioramento delle performance che ha come obiettivo quello di attirare il massimo numero di clienti e per cui un aumento di prezzo li dissuaderebbe ad usufruire del servizio.
Il vantaggio di questo business è un vantaggio di costo, dato dalle economie di scala. Infatti all'aumentare del numero di clienti e del flusso di vendita diminuiscono i costi per unità di output.

Risorse chiave

Le risorse chiave sono gli asset della società che permettono di trasferire al mercato la sua value proposition; possono essere delle risorse fisiche, intangibili o risorse umane.

La principale risorsa fisica di E-motion è l'infrastruttura, cioè gli uffici per il personale e per i server.

Tra le risorse intangibili le più importanti sono le risorse tecnologiche. Al centro del sistema c'è un sofisticato algoritmo, il GOC®, che sceglie il corriere ottimale sulla base delle caratteristiche della spedizione: le tariffe, i costi accessori, un indice statistico che misura le performance del corriere guardando le inefficienze in fase di consegna, la valutazione dei contratti. Questa tecnologia di cui E-motion è proprietario e di cui ha depositato il brevetto, è solida e scalabile.

Ci sono poi le risorse intellettuali come il brand, la reputazione e le Partnership. Attualmente ci sono delle partnership con alcuni corrieri, i quali forniscono il loro servizio di spedizione in cambio di traffico di utenti.

Le risorse umane che sono determinanti per ottenere un vantaggio competitivo sono il personale tecnico e informatico; sono poi fondamentali il personale addetto alla relazione con i clienti, il personale che si occupa del marketing, del product design, delle operations e il coordinamento dei vari team.

Attività chiave

In questo blocco si inseriscono le attività strategiche e operative per portare avanti il modello di business, raggiungere i clienti e fatturare.

Le attività che vengono svolte da E-motion sono diverse: dalla creazione e gestione della piattaforma, il digital marketing, la gestione del post vendita, l'integrazione con i CSM presenti sul mercato.

Sono state individuate solo le attività più importanti e fondamentali per sostenere questo specifico modello di business per E-motion. Le attività chiave sono

quelle necessarie al GOC® per determinare il corriere ottimo dal punto di vista della sostenibilità ambientale. Per arrivare a ciò è necessario studiare come costruire l'indicatore di Carbon Footprint che misura le emissioni di CO_2 derivanti dalla singola spedizione; creare un indicatore delle performance ambientali dei corrieri che misuri la sostenibilità ambientale a livello corporate, raccogliendo dati sui corrieri, costruendo criteri di valutazione; attribuire dei pesi ai due indicatori e determinare un punteggio per ogni corriere. Infine, è necessario trasformare il modello in linguaggio algoritmico e inserirlo all'interno del GOC® così che si possa costruire un ranking dei corrieri da cui estrarre quello ottimo.

Partner chiave

L'organizzazione può stringere degli accordi con altre aziende per migliorare il proprio business aziendale.

Sono stati scelti i partner strategici per avere successo nel mercato e che svolgono delle attività non core per E-motion. Questi partner forniscono accesso a dati, esperienza, prospettive diverse e reti più ampie di cui ha bisogno E-motion per selezionare i servizi di trasporto che raggiungono gli obiettivi di sostenibilità ambientale.

È stata creata una Partnership con il Politecnico di Torino per studiare il Business Model relativo al progetto di E-motion e creare i parametri necessari all'algoritmo per definire un ranking dei corrieri tenendo conto dell'impatto ambientale.

Si possono costruire delle Partnership con enti che hanno sviluppato un proprio calcolatore di Carbon Footprint in modo da acquisire una componente da inserire nell'algoritmo. È necessario fare delle valutazioni sul metodo di calcolo utilizzato: deve essere conforme con la normativa e deve rispondere alle necessità di E-motion.

Anche le Partnership con i corrieri possono essere un vantaggio per E-motion perché permettono di ottenere grandi quantità di dati e informazioni sull'azienda senza passare attraverso la ricerca online.

Struttura dei costi

I costi sono quelli che ogni azienda deve sostenere per realizzare il suo modello di business.

Il modello di business di E-motion è un modello guidato dal valore, ha quindi una struttura dei costi leggera.
I costi principali sono dati dal costo del personale: il team che si occupa della ricerca e dello sviluppo del progetto, i data analysts che lavorano sui database da inserire nell'algoritmo, il personale informatico che trasforma i risultati in linguaggio

algoritmico.
A questi si aggiungono i costi legati alla produzione di una reportistica da fornire ai venditori e che verrà condivisa con i consumatori.
Ci sono poi i costi legati alla gestione e manutenzione del sito web, i costi del marketing e della pubblicità, i costi del Servizio Clienti.

1.4.3 Research gap

L'analisi della letteratura e il caso di studio reale dell'azienda E-motion made4ecomerce hanno permesso di identificare i gap della ricerca sul tema della sostenibilità ambientale del settore del trasporto merci.

In letteratura la trattazione del tema è ampia dal punto di vista teorico ed empirico. Tuttavia una serie di temi sono ancora sotto rappresentati o mancanti e sono pochi gli studi che indagano dal punto di vista applicativo e che comprendono dei casi di studio reali di aziende coinvolte in attività logistiche e di trasporto.

Alcune questioni che il mondo accademico dovrebbe porsi a riguardo comprendono: affrontare in dettaglio tutti gli aspetti legati alla sostenibilità ambientale dal punto di vista delle imprese che svolgono attività di logistica e trasporto merci [61]. Infatti le questioni relative al processo di selezione dei fornitori, le iniziative adottate dai servizi 3PL, gli aspetti relativi alla cooperazione nella catena di approvvigionamento tra venditori e 3PLs, sono state solo parzialmente esplorate. C'è poca ricerca sulla quantificazione delle prestazioni ecologiche dei diversi servizi di consegna e non ci sono studi sulle conseguenze ecologiche derivanti dall'utilizzo di reti di trasporto merci alternative.
Sarebbe necessario studiare l'impiego e l'implementazione di questo tipo di pratiche, attraverso modelli analitici e simulazioni per esaminare meglio gli effetti del processo di adozione sulle attività aziendali.

Così come le iniziative di gestione interna sembrano sottostimate, sebbene la loro rilevanza sia attestata, anche il magazzinaggio e la bioedilizia sono tematiche poco approfondite.

Un altro quesito riguarda la valutazione delle prestazioni dei servizi di logistica. Anche se ci sono autori che prendono in considerazione alcuni indici specifici, come l'indice di efficienza energetica, l'efficienza dei veicoli, le emissioni di CO_2, è assente un indice aggregato.
Nel misurare e controllare prestazioni ambientali aziendali, infatti, occorre avere una prospettiva completa di una serie di indici che integrano l'efficienza energetica con l'impatto ambientale, e affrontare il problema della ripartizione dell'impatto ambien-

tale tra gli attori coinvolti in modo da determinare la ripartizione degli investimenti per le iniziative ambientali.

Per implementare la selezione dei fornitori di servizi di logistica "green" sono necessarie delle metriche e dei criteri di valutazione per studiare le prestazioni ambientali nel trasporto merci [54]. Di particolare importanza è l'ambito del trasporto dell'ultimo miglio, che ha un elevato impatto sull'ambiente in termini di emissioni e inquinamento.
Le metriche di performance più comunemente utilizzate dai fornitori di servizi logistici e dai venditori sono le emissioni di CO_2 e l'uso di energia [7]. Tuttavia, manca ancora una metodologia standard per misurare l'impatto ambientale e l'applicazione all'ambito dell'ultimo miglio. Inoltre le pratiche utilizzate dei servizi di logistica per le operazioni di reporting sono diverse tra loro e lasciano spazio a miglioramenti.

Il problema principale che è emerso studiando il caso di E-motion, è che gli attori responsabili della scelta dei fornitori di servizi di trasporto nelle aziende non sono attualmente in grado di valutare i servizi di trasporto disponibili in relazione alle emissioni di gas a effetto serra. Ciò è principalmente dovuto da due problemi. In primo luogo, molte aziende non segnalano la loro impronta di carbonio, poiché considerano il calcolo dell'impronta di carbonio come un'operazione complessa, che richiede tempo e rivela informazioni aziendali sensibili. Ciò è aggravato dalla mancanza di incentivi a farlo, in quanto i loro clienti in generale non chiedono informazioni sull'impronta di carbonio. In secondo luogo, le impronte di carbonio disponibili spesso non sono né accurate né comparabili. Ciò è dovuto, da un lato, a molti degli strumenti disponibili che sono basati su valori predefiniti e non rappresentano le emissioni reali e, dall'altro, al fatto che i vari strumenti utilizzano metodologie e ipotesi diverse. Questa mancanza di comparabilità è di per sé anche un disincentivo per il mercato a segnalare, richiedere o utilizzare l'impronta di carbonio.

In questo contesto si inserisce il presente lavoro di Tesi, il quale rappresenta un'analisi del problema della selezione di un servizio di consegna merce che abbia le caratteristiche di sostenibilità ambientale.
Il focus di questa ricerca è quello di identificare i criteri e le metriche attualmente utilizzate per controllare le prestazioni ambientali dei servizi di logistica, introdurne eventualmente delle nuove sulla base dei sondaggi svolti e relative al trasporto merci urbano.
Si vuole prima di tutto fornire una panoramica degli indicatori ambientali delle aziende di trasporto merci, con l'intento di studiare la possibilità di costruire un

indice aggregato. Successivamente si analizzano le metodologie di calcolo dell'impronta di carbonio e dei concetti correlati per condurre un'analisi comparativa di tali strumenti. Si definiscono i requisiti minimi e le linee guida che i calcolatori dell'impronta di carbonio dovrebbero rispettare per essere affidabili e coerenti.

Capitolo 2

Indicatori ambientali del trasporto merci

Nel presente capitolo è riportata una presentazione dai dati utilizzati per l'analisi. Dopo una breve descrizione del metodo di ricerca utilizzato, seguono la raccolta degli indicatori ambientali a livello corporate e uno studio dei metodi di calcolo delle emissioni attraverso lo strumento del Carbon Footprint.

2.1 Approccio di analisi

Lo scopo di questa ricerca è quello di identificare i criteri e le metriche attualmente utilizzate per controllare le prestazioni ambientali dei servizi di logistica, introdurne eventualmente delle nuove sulla base dei sondaggi svolti e relative al trasporto merci urbano.
Si è deciso di effettuare un'analisi della letteratura per studiare gli indicatori di sostenibilità delle aziende e la presenza di indici aggregati.

2.1.1 Indicatori ambientali

L'obiettivo è quello di costruire, attraverso l'osservazione e l'analisi dei dati dichiarati dalle aziende, un indice che rappresenti l'impatto ambientale di un corriere.
Per poter misurare l'impatto ambientale e monitorare il rapporto tra la società e l'ambiente, è necessario l'utilizzo di indicatori ambientali che consentano una rappresentazione sintetica e analitica del fenomeno.

L'importante documento dell'Agenda 21 [2], che è di riferimento per lo sviluppo sostenibile del pianeta, afferma che gli indicatori dello sviluppo sostenibile devono

essere sviluppati per fornire solide basi per il processo decisionale a tutti i livelli e per contribuire ad una sostenibilità auto regolamentata dell'ambiente integrato e dei sistemi di sviluppo. Gli indicatori hanno quindi una funzione diagnostico-analitica in quanto analizzano, studiano e monitorano gli effetti delle politiche sull'ambiente. Hanno una funzione di pianificazione perché permettono di implementare piani e programmi. Infine hanno una funzione di informazione e comunicazione nei confronti del pubblico e degli stakeholder che consente di sensibilizzare e rendere consapevoli delle tematiche ambientali [91].

La definizione di indicatori di sviluppo sostenibile ha inizio con la Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo (UNCED) tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992, lo scopo era quello di fornire delle misure statistiche che dessero un'indicazione della sostenibilità dello sviluppo sociale, ambientale ed economico. L'uso di indicatori per misurare vari aspetti dello sviluppo sostenibile è cresciuto negli ultimi due decenni. Diverse organizzazioni internazionali sono coinvolte nello sviluppo di indicatori e nell'integrazione delle questioni relative al trasporto, con l'obiettivo di realizzare un trasporto più sostenibile a livello locale, regionale e globale. Ci sono i progetti attuati dall'ONU con l'iniziativa per lo sviluppo sostenibile (UnCsd) e dall'OCSE; su scala europea l'Eurostat insieme all'AEA (Agenzia Europea dell'Ambiente) hanno iniziato un percorso comunitario; a livello nazionale si occupano di sostenibilità l'Ambiente Italia, l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT) e l'Istituto Sviluppo Sostenibile Italia (ISSI).

2.1.2 Criteri di qualità degli indicatori

Gli indicatori hanno delle caratteristiche specifiche, infatti l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) definisce delle "Linee guida per la redazione della relazione sullo stato dell'ambiente di livello territoriale" e in particolare specifica quali sono le proprietà che deve avere un indicatore ambientale e i meccanismi di reporting per descrivere in maniera esaustiva le correlazioni tra ambiente e settori antropici [59].

Rilevanza

Gli indicatori ambientali devono essere rilevanti e utili: devono fornire un quadro rappresentativo delle condizioni ambientali, delle pressioni sull'ambiente, degli impatti e delle risposte della società rispetto all'ambiente.

Devono essere semplici e facili da interpretare mostrando in maniera funzionale gli andamenti dei cambiamenti nel tempo delle condizioni ambientali e delle attività umane.
Gli indicatori devono essere sensibili, perché devono mostrare nel tempo i cambiamenti avvenuti nell'ambiente e nelle prestazioni.
Per essere rilevanti gli indicatori devono fornire una base per poter effettuare eventuali confronti a livello internazionale.
Gli indicatori efficaci nella valutazione della sostenibilità devono fare riferimento a valori soglia, target o a un valore di riferimento con cui confrontarsi per valutare l'allontanamento o avvicinamento all'obiettivo fissato. Per alcuni indicatori è possibile fare riferimento a valori fissati a livello nazionale o internazionale, ad esempio standard di legge, valori medi, valori relativi ad altre entità locali, linee guida stabilite da organizzazioni o istituti di ricerca, obiettivi politici, target specifici con cadenza annuale [21].

Solidità analitica

Solidità analitica, invece, significa che un indicatore per essere consistente dal punto di vista analitico deve avere una base tecnico scientifica.
Deve fare riferimento agli standard nazionali e internazionali e poter essere integrato con i modelli economici e nei sistemi di previsione e informativi pubblici e privati.
Deve presentare attendibilità e affidabilità nei metodi di misura e raccolta dati.

Misurabilità

Gli indicatori devono essere misurabili: devono rendere facilmente disponibili i dati e le informazioni sull'ambiente.
I dati devono essere adeguatamente documentati, devono essere accurati, completi e aggiornati regolarmente seguendo procedure affidabili.

2.1.3 Indicatori aggregati

Gli indicatori aggregati possono rappresentare meglio e più direttamente l'intero ecosistema, evidenziare le interrelazioni tra sottosistemi e componenti e facilitare l'analisi.

Tuttavia ci sono alcuni limiti e sono pochi gli studi che aggregano singoli indicatori in un unico indice composito che misuri la sostenibilità del trasporto merci [42]. C'è il rischio che gli indicatori aggregati siano troppo sintetici e nascondano delle

informazioni. Inoltre è difficile riuscire a soddisfare tutti i criteri per la costruzione di un indicatore, elencati nel paragrafo precedente, soprattutto perché non sempre è possibile ottenere i dati quantitativi corrispondenti agli indicatori che si sono costruiti [100]. Questo è dovuto alla disponibilità dei dati limitata e alla complessità nel tradurre determinate variabili in termini quantitativi.

Ci sono diversi passi da seguire nella costruzione di un indicatore aggregato [99]. Il procedimento di costruzione che si vuole presentare è quello realizzato dalla collaborazione dell'OECD e dal JRC della Commissione Europea di ISPRA [43].
La prima fase per la costruzione di un indicatore aggregato consiste nella scelta di un set di indicatori, comunemente intesi come rapporto tra due componenti. Attraverso l'Analisi Multivariata si studia il grado di correlazione degli indicatori: ci si accerta che gli indicatori scelti non siano ridondanti e non forniscano quindi la medesima informazione.
Nella fase successiva si affronta il problema dei dati mancanti, scegliendo un metodo da adottare, le opzioni sono: omettere l'indicatore che ha un elevato numero di valori mancanti e sostituirlo con un valore medio, oppure usare la retta di regressione per stimare il dato mancante o sostituirlo con un valore vicino.
La fase di normalizzazione è necessaria quando ci sono indicatori eterogenei tra loro e che hanno differenti unità di misura: si devono riportare gli indicatori a una stessa scala in modo da rendere possibili i confronti.
La fase più importante è quella in cui si stabiliscono i pesi e si effettua l'aggregazione. Ci sono diverse possibili metodologie che si possono seguire per questa fase: il metodo della Factor Analysis, l'analisi di regressione, il DEA, l'AHP, i metodi ELECTRE [62].
Un'analisi di sensitività è necessaria per valutare la robustezza degli indici ottenuti. Esistono diversi metodi che possono essere applicati per minimizzare gli effetti di incertezza e soggettività tipici dei processi di costruzione degli indici aggregati.
L'ultima fase è la rappresentazione degli indici aggregati, scegliendo un opportuno metodo grafico.

2.2 Indicatore Corporate

Una volta studiati i criteri per la costruzione di un indicatore aggregato, si può passare alla fase di scelta di un set di indicatori. Il metodo utilizzato è quello della revisione della letteratura.

2.2.1 Metodo di ricerca di un set di indicatori

La misurazione della sostenibilità ambientale ha suscitato un crescente interesse sia tra gli operatori che tra la comunità di ricerca [61]. Negli ultimi anni sono stati compiuti molti sforzi per la misurazione e il controllo delle prestazioni ambientali aziendali. Dato che la complessità della misurazione del comportamento ambientale è aumentata nel tempo, sono stati proposti diversi modelli.

Dall'analisi della letteratura è stato possibile identificare alcuni degli studi più importanti e catalogarli per obiettivo, procedura adottata, limiti e anno di pubblicazione. Una tabella riassuntiva si trova nell'*Appendice A*.

Attraverso questa analisi si possono descrivere brevemente alcune delle procedure utilizzate per la costruzione di indici ambientali aggregati.
Uno strumento molto presente in letteratura è il Life Cycle Assessment (LCA). Si tratta di un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita [55]. Un simile approccio consiste nel valutare gli attori e le altre parti interessate che fanno parte della catena di approvvigionamento.

Altri autori hanno costruito indicatori di prestazione ambientale identificando dei gruppi di indicatori sulla base dell'obiettivo di valutazione: trasporto e magazzinaggio, pratiche in materia di imballaggio, rifiuti e logistica inversa, politiche di gestione [84], sistemi informativi di gestione della flotta, tecnologia dei veicoli.

Le emissioni inquinanti e il consumo energetico sono menzionati da diversi studiosi come metriche delle prestazioni ambientali. In particolare, per quanto riguarda l'emissione di carbonio, esistono una serie di standard globali di audit del carbonio per misurare l'intensità di carbonio della catena di approvvigionamento e per stimare la quantità totale di CO_2 emessa, come lo strumento del Carbon Footprint, che verrà analizzato all'interno di questa Tesi successivamente.

Durante questa fase di ricerca, sono state anche effettuate delle analisi su alcuni dei servizi di logistica e quello che si può subito concludere è che ogni azienda elabora le proprie procedure di calcolo delle emissioni. Gli obiettivi di riduzione del carbonio che i grandi fornitori di logistica hanno dichiarato variano ampiamente nella scelta della metrica, nei tempi, nella portata e nella scala di riduzione. Talvolta le aziende fissano degli obiettivi non adeguati e promulgati per ragioni di marketing, piuttosto che ambientali. Tutto questo rende molto difficile valutare quali siano le imprese che perseguono gli obiettivi di riduzione del carbonio più ambiziosi.

2.2.2 Set di indicatori

A seconda degli autori e degli studi, possono essere identificate diverse macro aree su cui le imprese che offrono un servizio di trasporto merci possono intervenire per migliorare la propria sostenibilità ambientale. Di seguito si propone una suddivisione degli indici facendo riferimento alla letteratura analizzata [11]. Si identificano 6 macro aree a cui appartengono gli indicatori: rifiuti e logistica inversa, imballaggi, infrastruttura, governance, compliance aziendale, strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti.

Per ogni indicatore è presente, in *Appendice B*, una definizione, l'unità di misura proposta, gli autori di riferimento.

Rifiuti e logistica inversa

La logistica inversa è definita come il processo di pianificazione, attuazione e controllo del flusso efficiente ed economico di materiali grezzi, dell'inventario dei prodotti finiti e le relative informazioni dal punto di consumo al punto di origine ai fini del recupero del valore o del corretto smaltimento [61].

La logistica inversa include iniziative di riduzione dei rifiuti, trasporto e smaltimento, riciclaggio e riutilizzo dei materiali e riduzione dei consumi, ove possibile, prestando attenzione anche ai rifiuti speciali. L'obiettivo è quello di assicurare un utilizzo efficiente dei materiali in tutti gli stadi del loro ciclo di vita e all'interno della supply chain. Un elemento da tenere in considerazione è anche la valutazione dei danni ambientali causati dallo smaltimento dei veicoli, utilizzando un metodo di analisi del ciclo di vita (LCA).
Per ridurre gli sprechi dal lato del consumatore finale, le aziende possono creare delle politiche di gestione di reso che siano sostenibili per l'ambiente, scegliere un imballaggio che sia riutilizzabile per il reso e informare i consumatori sul corretto smaltimento del packaging.

Imballaggi

La gestione del packaging ha effetti significativi sull'ambiente. Secondo alcuni rapporti, gli imballaggi rappresentano circa il 23% del peso totale dei rifiuti [23].

Le iniziative ambientali in questo senso consistono essenzialmente nella riduzione degli imballaggi e nell'uso di materiale riciclato ed ecologico; il trattamento dei rifiuti di imballaggio in modo da rispettare l'ambiente; la riduzione dell'impatto ambientale del ciclo di vita dell'intera catena di approvvigionamento degli imballaggi.

Anche la gestione dei carichi è un'area rilevante per migliorare la sostenibilità ambientale della catena di approvvigionamento: l'ottimizzazione del carico merci, grazie alla riduzione del peso e del volume degli imballaggi si traduce in efficienza del carico, così come l'utilizzo di pallet e container restituibili si traduce in riduzione dei rifiuti.
Un grande vantaggio è dato dall'utilizzo di imballaggi riciclabili o modulari che permettono di normalizzare gli ingombri e di aumentare la sovrapponibilità di colli e pallet.

Infrastruttura

Al fine di valutare le emissioni di gas a effetto serra per l'intera catena di approvvigionamento, è importante includere le emissioni di gas a effetto serra provenienti dai siti logistici. Queste devono comprendere tutte le emissioni dirette e indirette legate all'energia.
Nonostante le attività di magazzinaggio incidono sulle emissioni del trasporto merci solo per l'11%, c'è un crescente interesse verso la realizzazione di edifici sempre più eco-sostenibili e la produzione di certificazioni energetiche. Il magazzinaggio e la bioedilizia includono le iniziative di progettazione ecologica del magazzino e l'efficienza energetica [15].

Le emissioni legate ad un edificio logistico sono principalmente dovute alle attività di utilizzo [81].
Il fattore che costituisce il maggiore consumo dal punto di vista energetico è il controllo della temperatura: gli impianti di riscaldamento, infatti, sono generalmente alimentati per mezzo di combustibili quali il gas metano o il gasolio, mentre gli impianti di climatizzazione e di refrigerazione sono principalmente elettrici. Azioni come l'installazione e lo sfruttamento di impianti fotovoltaici, eolici o di cogenerazione, il miglioramento della coibentazione dell'involucro esterno o l'investimento in impianti geotermici, possono ridurre le emissioni degli edifici e i costi di gestione degli stessi. Si può misurare il consumo di energia quantificando la domanda di energia in tonnellate di olio equivalente e misurando l'elettricità prodotta da fonti rinnovabili.

Un'altra fonte delle emissioni sono gli impianti di illuminazione. Per ridurre questo tipo di impatto ambientale è possibile adottare impianti di illuminazione a basso consumo energetico, sfruttando la luce naturale come fonte di illuminazione interna, utilizzando fonti di energia meno inquinanti, scegliendo un'illuminazione a LED.

Vanno anche considerate le attrezzature per la movimentazione dei materiali, queste producono emissioni dirette dovute ai mezzi alimentati a combustibili fossili e quelle indirette dovute a mezzi di movimentazione elettrici.

Ci sono degli enti indipendenti che valutano gli immobili in base alla loro efficienza energetica. Ad esempio, lo standard internazionale LEED®, tra i più diffusi al mondo, fornisce agli edifici oggetto di certificazione una valutazione (Silver, Gold, Platinum) tenendo in considerazione la scelta del sito, il risparmio dell'acqua, l'efficienza energetica complessiva, la scelta di materie prime e la qualità ambientale interna [56] [80]. Infatti anche la gestione e l'efficienza dei sistemi idrici impatta sulle prestazioni dell'azienda.

Le emissioni sono anche influenzate dai materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture, si devono preferire materiali eco-compatibili, e dall'ubicazione dei centri di distribuzione e dei magazzini rispetto alle aree servite dai corrieri.

In conclusione, un'attenta strategia di progettazione permette di ridurre l'impatto ambientale e questo può essere valutato in maniera quantitativa misurando il risparmio delle emissioni di CO_2 di un magazzino di distribuzione.

Governance

La rilevanza della gestione interna [15] è attestata da diversi studi e coincide con l'area gestionale e quella che riguarda i lavoratori [84], infatti le iniziative di gestione interna nei confronti dell'ambiente coinvolgono sia i manager sia il personale operativo.

L'area gestionale è quella che si riferisce alle competenze manageriali nell'individuazione di obiettivi ambientali appropriati e nella definizione di priorità di sostenibilità all'interno dell'azienda, aspetti chiave per il raggiungimento degli obiettivi. Quest'area include la mission aziendale e i valori dei leader, le attitudini ambientali degli amministratori, le pratiche ambientali e i comportamenti che i manager promuovono nel loro ambiente aziendale.
Una strategia di sostenibilità ambientale esistente e resa pubblica dall'azienda può indicare quale importanza si attribuisce al tema e può anche aiutare a far capire le azioni che l'azienda sta adottando per affrontare la sostenibilità. La trasparenza e sincerità delle aziende è riflessa dalla pubblicazione degli obiettivi di riduzione e i progressi raggiunti. La capacità di segnalare la quantità delle emissioni di gas a effetto serra è essenziale per gli stakeholder esterni e in particolare per i clienti, in quanto si basano su queste informazioni per la loro scelta e per il calcolo della loro impronta a livello di LCA.

Per le piccole e medie imprese (PMI) normalmente le strategie ambientali non sono rese pubbliche, quindi bisogna considerare se la sua assenza è dovuta a mancanza di interesse, o se ci sono altri motivi.
Occorre avere un top management nell'azienda che veda positivamente l'impatto dell'adozione di pratiche sostenibili, che sia coinvolto nella pianificazione operativa associata all'adozione di pratiche verdi, che sia impegnato a realizzare la visione di sostenibilità a lungo termine dell'azienda, che sia responsabile della revisione periodica della visione sostenibile e tenga traccia degli obiettivi raggiunti.

Un'altra area di intervento è quella che riguarda i lavoratori e le collaborazioni interne. Per raggiungere l'obiettivo di migliorare la qualità dell'ambiente è fondamentale formare i lavoratori e sviluppare una sensibilità organizzativa alle questioni di sostenibilità promuovendo le buone pratiche per la raccolta differenziata dei rifiuti, creando degli incentivi per ridurre gli sprechi, creando nuove competenze nei gruppi interaziendali dedicati, consultando e coinvolgendo gli stakeholders nelle decisioni con un impatto ambientali.

Sono poi da incentivare le collaborazioni esterne per il perseguimento di obiettivi ambientali comuni, ad esempio tra venditori e 3LPS, tra i corrieri e gli ideatori di software per migliorare l'efficienza dei trasporti, l'integrazione tecnologica con i fornitori primari del monitoraggio ambientale con strumenti come i calcolatori dell'emissione di energia e CO_2 associate al trasporto merce. Ha un ruolo chiave anche la collaborazione con i fornitori, promuovendo l'adozione di principi di sostenibilità da parte dei contraenti e dei subappaltatori che agiscono per conto della società locale attraverso la definizione di requisiti minimi e misure obbligatorie.

Una logistica eco-sostenibile si può ottenere solo se tutte le parti della supply chain si assumono le responsabilità e si impegnano per ridurre le emissioni inquinanti.

Compliance aziendale

Occorre verificare la conformità dell'azienda con la regolamentazione nazionale e internazionale, valutando le certificazioni ottenute, se rientrano negli standard stabiliti dalle agenzie governative o se ci sono state delle violazioni, se sostengono la regolamentazione attraverso collaborazioni con le autorità.

Tra le motivazioni che spingono ad ottenere una certificazione ci sono quella di prevenire potenziali impatti ambientali negativi, migliorare la consapevolezza ambientale dei dipendenti e rispondere alla domanda dei clienti. Da un'intervista è emerso che oltre il 65% delle aziende intervistate era motivato dalla prospettiva di migliorare la propria immagine e circa il 50% dalla speranza di ottenere l'accesso

al mercato [69]. La certificazione ambientale può quindi essere percepita come uno strumento di marketing. Bisogna quindi verificare che le certificazioni ottenute non siano solo un modo per legittimare le prestazioni ambientali dell'organizzazione, senza necessariamente implicare un impegno ambientale sostanziale [84].

Un altro strumento che utilizzano le aziende è la segnalazione di un rating attraverso sistemi di rating internazionali che valutano le prestazioni aziendali.

Strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti

Le strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti devono essere sostenibili in termini di innovazione tecnologica e di strategie di gestione [61].

Sono state individuate le seguenti iniziative per ridurre le emissioni di inquinanti atmosferici causati dal trasporto merci. Tra le più citate vi è la capacità di innovazione tecnologica del parco veicoli, quali veicoli più puliti e uso di carburanti o veicoli alternativi come veicoli elettrici o ibridi, e l'utilizzo di modalità di trasporto intermodali o multimodali.

È da valutare la capacità dell'azienda nella pianificazione dei trasporti e nella gestione di una rete di distribuzione efficace. L'utilizzo di applicazioni ICT è fondamentale per supportare le funzionalità quali pianificazione, routing, tracciabilità della flotta, monitoraggio e limitazione della velocità di trasporto.
Un elemento importante è la gestione del carico, infatti un sistema in grado di trasportare un peso più elevato in meno spazio, determina un impatto minore sull'ambiente. Le strategie che permettono di rendere efficiente il carico consistono nel consolidamento delle merci, raggruppando più merci provenienti da diverse aree. Tuttavia, nel segmento dell'ultimo miglio, i carichi tendono ad essere più voluminosi che pesanti, per cui la capacità di carico in volume è di solito utilizzata come indicatore di rendimento in aggiunta al l'uso della capacità di carico in peso.

In particolare si tratta di pianificare la logistica in uscita e in arrivo sulla base di informazioni sul traffico in tempo reale, trovare alternative di percorso e di orario efficienti che permettano di evitare la congestione del traffico, creare condizioni favorevoli per il trasporto a pieno carico ed evitare corse a vuoto, ridurre il tempo di inattività dei veicoli.

Un elemento da non sottovalutare, soprattutto nelle aree urbane, è rumore ambientale causato dai mezzi di trasporto.

2.3 Indicatore di Carbon Footprint

Per misurare l'emissione di CO_2 dovuta ai veicoli, l'indicatore che si utilizza è il Carbon Footprint. In questa sezione si definiscono i requisiti minimi e le linee guida che i calcolatori dell'impronta di carbonio dovrebbero rispettare per essere affidabili e coerenti. Successivamente si analizzano le metodologie di calcolo dell'impronta di carbonio e dei concetti correlati per condurre un'analisi comparativa di tali strumenti.

2.3.1 Definizione di un indice di Carbon Footprint

Ci sono indicatori che permettono di effettuare una misura diretta dei fenomeni chimici e fisici che impattano sull'ambiente, come per esempio il calcolo delle emissioni di CO_2; ci sono altri strumenti di misura che si possono utilizzare per esprimere in maniera quantitativa gli effetti indiretti, cioè ciò che produce delle emissioni, attraverso appropriate scale di intensità. Una misura delle prestazioni ambientali più importante e che è comunemente suggerita per i sistemi logistici, è il calcolo delle emissioni [7].

Caratteristiche dello strumento di Carbon Footprint

Il Carbon Footprint o impronta di carbonio è una misura che esprime in CO_2 equivalente il totale delle emissioni di gas ad effetto serra associate direttamente o indirettamente ad un prodotto, un'organizzazione o un servizio [18]. In conformità con il Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra o Greenhouse gas (GHG) da includere sono: anidride carbonica (CO_2), metano (CH_4), protossido d'azoto (N_2O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF_6) e perfluorocarburi (PFCs).
Poiché questo strumento misura la quantità di emissioni di gas a effetto serra generate nell'intero ciclo di vita di un prodotto o servizio, è necessaria l'individuazione e la quantificazione dei consumi di materie prime e di energia in tutte le fasi. L'unità di misura di questo indicatore ambientale è tipicamente l'equivalente in tonnellate (o kg) di CO_2. Le altre emissioni di gas a effetto serra si traducono in emissioni di CO_2 attraverso il Global Warming Potential (GWP), ovvero un parametro numerico che rapporta l'impatto di un'unità di massa di uno specifico gas sul riscaldamento globale, in un arco temporale standard di 100 anni, a quello della stessa quantità di CO_2 nello stesso periodo di tempo. I contributi così ottenuti sono quindi sommati per ottenere il valore complessivo della Carbon Footprint, misurata in tonnellate di CO_2 equivalenti (tCO_2e) [80].

Il Carbon Footprint è un indicatore che ha diversi vantaggi: è facile da comprendere anche da parte di un utente non esperto, misura l'impatto ambientale in maniera quantitativa, permette l'implementazione di strategie per gestire e ridurre le emissioni intervenendo sulle attività più dannose, offre alle organizzazioni opportunità competitive reali di risparmio dal punto di vista energetico, economico ed ambientale.
La difficoltà è che il calcolo delle emissioni richiede informazioni e dati accurati ed affidabili, la cui ricerca non è sempre immediata e semplice; quindi c'è il rischio di effettuare una valutazione errata della Carbon Footprint se non si raccolgono le informazioni giuste. Un altro svantaggio di questo indicatore è che considera i cambiamenti climatici da un'unica prospettiva e considerando una sola categoria di impatto: le emissioni. Questa valutazione, da sola, potrebbe essere riduttiva e restrittiva in campo ambientale, per questo motivo è utile implementare anche un indicatore corporate sulle aziende.

Se per la misura della Carbon Footprint di un prodotto è necessario considerare le emissioni derivanti dall'intero ciclo di vita, nell'ambito del trasporto l'analisi e si suoi confini assumono, seguendo la normativa, delle declinazioni specifiche, distinguendo le emissioni in emissioni dirette e indirette [81].
La misurazione delle emissioni dirette, anche definite Tank-to-Wheel (TtW), è l'approccio che comprende il calcolo delle emissioni di CO_2 che derivano esclusivamente dalla combustione del carburante nel motore del mezzo.
Le emissioni indirette, Well-to-Wheel (WtW), sono invece quelle che derivano da tutti i processi di estrazione, trasporto, raffinazione e combustione subiti dal carburante all'interno del suo intero ciclo di vita. Questo tipo di emissione fornisce un apporto rilevante nelle emissioni totali di un mezzo di trasporto. Le emissioni indirette, infatti, assumono sempre un segno positivo, mentre è interessante notare che l'emissione diretta di CO_2 che deriva dalla combustione di Bio-diesel è nulla, poiché la CO_2 emessa durante la sola combustione viene compensata da quella assorbita nella coltivazione.

Il Carbon Footprint applicato ai servizi di trasporto è una metodologia utilizzata per fornire informazioni sulle emissioni di gas a effetto serra ed è considerata un mezzo per ridurle, sia sul lato della domanda che su quello dell'offerta del mercato. Gli utenti dei trasporti, come i venditori online, possono includere l'efficienza dei gas a effetto serra come criterio nella loro decisione sui trasporti, mentre gli operatori dei trasporti possono a loro volta ridurre le loro emissioni per migliorare la loro posizione competitiva. Ciò può creare una situazione vantaggiosa per tutti, poiché

le imprese saranno incentivate ad attuare misure di riduzione dei gas a effetto serra, riducendo di conseguenza i costi delle operazioni di logistica.

Il calcolo dell'impronta di carbonio dei servizi di trasporto può variare a seconda delle applicazioni: può coprire il trasporto effettuato dalla flotta della società, i trasporti effettuati da subappaltatori (Scope 3), i processi di trasporto ausiliari come lo smistamento, i processi di trasporto iniziali e finali che caratterizzano le reti logistiche, i processi ausiliari in siti logistici come il magazzinaggio, i processi ausiliari derivanti dal ciclo di vita dei veicoli e delle infrastrutture.

Linee guida per il calcolo del Carbon Footprint

Il GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard [1] contiene specifici principi, concetti e metodi per le organizzazioni per il calcolo e la segnalazione delle loro emissioni. La Green House Gas Initiative è una partnership multi-stakeholder tra l'industria e le istituzioni non governative che è amministrata dal World Resource Institute WRI (Washington, USA) e il World Business Council for Sustainable Development WBCSD (Ginevra, Svizzera). Nel 1998 la Green House Gas Initiative ha iniziato a sviluppare uno standard per il calcolo e la pubblicazione delle emissioni di gas a effetto serra causate dalle aziende, con l'obiettivo che questa metodologia sia approvata a livello internazionale.
Nel 2011 sono stati pubblicati due standard, uno relativo alla contabilità e rendicontazione del ciclo di vita del prodotto e l'altro riferito alla corporate value chain (Scope 3), quest'ultimo è il più rilevante rispetto ai servizi di trasporto. Sono inclusi nello standard GHG del calcolo delle emissioni tutte le sei emissioni di gas a effetto serra identificate con il protocollo di Kyoto. Il calcolo delle emissioni si riferisce all'intera catena del valore, che comprende i processi propri dell'azienda (Scope 1 e 2) e subappaltati (Scope 3), compresi tutti i processi di trasporto e relativi all'ubicazione. Contrariamente alla norma EN 16258, che contiene una serie di fattori di conversione dell'energia, il protocollo GHG non fornisce alcun dato predefinito da utilizzare.

Di seguito sono riportati gli step sequenziali da svolgere per contabilizzare, monitorare e effettuare il reporting delle emissioni GHG.
La prima fase consiste nell'analizzare e definire i confini: identificare quali sono le attività e le fonti da includere nel conteggio del Carbon Footprint a seconda del livello di responsabilità dell'organizzazione.
Successivamente si devono monitorare le emissioni nel tempo, scegliendo un anno di riferimento in cui valutare l'impronta climatica, per poter poi effettuare delle com-

parazioni sull'andamento delle emissioni nell'anno.
Per poter calcolare delle emissioni GHG occorre quindi identificare le fonti di emissione, selezionare un approccio di calcolo, raccogliere i dati e scegliere i fattori di emissione, applicare gli strumenti di calcolo, raccogliere e riepilogare i risultati ottenuti.
Deve poi gestita la qualità dell'inventario nel rispetto dei principi di contabilità e comunicazione delle emissioni.
Si può contabilizzare la riduzione dei GHG, segnalare e comunicare all'esterno, verificandone le emissioni in modo da comunicare agli utenti informazioni sicure e fedeli.
Infine, è possibile impostare degli obiettivi di riduzione dei GHG.

La normativa europea CEN standard EN 16258 "Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)", pubblicata nel 2012, fornisce una metodologia standard per il calcolo e la dichiarazione del consumo energetico e delle emissioni di gas a effetto serra dei servizi di trasporto di merci e di passeggeri.
La norma CEN stabilisce le seguenti fasi per il calcolo delle emissioni di CO_2: l'identificazione dei confini dei servizi di trasporto, il calcolo del consumo energetico di ciascun servizio, il consumo energetico totale per servizio, la conversione del consumo energetico in emissioni di gas a effetto serra, l'assegnazione delle emissioni di gas a effetto serra ai diversi beneficiari del servizio di trasporto (per il trasporto con più clienti), le dichiarazioni e le informazioni relative ai clienti. La norma CEN definisce chiaramente i processi da inserire ed escludere nei calcoli e specifica anche una serie di fattori di conversione predefiniti per calcolare le emissioni di WTW CO_2 derivanti dal consumo energetico.
La norma CEN è l'unica norma specificamente incentrata sull'impronta di carbonio nei trasporti, tuttavia i calcoli conformi alla norma CEN possono differire su diversi aspetti, ostacolandone la comparabilità.

Altri standard per il calcolo delle emissioni di carbonio sono le norme ISO, precedentemente descritte, le specifiche per la valutazione delle emissioni di gas a effetto serra prodotte durante il ciclo di vita di beni e servizi PSA 2050 a cura del British standard Institution (BSI) aggiornate nel 2011, il calcolatore di Carbon Footprint per i prodotti e le organizzazioni Organisation Environmental Footprint (OEF) e Product Environmental Footprint (PEF) sviluppati dal Joint Research Centre of the European Commission e DG Environment.

Criteri di qualità di un indice di Carbon Footprint

La bontà di un indice di Carbon Footprint viene definita dalle seguenti caratteristiche [20]. L'ampiezza considera quali attività sono incluse nel calcolo dell'indice, come la modalità di trasporto, le attività di magazzino, ecc.

La profondità valuta se la misura include le emissioni dirette dovute al combustibile che viene bruciato, e quelle indirette dovute all'estrazione, raffinamento e al trasporto del combustibile. Il metodo del LCA include anche le attività di produzione, smaltimento e mantenimento del veicolo usato per il trasporto.

La precisione è il livello di dettaglio fornito dalla misura e dipende dal livello di aggregazione dei dati (ad esempio se si distingue le modalità di trasporto, come si alloca la merce che condivide il trasporto, quale fattore di emissione si sceglie).

La comparabilità è il grado con cui le misure possono essere comparate nel tempo e tra diverse organizzazioni.

La verificabilità è il livello di sicurezza dei risultati ottenuti e del metodo applicato.

2.3.2 Approcci di calcolo

Negli ultimi anni il calcolo del Carbon Footprint è diventata una misura sempre più utilizzata, come dimostra il crescente numero di operatori che segnalano la propria impronta, nonché la molteplicità di iniziative e strumenti di impronta di carbonio ora disponibili. È presente un'ampia gamma di metodologie di calcolo delle emissioni di CO_2, rivolte sia ai singoli clienti sia alle aziende, e ciascuna con diversi livelli di accuratezza e dettaglio. Si basano su formule semplici e statistiche medie, misurando il numero totale di chilometri, valori medi dei fattori di carico, del tipo di attrezzatura, dell'uso del combustibile e ricavando le emissioni totali stimate [23]. Sebbene esistano numerosi contributi normativi e legislativi sul calcolo della Carbon Footprint, ad oggi non esiste uno standard condiviso che descriva nella loro interezza le modalità di calcolo di Carbon Footprint per il trasporto delle merci. Inoltre, l'esistenza di così tante iniziative, ciascuna con una propria metodologia e dati, rende l'impronta di carbonio disponibile incomparabile e inadatta per l'analisi comparativa dei diversi operatori di trasporto. I tentativi di armonizzare i calcoli dell'impronta di carbonio nel settore dei trasporti sono stati quindi avviati diversi anni fa sviluppando norme e orientamenti per tali calcoli.

Dall'analisi della letteratura emergono due metodi principali per il calcolo delle emissioni: un metodo basato sulla stima del consumo di carburante e un metodo

basato sulla distanza percorsa dal veicolo. In generale, il primo approccio è più adatto alla stima delle emissioni di CO_2, mentre il secondo approccio da una migliore stima delle emissioni di CH_4 e N_2O [30].

Il calcolo effettuato con il primo metodo e sulla base di IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories calcola le emissioni per tipologia di veicolo (a) e tipo di carburante utilizzato (b) e adotta la seguente formula.

$$ECO2_{a,b} = \sum [EF_{a,b} * FC_{a,b}] \tag{2.1}$$

Dove

$ECO2_{a,b}[kgCO_2]$ sono le emissioni di CO_2 relative al veicolo di tipo j;
$EF_{a,b}[gCO_2kg]$ è il fattore di emissione del veicolo j basato sul consumo di combustibile;
$FC_{a,b}[kg]$ è il consumo totale di combustibile del veicolo j.

Il calcolo del Carbon Footprint seguendo il secondo approccio richiede un maggior numero di dati: la distanza percorsa e i fattori di emissione per tipo di veicolo (a), tipo di carburante (b), tecnologia di controllo delle emissioni (c) e condizioni di funzionamento (d). Questo approccio ha la seguente formulazione.

$$ECO2_{a,b,c,d} = \sum_{a,b,c,d} [EMF_{a,b,c,d} * d_{a,b,c,d}] \tag{2.2}$$

Dove

$ECO2_{a,b,c,d}[kgCO_2]$ sono le emissioni di CO_2 relative al veicolo di tipo j;
$EMF_{a,b,c,d}[gCO_2km]$ è il fattore di emissione del veicolo j basato sulla distanza percorsa;
$d_{a,b,c,d}[km]$ è la distanza totale percorsa dal veicolo j.

Se è disponibile la misura del carburante consumato, questa diventa una misura affidabile. Per una stima più dettagliata è possibile includere l'utilizzo addizionale di combustibile dovuto alla fase iniziale di accensione del motore da freddo.

Fattore di emissione

Il fattore di emissione (EF) è un indicatore che permette di descrivere una particolare attività emissiva ed è dato dal rapporto tra le emissioni di un inquinante da una

determinata fonte e l'unità di indicatore diretta (proxy) della fonte stessa. Il fattore di emissione può essere moltiplicato con la quantità di combustibile consumato dal veicolo, se si utilizza il primo approccio di calcolo del Carbon Footprint, oppure può essere moltiplicato con la distanza, ottenendo così l'efficienza del veicolo (MPG o L/100km).

Il fattore di emissione si distingue in fattore diretto, se il combustibile che viene bruciato all'interno del veicolo, e fattore indiretto, se include e stima l'emissione che risulta dall'estrazione e raffinazione del combustibile. C'è un terzo fattore di cui si può tenere conto: le emissioni dovute all'utilizzo delle strutture. Le emissioni di greenhouse gas nelle strutture derivano dalla produzione di elettricità e dal sistema di controllo della temperatura. I magazzini giocano un ruolo importante nella logistica: si deve tenere conto delle emissioni che derivano dal riscaldamento e condizionamento della struttura, le movimentazioni delle merci interne al magazzino e l'utilizzo degli uffici per il personale.

Il fattore di emissione di CO_2 si basa su un gran numero di variabili, quali il fattore di carico, i viaggi a vuoto, la densità delle merci trasportate, la tipologia di strade, il percorso.

Nel mondo ci sono tavole contenenti i coefficienti di emissione di CO_2 e altri GHG e si differenziano per la tipologia di calcolo utilizzata. In Italia il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del Mare ha definito una tabella dei parametri standard nazionali per il monitoraggio e la comunicazione dei gas ad effetto serra. Sono gli stessi coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO_2 nell'inventario UNFCCC.
Il fattore di emissione può variare da paese a paese per lo stesso combustibile, poiché possono essere applicate miscele diverse. In Inghilterra ad esempio ci sono le tavole del National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI), di EPA Climate e del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA).
Quando si utilizza il fattore di emissione nel calcolo del Carbon Footprint è importante utilizzare i nuovi valori se sono stati aggiornati.

Assegnazione delle emissioni

Il calcolo del Carbon Footprint può essere basato su vari livelli di aggregazione. Si possono considerare le emissioni di gas a effetto serra prodotte dall'intera azienda (fornitore di servizi logistici), prodotte da un servizio logistico intermedio (veicolo o tragitto), oppure le emissioni assegnate a una spedizione (singola consegna) o a un cliente (user del servizio di logistica).

Quando è necessario valutare le emissioni di CO_2 dovute al trasporto e relative ad una sola unità trasportata, l'opzione standard è quella di allocare le emissioni sulla spedizione esaminata in base al suo peso fisico. Sebbene il peso sia l'unità più comune per la misurazione del carico, altre unità per la misurazione della quantità di carico sono i pallet, i TEU (misura standard di volume nel trasporto dei container ISO), il metro cubo e il la percentuale di carico. Il peso del carico a bassa densità viene solitamente convertito in un "peso volumetrico o dimensionale" basato su un fattore di conversione della densità standard.

Per valutare il metodo di allocazione delle emissioni occorre, inoltre, fare una distinzione tra i diversi sistemi di trasporto: trasporto diretto dedicato con spedizione singola o spedizione frequente, trasporto condiviso [73].
Il trasporto diretto dedicato con spedizione singola si ha quando il trasporto viene effettuato una sola volta da un veicolo che viaggia direttamente dallo spedizioniere al destinatario. Il metodo NTM suggerisce l'uso di un grado di utilizzo del 50% della capacità di carico massima quando si trasporta il carico al destinatario.
Il trasporto diretto dedicato con spedizioni frequenti si ha quando il trasporto viene effettuato ripetutamente da un veicolo che viaggia avanti e indietro tra lo spedizioniere e il destinatario. Questo può significare che si ha un viaggio a vuoto oppure che trasporta merci anche nel viaggio di ritorno. Il metodo NTM suggerisce l'uso di un grado di utilizzo del 75% della capacità di carico massima quando si trasporta il carico al destinatario.
Con sistemi di trasporto condivisi si intende una rete di diversi veicoli e terminali impegnati nel trasporto delle merci. L'obiettivo è quello di ottenere un elevato utilizzo della capacità integrando più spedizioni, a scapito di tempi di transito più elevati e distanze effettive di trasporto più lunghe.

Quando un servizio trasporta merci per più di un cliente, come in quest'ultimo caso, si dovrà prendere in considerazione come assegnare a ciascuno proporzionalmente le emissioni di gas serra. Lo si può fare assegnando il numero di consegne per cliente oppure la proporzione di carico occupato sul veicolo. Un esempio di questo calcolo è stato effettuato all'interno di uno studio condotto a livello europeo [34] e mostra che il metodo di assegnazione scelto ha un impatto significativo sull'assegnazione delle emissioni totali dei veicoli ai diversi clienti.

Input

Dall'analisi della letteratura emergono diversi fattori che influenzano il calcolo del Carbon Footprint. Per ottenere questi dati, le ricerche scientifiche e accademiche si

sono basate sull'utilizzo interviste e focus group rivolti a specialisti logistici e esperti della supply chain [78].
In questa sezione si descrivono i fattori che hanno un impatto diretto sul tasso di emissione del carbonio dovuto al trasporto della merce su strada.

Lo studio di Demir [24] suddivide i fattori in cinque categorie: veicoli, ambiente, traffico, conducente e "operations".

Un'osservazione che si può fare è che molti di questi parametri non sono utilizzati nel calcolo del Carbon Footprint a causa della scarsità di informazioni, della difficoltà nell'ottenere i dati e nel calcolarli, per cui vengono qui riportati puramente a scopo informativo.

Veicoli

Tra i mezzi stradali utilizzati per il trasporto merci compaiono i furgoni, motrici e bilici, in genere alimentati a gasolio ma che vedono l'introduzione recente di sistemi innovativi di alimentazione (ibrida, elettrica, Liquid Natural Gas).

La misurazione del Carbon Footprint è tanto più affidabile quanto più si conoscono il tipo di alimentazione utilizzato e la composizione del combustibile. Per i combustibili fossili si calcola la quantità di CO_2 prodotta dal motore nella combustione, per i veicoli alimentati elettricamente si calcolata indirettamente. La quantità di CO_2 emesso per unità di energia consumata dipende anche dalla presenza di sistemi elettrici sul veicolo, come i sistemi di climatizzazione per la stiva e la cabina del conducente, sistemi idraulici ed elettrici per la movimentazione del carico, ecc.

Ad ogni mezzo di trasporto anche associabile una classe inquinante, che va da Euro 0 a Euro 6. Questi standard indicano il limite legale di emissioni di Co, NO_x e PM. Il progressivo miglioramento tecnologico e dei consumi ha indotto una parallela diminuzione delle emissioni di CO_2, infatti i valori registrati da fonti autorevoli riportano miglioramenti importanti nelle emissioni di CO_2 fino ai motori Euro 4, mentre Euro 5 ed Euro 6 sono in linea all'Euro 5 tranne il fatto che riducono in modo rilevante le altre emissioni inquinanti, PM_x e NO_x in particolare [60].

Si misura il peso del veicolo a vuoto e il peso dei componenti ausiliari del camion. Si valutano la portata, cioè il carico massimo trasportabile dal veicolo, e la massa complessiva a pieno carico, cioè la massa limite che può raggiungere il veicolo a pieno carico per legge, considerando la somma della massa a vuoto del mezzo e del carico massimo.
Il codice della strada definisce la categoria veicolare di appartenenza nell'articolo 47 "Classificazione dei veicoli". In questo caso, si ha a che fare con degli automezzi a motore destinati al trasporto di merci, aventi almeno quattro ruote, appartengono

alla categoria N e si differenziano a seconda della massa massima. Si distinguono principalmente due tipologie di veicoli per il trasporto merci: quelli leggeri utilizzati per la distribuzione (LCV) e quelli più pesanti utilizzati per il trasporto su lunghe distanze (HCV).
Anche il numero di assi del veicolo è influente, in quanto ad ogni assale è associato una massa limite trasportabile.

Si considerano poi le caratteristiche del veicolo: si valuta la forma e la sua resistenza aerodinamica, infatti di si sa che il tasso di emissione di CO_2 è più basso per i veicoli più piccoli. Altri fattori che influenzano l'efficienza del carburante sono la resistenza al rotolamento dello pneumatico, l'utilizzo di lubrificanti a bassa viscosità, la progettazione del motore (dimensione, cilindrata, condizione di manutenzione, se ha un convertitore catalitico, temperatura) e la trasmissione.

Si tiene inoltre conto della manutenzione dei veicoli e dell'età.

Ambiente

Le condizioni ambientali possono influire sulle emissioni: in particolare il tempo meteorologico (temperatura dell'ambiente, velocità del vento, umidità); le condizioni di superficie come il tipo di strada (autostrada, strada urbana, strada "rurale"), il tipo di pavimentazione, le infrastrutture stradali (qualità della carreggiata, della rugosità della superficie), la topografia (pendenza stradale, altitudine).

Traffico

La maggior parte degli studi si concentra sulla distanza percorsa, ma diversi studiosi hanno dimostrato che il consumo di carburante dipende da un fattore fondamentale: la velocità del veicolo.

Alcuni studi [24] hanno ottenuto una velocità di guida ottimale e hanno dimostrato che la riduzione delle emissioni potrebbe essere ottenuta variando la velocità su una rete, tenendo conto delle caratteristiche geografiche della strada, dei limiti di velocità e della densità di traffico. Allo stesso modo anche l'accelerazione e la decelerazione sono influenti.

La guida in aree congestionate, oltre ad aumentare i ritardi, aumenta il consumo di carburante a causa di velocità inferiori a quelle ottimali, con conseguente maggiori emissioni di carbonio.

Guida

La maggior parte dei modelli di consumo di carburante si concentrano sui veicoli, il traffico e le influenze ambientali, ma non catturano le questioni relative al comportamento del conducente che sono relativamente difficili da misurare. Ma le abitudini di guida e i fattori correlati al conducente hanno un impatto sul tasso di

emissione di carbonio.
Il conducente è uno dei fattori che influenzano il consumo di carburante poiché controlla la velocità del veicolo, il tasso di accelerazione e decelerazione, l'utilizzo dei freni, la selezione delle marce, l'impostazione dello spazio tra i rimorchi, il tempo di inattività, la pressione di gonfiaggio degli pneumatici e altro ancora.

Con l'introduzione dei sistemi ITS (Intelligent Transportation System) si ha la diminuzione di incidenti, la segnalazione di criticità sull'efficienza del veicolo, la possibilità di evitare la congestione delle grandi arterie di traffico, l'opportunità per il titolare dell'impresa di autotrasporto di controllare direttamente dalla sua sede la posizione in tempo reale dei veicoli.

La formazione e il monitoraggio dei conducenti possono quindi influenzare il tasso di efficienza del carburante.

Operation

Il fattore più utilizzato per il calcolo del Carbon Footprint è la distanza percorsa, che a sua volta dipende dalla rotta scelta. La difficoltà sta nel calcolare la distanza quando la merce viene trasportata da veicoli differenti e insieme ad altra merce, per cui la distanza non è più il percorso più breve tra il mittente e il destinatario. I dati di "distanza effettiva" più accurati si ottengono dal trasportatore o operatore del veicolo se in subappalto. Tuttavia, se non sono disponibili, è possibile utilizzare dei metodi di calcolo alternativi che incorporano i problemi di routing utilizzando ad esempio Google Maps.

Per un corriere, la dimensione della flotta e la scelta del tipo di veicolo hanno un impatto significativo sul consumo di carburante.
Un fattore rilevante per l'efficienza del trasporto è la saturazione degli automezzi. Per i consumi il driver principale è il peso. Sappiamo che le prestazioni ambientali migliorano notevolmente con l'aumentare della capacità di carico, ma allo stesso tempo il consumo di carburante aumenta con un carico maggiore. Per questo motivo è importante definire il fattore di carico e questo si può approssimare con la formula utilizzata dal metodo NTM.

$$FCLCU = FCempty + (FCfull - FCempty) * LCUweight \tag{2.3}$$

Dove

$FCLCU$ è il consumo di combustibile alla capacità di carico LCU
FC è il fattore di carico a vuoto ($empty$) e a pieno ($full$)

LCUweight è l'utilizzo della capacità di carico, definita come peso della merce su capacità massima

Oltre a calcolare la distanza percorsa con il veicolo carico, occorre infatti misurare anche l'impatto delle quote di corse a vuoto. La quota di corse a vuoto contribuisce a definire il consumo di carburante, essa è associata ai km che intercorrono tra lo scarico del mezzo e il carico successivo. La norma EN 16258 prevede, ad esempio, che questa percorrenza a vuoto debba essere imputata al viaggio precedente, così da poter coprire tutti i chilometraggi effettivamente percorsi. Pertanto, al crescere dei chilometri a vuoto, crescono le emissioni imputate al viaggio stesso [60].

Anche la saturazione in volume è molto rilevante: specie per chi trasporta prodotti leggeri, è cruciale ottimizzare il volume per trasportare un maggior numero di unità logistiche e diminuire il numero di viaggi a parità di quantità [60].

2.3.3 Metodi per il calcolo del Carbon Footprint

La misurazione accurata delle emissioni di carbonio è un requisito essenziale perché le imprese riducano le proprie emissioni di carbonio al fine di garantire che gli obiettivi di emissione siano raggiunti. Ci sono diverse formulazioni disponibili per il calcolo delle emissioni di CO_2 relativamente al trasporto su strada e differiscono per il loro approccio e gli "scope" del sistema, per la struttura dei modelli, per i dati richiesti in ingresso al modello e la loro granularità, per modalità di vezione supportate, per i risultati che si ottengono e la comparabilità di questi.

Questi modelli possono essere in tre categorie principali con complessità crescente [24]: i modelli di fattori che includono i metodi più semplici di calcolo del consumo di carburante, i modelli macroscopici che utilizzano valori medi aggregati per stimare i tassi di emissione, infine i modelli microscopici che stimano il consumo istantaneo di carburante del veicolo e i tassi di emissione a un livello più dettagliato, necessari per prevedere in maniera precisa le emissione di traffico.

Un altro tipo di classificazione [20] dei metodi di calcolo del Carbon Footprint è stato fornito dal MIT Center for Transportation Logistics (CTL). Sono stati identificati più di 60 programmi e strumenti dall'analisi della letteratura, tramite contatti con le imprese, dagli studi universitari, dal governo e società non-profit e sono stati suddivisi in quattro approcci: modelli e simulazioni, questionari, metodi di valutazione del ciclo di vita (LCA), metodi econometrici.

Per ogni modello è utile analizzare gli obiettivi che si vogliono raggiungere, la formula e i dati di input richiesti, se esistono delle stime dei fattori di conversione

dell'energia, i limiti dei modelli, le applicazioni. Tutte queste informazioni sono riassunte in una tabella che si trova in *Appendice C*, mentre qui si analizzano nel dettaglio alcuni dei modelli.

Metodo IPCC

All'interno delle linee guida relative all'IPCC del 2006 [50] si fornisce una metodologia per la stima delle emissioni di gas a effetto serra.
Si identificano cinque principali categorie di emissione: energia; processi industriali e uso dei prodotti; agricoltura, silvicoltura e altri usi del suolo; rifiuti e altro. Le emissioni derivanti dal trasporto rientrano nella categoria dell'energia.

Ci sono tre livelli di complessità del metodo sviluppato dall'IPCC: Tier 1 è il metodo base che utilizza fattori di emissione predefiniti, Tier 2 è il metodo intermedio che utilizza i fattori di emissione specifici di un paese, Tier 3 è il metodo più avanzato e accurato che utilizza modelli, misure e dati dettagliati sulle emissioni, per questo motivo è anche l'approccio più costoso.

Le linee guida dell'IPCC prevedono metodi per cinque diverse fonti: strada, ferrovia, navigazione fluviale, aviazione civile e fuoristrada. Per ciò che riguarda le emissioni dovute al trasporto stradale la formula proposta è stata precedentemente esposta nella sezione sugli approcci di calcolo.

Metodo NTM

Il metodo NTM (Network for Transport and Environment) [85] utilizza un approccio basato sui modelli e simulazioni: si utilizzano modelli matematici e informatici per stimare i consumi di carburante e le emissioni dei veicoli.

Questo metodo è stato sviluppato principalmente per gli operatori del mercato dei servizi di trasporto su strada, rendendo possibile valutare la propria impronta di carbonio individuale.

Ha un elevato livello di dettaglio e la metodologia fornisce stime per i valori dei parametri che sono sconosciuti ad un'azienda o a un fornitore di servizi logistici.
È un metodo bottom-up che è caratterizzato da una certa ampiezza e profondità, infatti considera solo le emissioni legate al trasporto e non le altre attività di logistica, tiene conto delle emissioni di CO_2 e include anche CH4 e N2O, considera solo le emissioni dirette della combustione del carburante e non include la produzione di combustibile o il LCA dei veicoli e dell'infrastruttura.

Questa metodologia prende in esame la tipologia di veicolo e il sotto segmento del veicolo: considera, oltre ai veicoli per il trasporto di passeggeri, i light duty trucks

e heavy duty truck suddividendoli per dimensione e associando ad ognuno la classe di emissione Euro. NTM considera il tipo di combustibile utilizzato, lo standard di emissione e il consumo di combustibile. I valori di consumo di carburante tengono conto dei diversi tipi di strada (autostrada, strade urbane e strade secondarie), della pendenza stradale, della situazione del traffico, della distanza percorsa, del tipo di carico, del peso.
Il fattore di emissione NTM è basato sulla capacità di carico totale e sulla capacità utilizzata. Infatti, definisce il carico al 100%, 50% and 0%.
C'è un'ulteriore considerazione da fare: le emissioni relative al viaggio di posizionamento del carico prima del trasporto vengono calcolate e sommate alle emissioni del veicolo durante il trasporto effettivo; se non sono disponibili informazioni sulle distanze di riposizionamento, viene utilizzato un fattore del 20% della distanza di trasporto per calcolare la distanza di posizionamento.

Le limitazioni del metodo NTM sono relative alle approssimazioni fatte sui dati ottenuti. Questo approccio richiede, oltre ai dati sull'utilizzo del veicolo, anche le attuali condizioni operative per essere preciso. Poiché le informazioni fornite dai costruttori dei mezzi sul consumo medio di carburante dei veicoli non consentono di ricavare le emissioni di CO_2, le misurazioni per i camion che trasportano merci si basano su test dei motori o su cicli di prova che utilizzano un banco dinamometrico. È stato però dimostrato che questi test sulle emissioni producono dei risultati significativamente differenti rispetto ai parametri reali di guida [70].

L'emissione totale di CO_2 in kg è data dalla seguente formula.

$$E_i = \sum_i [FC_i * d_i * FE] \tag{2.4}$$

Dove

i è il tipo di strada;
$FC[kg/l]$ è il fattore di emissione;
$d[km]$ è la distanza totale percorsa su ogni strada i;
$FC[l/km]$ è il fattore di carico per un certo tipo di strada i.

Metodo GREET

Il metodo GREET utilizza un approccio basato sul metodo Life Cycle Assessment (LCA). Questo metodo va oltre la maggior parte dei metodi di calcolo delle emissioni di CO_2, includendo non solo le emissioni dirette derivate dalla combustione, ma considerando anche le emissioni indirette sull'intero ciclo di vita. In questo modo è

possibile comparare le emissioni derivanti da diversi tipo di combustibile e calcolare le emissioni derivanti dall'infrastruttura, dalla manutenzione, dalla produzione dei veicoli fornendo una visione completa sull'impatto ambientale del settore trasporti. Tuttavia, richiede un tempo di sviluppo lunghi e costi elevati, quindi non è facilmente aggiornabile. Altri metodi che seguono questo approccio sono Ecoinvent e EIO-LCA e consistono in un database che include fattori di emissione per diverse modalità di trasporto e tipologie di veicoli.

Il modello GREET è stato continuamente aggiornato e ampliato, dal 1996 al 2012. Per un dato veicolo e sistema di alimentazione, calcola separatamente il consumo di energia totale e le emissioni di CO_2e.

Metodo DEFRA

Il metodo DEFRA [41] propone una formula per il calcolo del volume di gas a effetto serra prodotto durante i processi di trasporto calcolando l'emissione di CO_2, CH_4, N_2O in $kgCO_2$ equivalenti per unità, da cui si ricavano le emissioni totali dirette di GHG relative allo Scopo 1 (emissioni dovute all'utilizzo di combustibile) e indirette relative allo Scopo 3 (emissioni prodotta con l'estrazione, trasformazione dei combustibili).
La formula per il calcolo delle emissioni GHG per il metodo DEFRA è la seguente.

$$GHG_{TO} = \frac{EC_{ve} + (EC_{vf} - EC_{ve}) * LF}{100 * d * EF} \tag{2.5}$$

Dove

GHG_{TO} sono le emissioni di gas serra per le operazioni di trasporto;
EF è il fattore di conversione dell'energia d è la distanza percorsa;
EC_{ve} è il consumo totale di energia approssimato sulla base del consumo specifico del veicolo v quando è scarico;
EC_{vf} è il consumo totale di energia approssimato sulla base del consumo specifico del veicolo v quando è completamente carico;
LF è il fattore di carico basato sul peso.

EC_{ve} e EC_{vf} sono valori specifici del veicolo e catturano tutti i fattori che influenzano il consumo di carburante; il modello offre dei valori predefiniti da utilizzare quando non sono noti modelli di consumo specifici dei veicoli. Il modello DEFRA suggerisci i valori per il fattore di conversione dell'energia EF per ogni tipo di combustibile, per tonnellata e per distanza percorsa, relativamente a furgoni e piccoli

camion (con un fattore di carico pari al 40%) e camion di grandi dimensioni (con un range di diverso carico). Inoltre questo fattore tiene già conto del fatto che il camion viaggia per parte del tempo da vuoto.

Metodo MEET e COPERT

Il metodo MEET è stato definito in una pubblicazione della Commissione Europea [66]. L'obiettivo è di calcolare le emissioni di trasporto su strada e il consumo energetico per i veicoli pesanti.

Questo approccio si basa su misurazioni su strada e tutti i suoi parametri sono estratti da esperimenti reali. Esso copre varie tecnologie di veicoli per diverse classi di veicoli a seconda del peso.

I fattori di emissione e le funzioni di questo metodo si riferiscono a condizioni di prova standard (ad esempio pendenza zero su strada, veicolo vuoto) e sono tipicamente calcolati in funzione della velocità media del veicolo. A seconda del tipo di veicolo, può essere necessario apportare una serie di correzioni per tener conto degli effetti del gradiente stradale e del carico del veicolo sulle emissioni una volta ottenuta una stima approssimativa.

Il limite di questo metodo è che i parametri sono stati calibrati nel 1999, quindi sono richiesti degli aggiornamenti dato che sono state sviluppati nuove tecnologie per i veicoli e i motori.

Simile all'approccio MEET, il metodo COPERT [17] si sviluppa attorno all'obiettivo di calcolare delle stime delle emissioni a un livello di aggregazione relativamente elevato, sia temporalmente che spazialmente. Utilizza una serie di funzioni di regressione per stimare il consumo di carburante e le emissioni di tutti i principali inquinanti atmosferici; è infatti dotato di un database delle emissioni per classe di veicoli, tecnologia del motore e velocità.

Metodo ECOTRANSIT

Il metodo ECOTRANSIT [28] è stato sviluppato nel 2000 con l'obiettivo di consentire la stima degli impatti ambientali dei trasporti mondiali, compreso quello del trasporto merci, per qualsiasi rotta e qualsiasi modalità di trasporto, mettendo a confronto i consumi energetici ed emissioni inquinanti generati dal trasporto ferroviario, stradale, aereo e navale.

Il calcolo completo può essere eseguito in tre fasi. Il primo passo è quello di calcolare il consumo finale di energia.

$$ECF[t/km] = \frac{ECF[km]}{CP * CU} \tag{2.6}$$

Dove

$ECF[t/km]$ è il consumo finale di energia; $ECF[km]$ è il consumo di energia al km;
$CP[t]$ è la capacità di carico;
CU è la percentuale di capacità utilizzata.

Il secondo passo consiste nel calcolare il consumo energetico a monte.

$$ECU[t/km] = ECF[km] * ECU_{EC} \tag{2.7}$$

Dove

ECU_{EC} è il consumo energetico a monte collegato all'energia.

La terza fase consiste nel misurare il consumo energetico totale.

$$F_{D,M} = D * M * (ECF[t/km] + ECU[t/km]) \tag{2.8}$$

Dove

$M[t]$ è la massa di merci trasportate;
$D[km]$ è la distanza percorsa.

Il consumo di energia e le emissioni sono calcolate tenendo conto della categoria stradale, dalla pendenza e dal modello di guida.
L'influenza del fattore di carico è modellata secondo la HBEFA, un manuale e una banca dati dei fattori di emissione per le attuali categorie di veicoli di trasporto su strada . Oltre ai fattori di emissione a caldo, fornisce anche i fattori di emissione di partenza a freddo e di evaporazione.

Metodo NAEI

Il metodo NAEI (National Atmospheric Emissions Inventory) è stato sviluppato per una vasta gamma di settori. Le emissioni prodotte dal trasporto su strada sono calcolate sulla base di una combinazione di dati sul consumo totale di carburante e sulle proprietà dei carburanti, oppure sulla base di una combinazione di fattori di emissione legati alla guida e di dati sul traffico stradale.

Metodo EPA SmartWay

Oltre agli standard CEN e ISO, il settore dei trasporti ha intrapreso diverse iniziative per determinare l'impronta di carbonio delle attività di trasporto in modo armonizzato. L'iniziativa SmartWay è stata sviluppata dall'Environment Protection Agency (EPA) in USA in cooperazione con altri enti. Il metodo EPA SmartWay serve a definire un fattore di emissione per i corrieri in termini di CO_2 per miglia. I corrieri sono classificati su una scala da 1 a 5, sulla base del loro punteggio.
Il metodo EPA SmartWay si basa su una raccolta dati attraverso questionari somministrati agli operatori del trasporto, da cui è possibile calcolare il fattore di emissione.

Questo programma offre altri strumenti insieme al calcolo delle emissioni per il trasporto merci, infatti svolge attività di raccolta di dati e benchmarking, offre una guida per la scelta delle tecnologie e delle migliori pratiche operative, effettua delle verifiche tecnologiche, dà degli incentivi ai partecipanti al programma e aumenta la loro visibilità attraverso il branding.

Metodo GLEC

Smart Freight Centre (SFC) è un'organizzazione globale dedicata al trasporto merci sostenibile che ha l'obiettivo di creare un settore logistico globale efficiente e a emissioni zero. La loro missione è quella di riunire la comunità logistica globale attraverso il Global Logistics Emissions Council (GLEC) per lavorare verso questa visione.

SFC ha creato il GLEC Framework, l'unica metodologia riconosciuta a livello mondiale per il calcolo e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra logistiche da parte delle aziende. Questo strumento è stato riconosciuto dal Protocollo GHG, da diverse associazioni di settore, nonché dal Piano d'azione globale per il trasporto merci verde delle Nazioni Unite ("Global Green Freight Action Plan" GGFAP) e quasi trenta multinazionali hanno già adottato questo metodo.

Metodo Green Router

Green Router è una piattaforma che permette di stimare e monitorare nel tempo l'impatto climatico delle attività di trasporto, di stoccaggio e delle altre attività direttamente collegate al GHG protocol. Il modello di calcolo delle emissioni è conforme alla normativa EN 166258, è stato accreditato dallo Smart Freight Center in conformità con il GLECFramework.

Ecologistico$_2$ è invece uno strumento per il calcolo delle emissioni online gratuito, sviluppato in collaborazione con GreenRouter, che simula l'impatto climatico della logistica e aiuta a individuare le azioni che possono migliorarlo. Questo strumento permette di calcolare le emissioni di CO_2 prodotte dal trasporto e dalle attività di magazzino, simulare l'effetto del cambiamento di alcune variabili che determinano l'impatto climatico della logistica, creare report delle simulazioni svolte, consultare case study innovativi e schede tecniche delle principali soluzioni e tecnologie per ridurre le emissioni della supply chain, comprendere su quali leve puntare per ridurre le emissioni della logistica.

Da una prima valutazione sul web, si trovano una pluralità di contatori delle emissioni di CO_2 che danno risultati rapidamente. Tra questi calcolatori possiamo citare il calcolatore Sustainable freight, il Carbon Calculator di DHL, lo strumento EcoTransit, il calcolatore *Ecologistico*$_2$.
Si tratta, tuttavia, di calcolatori che richiedendo informazioni superficiali nell'immissione di dati per il calcolo e questo porta a misure poco accurate del risultato e a possibili errori [81].

2.3.4 Carbon Footprint armonizzato

In generale, la portata degli strumenti di calcolo del Carbon Footprint è risultata molto diversa.

Un primo aspetto che varia a seconda del metodo utilizzato è quello dello "scope", ovvero degli elementi da includere o meno all'interno del calcolo. L'ampiezza dei metodi cambia sia per il tipo di sistema a cui può essere applicato, sia per il numero di mezzi inclusi nel calcolo. Mentre alcuni coprono tutti i modi di trasporto pertinenti, altri si concentrano su un modo specifico, rendendo molto difficile il confronto tra i diversi modi di trasporto.

Cambia poi la profondità, cioè la gamma di emissioni dirette e indirette incluse nella misurazione. Per il trasporto merci, la maggior parte degli strumenti copre sia le emissioni di TTW che quelle di WTW. Alcuni strumenti comunicano o includono le emissioni prodotte dalle attività di magazzino e dal riscaldamento, ma la maggior parte non lo fa.

Varia la precisione e quindi il livello di dettaglio fornito dalla misurazione. La maggior parte degli strumenti per il trasporto merci copre tutte le emissioni di gas a effetto serra, sono pochi che si concentrano solo sulle emissioni di CO_2. Un grande impatto sulla precisione dei risultati ottenuti è dato dal metodo di allocazione e dal modo in cui vengono contati i viaggi a vuoto. Anche la portata geografica degli

strumenti di calcolo delle emissioni varia ampiamente ed è correlata ai dati di default utilizzati. In alcuni casi si riscontra perfino una mancanza di una descrizione chiara e completa della metodologia e delle ipotesi.

Un altro aspetto è la qualità del dato in ingresso imposto dalla normativa: il modello adottato deve essere, per quanto possibile, basato sui parametri reali che caratterizzano i viaggi effettuati, mentre eventuali parametri stimati devono provenire da fonti istituzionali o accademiche [80]. La maggior parte degli strumenti si basa sulla norma CEN o sul protocollo GHG, che contribuisce ad aumentare la comparabilità. Anche se basati sullo stesso standard, tuttavia, i metodi di calcolo differiscono ancora in modo significativo [34].
Una problematica forte che si riscontra nel calcolo delle emissioni è la mancanza di dati affidabili, infatti molti degli strumenti valutati utilizza almeno alcuni dati predefiniti. Ciò è dovuto alla limitata disponibilità di dati reali: molti 3LSP hanno difficoltà ad accedere a dati dai loro fornitori e i corrieri di dimensioni minori non hanno le risorse per raccogliere questi dati, spesso perché i loro sistemi di gestione del carburante e del trasporto non tengono traccia di tutti i parametri richiesti o i loro sistemi IT non sono collegati. A questo proposito si può citare il progetto Data Access for Logistics Emissions Accounting and Reporting che mira a sostenere corrieri e gli LSP migliorando l'accesso ai dati, lo scambio e l'integrazione IT [90].

Sul tema dell'armonizzazione degli strumenti di calcolo del Carbon Footprint, si può riportare un recente studio coordinato dal Fraunhofer Institute e finanziato dalla UE [34] basato sulla consultazione di 100 rispondenti, tra cui molte associazioni europee del settore. Questo ha permesso di individuare ostacoli e approcci alla rilevazione del Carbon Footprint, definire un set di qualità che il calcolo dovrebbe possedere e identificare una proposta che mira a far sviluppare sistemi "volontari" di rilevazione e calcolo basati sugli effettivi consumi energetici per permetterne la comparabilità. Sono state individuate quattro questioni rilevanti per ottenere un'impronta di carbonio armonizzata che possa essere prontamente utilizzata per l'analisi comparativa in futuro: la comparabilità dei confini e dell'ambito di applicazione del sistema, la comparabilità della metodologia di calcolo, la trasparenza sulle regole e la definizione, la credibilità e usabilità.

Tra gli sforzi di armonizzazione c'è il progetto COFRET. L'obiettivo del progetto, sviluppato negli anni 2011-2014, era quello di contribuire allo sviluppo di metodologie più standardizzate. Sulla base degli sviluppi della COFRET, il Global Logistics Emissions Council (GLEC) [90] è stato istituito a fine 2013, al fine di allineare le metodologie esistenti. Gli obiettivi del GLEC sono: sviluppare una

dichiarazione comune di visione del settore per quanto riguarda le metodologie e il trasporto di merci eco sostenibile; adottare metodologie armonizzate a livello mondiale per la misurazione e la comunicazione delle emissioni derivanti dai movimenti di merci, che coprono tutte le modalità, i nodi (stoccaggio, punti di trasferimento, ecc.) e le regioni globali all'interno della catena di approvvigionamento dei trasporti; l'allineamento delle iniziative guidate dall'industria; l'impegno attivo e la comunicazione con l'intero settore globale del trasporto merci e altri soggetti chiave come i governi, gli istituti scientifici e di ricerca, le ONG e le agenzie di sviluppo.

Capitolo 3

Questionario e risultati

Dopo aver analizzato il comportamento degli attori della logistica e gli indicatori di sostenibilità ambientale utilizzati per valutare l'impatto dei fornitori di servizi di trasporto, è necessario formalizzare quanto osservato anche dal punto di vista statistico. Per indagare questi aspetti, si è scelto di intervistare i fornitori di servizi logistici tramite la somministrazione di un questionario. L'obiettivo di questo approccio è quello di raccogliere informazioni sui criteri per la scelta dei fornitori di servizi di trasporto, l'importanza che questi ultimi danno alle tematiche ambientali e indagare il comportamento degli utilizzatori dei servizi di trasporto. In questo capitolo si descrive la costruzione del questionario e la scelta degli strumenti statistici per l'analisi dei risultati.

3.1 Creazione del questionario

Il metodo di ricerca che si è scelto per la raccolta dei dati è la somministrazione di un questionario, tipico strumento della rilevazione dell'informazione nell'ambito delle indagini con campioni rappresentativi di popolazione. Il questionario è caratterizzato dalla raccolta delle informazioni in modo standardizzato e attraverso domande strutturate [67]. Inoltre risponde ai criteri di oggettività, qualità delle misure, validità, affidabilità e disponibilità di risorse [89]. La progettazione di un questionario si basa su una precisa metodologia, che in questa ricerca è stata studiata attraverso libri e una ricerca letteraria.

3.1.1 Progettazione

I primi passi da compiere sono quello di definire lo scopo del questionario e stabilire il campionamento.

Per definire lo scopo del questionario occorre preparare gli obiettivi per la ricerca, fare una ricerca della letteratura collegata ad essi, confrontarsi con degli esperti sugli obiettivi selezionati. In questo modo è possibile definire quali sono le aree tematiche, principali e secondarie, gli ambiti e i costrutti che si vogliono indagare e quali sono invece gli argomenti che non saranno inclusi.
Lo scopo di questo questionario è quello di raccogliere le risposte di esperti del settore e validare alcune ipotesi sulla valutazione della sostenibilità ambientale dei servizi di logistica, affrontando quindi il problema di scelta di un fornitore di servizi di trasporto merci.
Le principali aree d'interesse, identificate in questa fase, sono la valutazione dei criteri per la scelta dei fornitori di servizi di trasporto e l'importanza che questi ultimi danno alle tematiche ambientali, l'indagine della domanda e offerta di servizi di trasporto eco-sostenibili.

Una volta studiate le finalità della ricerca e dei risultati che si desiderano ottenere, è possibile individuare la tipologia di questionario da somministrare. Nello scegliere tra le differenti tipologie e nella loro applicazione è necessario tenere in considerazione i punti di forza e di debolezza.
La tecnica che è stata scelta per la rilevazione dei dati è quella del questionario online autosomministrato, ovvero compilato in maniera autonoma dall'intervistato. Questa tecnica rende il sondaggio economico in sede di costruzione, somministrazione, registrazione ed elaborazione dei dati. L'assenza dell'intervistatore permette una maggiore standardizzazione grazie all'assenza di distorsioni dovute all'intervistatore, sottoponendo i soggetti allo stesso numero e allo stesso tipo di stimoli. Permette di avere un risparmio in termini di tempo, poiché è somministrato contemporaneamente ad un certo numero di persone, e permette di raggiungere un campione di maggiori dimensioni. Inoltre ha il vantaggio di poter essere compilato in qualsiasi momento. Gli svantaggi possono essere legati all'attenzione necessaria durante la progettazione del questionario: la lunghezza del questionario e delle singole domande, la costruzione semantica e di contenuto delle domande, la scelta della forma dei quesiti. Inoltre, rispetto a un'intervista, ha un minore grado di flessibilità, poiché le domande non sono modificabili, si perdono le informazioni legate alla comunicazione non verbale, è assente il controllo durante la compilazione quindi il soggetto non può chiedere chiarimenti e la mancata comprensione del quesito può dare dei risultati

poco validi e attendibili. In questo capitolo si affronterà, infatti, il tema delle fonti di distorsione.

Un'altra fase preliminare per la costruzione di un questionario è la definizione del campione a cui si fa riferimento per la somministrazione dello stesso. Il campionamento è il procedimento attraverso il quale si sceglie, dalla popolazione che costituisce l'oggetto di studio, un numero ridotto di casi in modo da consentire generalizzazione dei risultati ottenuti. I vantaggi della rilevazione campionaria fanno riferimento al costo di rilevazione, ai tempi di raccolta dati ed elaborazione, l'organizzazione, l'approfondimento e l'accuratezza. Lo svantaggio è dato dal fatto che fornisce solo un valore approssimato, una stima, che sarà sempre affetta da un errore. Ci sono campioni probabilistici, cioè scelti secondo una procedura rigorosamente casuale, oppure campioni non probabilistici, come il campionamento a scelta ragionata per cui si scelgono gli intervistati in base ad alcune loro caratteristiche.
Il campione probabilistico scelto per questo questionario è quello dei fornitori di servizi di trasporto merce a livello nazionale.
Occorre quindi definire la grandezza del campione [89]. I confini geografici sono determinati dal fatto che i corrieri intervistati servono il territorio italiano. L'unità del campione sono i fornitori di servizi di trasporto, scelti tra aziende di dimensioni diverse e con un differente interesse per l'ambiente. La base del campionamento è composta dal personale esecutivo, manageriale e produttivo che lavora all'interno delle aziende intervistate. Si chiede agli intervistati di specificare il loro ruolo all'interno dell'azienda per differenziare le diverse visioni degli aspetti indagati. Sulla base del campione scelto è inoltre necessario adeguare il linguaggio e la formulazione delle domande del questionario.

3.1.2 Redazione

Prima di iniziare a creare un questionario da zero, è importante cercare archivi di dati da cui ottenere le domande esistenti e utilizzate nelle ricerche [82], assicurandosi che siano rappresentative di quello che si sta cercando e analizzare le scale sull'argomento di interesse. Per questo motivo è stata fatta prima un'analisi della letteratura cercando precedenti questionari sull'argomento. Tuttavia i risultati di questa ricerca confermano la scarsità di studi sul tema d'interesse.

Scelta di un insieme di item

Dopo aver definito il costrutto di interesse e il campione, si passa alla seconda fase, che consiste nel generare un insieme di item in grado di catturare tutti gli aspetti del fenomeno che si vuole studiare. Gli item sono contenuti nel nucleo centrale del questionario e sono la chiave per ottenere le informazioni necessarie dagli intervistati. Includono la richiesta di dati personali (età, sesso, professione, posizione geografica, ecc.), informazioni sul comportamento (ciò che il soggetto fa o ha fatto), informazioni sulle opinioni, preferenze e intenzioni (misurate su ciò che il soggetto sceglie), informazioni sull'atteggiamento (tutto ciò che il soggetto pensa a proposito di un argomento).

Bisogna innanzitutto scegliere la forma degli item da utilizzare. Le domande a risposta aperta non prevedono delle alternative di risposta precodificate, è l'intervistato che sceglie quella migliore per esprimere la propria opinione. Le domande a risposta chiusa, invece, sono seguite da due o più alternative scelte dal ricercatore. I pro e i contro delle due modalità sono speculari: le prime richiedono un compito di recupero e sono utili quando si intendono studiare le salienze soggettive; le seconde hanno il vantaggio rendere confrontabili le risposte di diverse persone e di guidare i rispondenti nella comprensione della domanda, correndo però il rischio di limitare il soggetto nella risposta.
In questo studio saranno preferite le domande chiuse per valutare l'importanza o la frequenza di un problema, un'opinione, un comportamento o un atteggiamento. Saranno invece scelte le domande aperte per approfondire alcune risposte.

Sulla base delle analisi statistiche che si vogliono realizzare con questo questionario, sono state scelte diverse tipologie di domande. Sono state utilizzate domande a scelta multipla quando il soggetto deve scegliere, tra le alternative proposte, quella più adatta per sé alla domanda, al fine di ottenere risposte strutturate che producono dati chiari e facili da analizzare. Le domande gerarchizzate sono state scelte per chiedere agli intervistati di indicare il proprio grado di accordo, l'importanza attribuita ad un oggetto, o la frequenza di un certo tipo di comportamento attraverso una scelta tra categorie ordinate, a cui corrispondono delle variabili ordinali. Infine, in alcuni casi, si è deciso di usare una domanda condizionata a cui può rispondere solo una certa categoria di intervistati.

Scale di misura

Nel costruire una domanda chiusa, grande attenzione deve essere posta sulle alternative di risposta e sulle scale utilizzate.

Per poter misurare concetti complessi e non direttamente osservabili si è scelto di utilizzare in questo questionario delle scale di tipo Likert, lo strumento di rilevazione dei dati più usato in inchieste e sondaggi. È relativamente semplice e veloce da costruire, è flessibile sia rispetto alla lunghezza delle domande sia al numero di esse e alle categorie di risposta.
Il formato delle singole domande della scala di Likert è rappresentato da una serie di affermazioni, per ognuna di esse l'intervistato deve dire se e in che misura è d'accordo. Di solito le alternative di risposta variano da "molto d'accordo" a "fortemente contrario". È necessario prestare molta attenzione alla scelta e alla tipologia di etichette delle categorie utilizzate nelle scale di valutazione, perché variazioni apparentemente minori degli amplificatori utilizzati, ad esempio, usare il termine "fortemente" è differente dal termine "completamente", e il diverso impiego può influenzare le risposte del questionario [44]. Inoltre è importante che le categorie di risposta siano coerenti, per questo si consiglia di mantenere il layout e la quantità delle opzioni costanti [98].

Altre scale utilizzate sono le scale di importanza, per chiedere agli intervistati di valutare l'importanza di una serie di oggetti a loro sottoposti con etichette comprese tra "estremamente importante" e "per nulla importante".
Le scale di frequenza, invece, quantificano la frequenza con cui i soggetti mettono in atto una serie di comportamenti.
Si possono scegliere scale unipolari (ad esempio da 0 a 10), bipolari (ad esempio da -5 a +5), scale verbali o miste. È preferibile scegliere quella unipolare con etichette verbali corrispondenti alle estremità della scala. Attraverso alcuni studi è stato dimostrato che gli intensificatori verbali che sono più efficaci sono "estremamente" e "per niente".

Il numero ottimale di alternative di risposta rimane un argomento di dibattito, ma diversi studi chiave offrono la prova della superiorità di mantenere il numero di sette, più o meno due [35]. Bisogna poi scegliere se avere un numero pari o dispari di alternative, avere o non avere quindi una categoria intermedia. È consigliabile inserirla quando si prevede che i soggetti possano avere effettivamente una posizione intermedia sulla questione e quando si prevede che in fase di codifica non si dicotomizzeranno le risposte in due categorie contrapposte.

Formulazione delle domande

Una volta scelte le domande, è fondamentale seguire alcuni accorgimenti su come redigerle in forma scritta. La formulazione può influenzare fortemente la risposta, per questo motivo bisogna porre molta attenzione al linguaggio, alla sintassi e al contenuto stesso delle domande. Affinché le domande siano buone, devono essere funzionali agli scopi che si propone il ricercatore e devono avere lo stesso significato per il ricercatore e per tutti gli intervistati. Ci sono diverse raccomandazioni utili a guidare la progettazione di un questionario di alta qualità [58].

Le domande devono avere un contenuto sensato e semplice, soprattutto dal punto di vista della difficoltà del tema e del linguaggio. Quest'ultimo deve, inoltre, essere adatto alle caratteristiche del campione studiato. Vari autori sostengono che sia utile ridurre al minimo le complessità grammaticali in modo da ridurre le esigenze cognitive.

Le domande devono essere focalizzate per ridurre l'ambiguità relativa all'argomento che vanno ad indagare. Il modo in cui viene posta una domanda deve indurre tutti gli intervistati a utilizzare gli stessi criteri per affrontarla, per questo non ci devono essere definizioni ambigue. Ad esempio può essere utile specificare se viene chiesta l'opinione del rispondente o quella che pensa essere la media delle idee degli italiani.

In una domanda è bene inserire un solo quesito e non sovraccaricarla di temi, infatti è sconsigliato l'uso di due concetti in un'unica domanda.

Si deve evitare di formulare le domande negativamente, queste creano difficoltà agli intervistati richiedendo più tempo per essere elaborate e hanno una maggiore probabilità che gli intervistati commettano errori.

Le domande non devono essere tendenziose, quindi è da evitare sia di far credere al soggetto che esista una risposta giusta, sia di suggerire loro degli elementi che ne orientano la risposta. Allo stesso modo sono si deve evitare un linguaggio carico dal punto di vista affettivo che potrebbe spingere ad una risposta diversa da quella che la stessa persona potrebbe dare in un contesto differente.
Non si devono far sentire gli intervistati giudicati negativamente, soprattutto negli ambiti dove interviene la desiderabilità sociale.

Un'altra raccomandazione per una chiara formulazione riguarda l'uso di avverbi che indicano la frequenza, questi spesso assumono un significato diverso a seconda dei rispondenti. In generale si consiglia di concentrare le domande sugli atteggiamenti attuali e sui comportamenti molto recenti.

Oltre al numero delle domande che costituiscono il questionario, è rilevante anche la lunghezza delle stesse. Di solito devono essere concise, ma nel caso di tematiche complesse sono preferibili le domande più lunghe che danno il tempo per pensare e agevolano una risposta più articolata.

Un'ultima raccomandazione è che le domande devono essere costruite in modo tale da operare delle discriminazioni significative nel campione degli intervistati.

Struttura del questionario

Mentre il corpo del sondaggio è la chiave per ottenere le informazioni necessarie dagli intervistati, ci sono degli altri elementi del questionario che sono importanti per facilitare la risposta e sono: la prima pagina, le istruzioni, il design della pagina, l'ordine delle domande e gli effetti dell'ordinamento, il raggruppamento delle domande, il percorso di navigazione, la lunghezza del sondaggio.
La maggior parte dei questionari è strutturata in quattro sezioni: l'introduzione al questionario, il nucleo centrale, le domande socio-demografiche e i ringraziamenti.

L'introduzione è importante perché permette di attrarre e motivare il rispondente, guadagnarsi la fiducia degli intervistati e ottenere la loro collaborazione convincendoli del fatto il processo di risposta non richiede un grande sforzo [35].
È opportuno inserire, dopo la prima pagina, una breve frase introduttiva al questionario con le istruzioni per la compilazione. Nell'inviare il questionario è utile accompagnarlo con una lettera di presentazione della ricerca, in cui si esplicitano i riferimenti dell'organizzazione che realizza l'indagine, l'importanza della collaborazione dell'intervistato nel fornire delle risposte, garantendo il suo anonimato e che le sue risposte saranno utilizzate solo per fini di ricerca.
Questo questionario è stato presentato agli intervistati come una ricerca del Dipartimento di Ingegneria Gestionale del Politecnico di Torino, descrivendone brevemente lo scopo e chiedendo la collaborazione degli intervistati nel rispondere dando la loro opinione come fornitori di servizi di trasporto merci.

Molte ricerche mostrano che l'ordine in cui si pongono le domande nel nucleo centrale del questionario è di fondamentale importanza, infatti spesso le domande precedenti influiscono in modo consistente sulle risposte alle domande successive. Inoltre, si consiglia di inserire all'inizio delle domande facili che abbiano lo scopo di rassicurare l'intervistato, di metterlo a proprio agio, di conquistare la sua fiducia.
Le domande più generali dovrebbero precedere le domande più specifiche, facendo attenzione all'effetto contaminazione, cioè al fatto che in certi casi la risposta ad una domanda può essere influenzata dalle domande che l'hanno preceduta.

Le domande impegnative o imbarazzanti dovranno essere collocate a metà dell'intervista, in modo tale da assecondare la curva di interesse dell'intervistato. Alla fine si potranno porre le domande più facili da compilare, che non richiedono uno sforzo cognitivo, come quelle socio-demografiche e di classificazione.

Le domande vanno poi raggruppate in blocchi in modo da facilitare il rispondente; possono essere raggruppate per contenuto, per tipologia o per ordine logico. Infine occorre fornire un sottotitolo per ogni sezione.
In questo questionario si è scelto di seguire l'ordine logico, suddividendo le domande in tre sezioni: criteri di valutazione della sostenibilità ambientale, relazione con i clienti, partnership.

In genere si consiglia di fare dei questionari brevi. Per determinare la lunghezza del questionario bisogna considerare il livello dei rispondenti: la loro responsabilità, impegno e interesse.
In questo studio il questionario è costituito da 17 domande e il tempo previsto per la compilazione è stato stimato essere di circa 10 minuti.

L'ultima sezione del questionario è quella che riguarda i ringraziamenti e i saluti. Si consiglia di lasciare un recapito del responsabile della ricerca per permettere, a coloro che fossero interessati, di ricevere chiarificazioni o restituzioni rispetto allo studio. Infine è necessario specificare cosa gli intervistati devono fare dopo aver concluso il questionario.

Fonti di distorsione ed errori statistici

Nel costruire il questionario e le domande, è necessario avere presente quali sono le possibili fonti di distorsione delle risposte, cioè cosa può influire sul processo di risposta.

Un primo effetto è l'acquiescenza [86], ovvero la tendenza a dichiararsi d'accordo con l'affermazione espressa nella domanda chiusa o a rispondere ad essa indipendentemente dal suo contenuto. L'acquiescenza è promossa da domande poco chiare, poco interessanti o rilevanti, da questionari troppo lunghi, dal poco tempo a disposizione per rispondere e da intervistatori male addestrati. Un modo per limitare questo effetto è quello di creare delle scale bilanciate o delle scale che misurino l'acquiescenza.

Un'altra fonte di distorsione è la desiderabilità sociale, cioè la valutazione, socialmente condivisa, che in una certa cultura viene data ad un certo atteggiamento o comportamento individuale. Può dare luogo a risposte distorte, perché l'intervistato può essere riluttante a rivelare opinioni o comportamenti che ritiene indesiderabi-

li e può essere tentato di dare di sé la migliore immagine possibile, anche se non veritiera, in modo volontario o anche involontario.

In un'indagine campionaria ci possono essere due tipologie di errori: gli errori campionari e gli errori non campionari. I primi sono dovuti al fatto che si osserva solo una parte della popolazione e sono misurabili e controllabili a priori attraverso la teoria della probabilità. La seconda tipologia di errore è dovuta, invece, dalla complessità dell'indagine: l'azione combinata di più fattori può fare in modo che l'osservazione si discosti dalla realtà a causa, ad esempio, di errori legati al rilevamento, alle mancate risposte, alle distorsioni legate agli intervistatori.

Aree tematiche e domande

Questo questionario è composto da 17 domande, le prime sono domande demografiche per identificare le aziende ed enti che hanno partecipato all'intervista e conoscere il ruolo occupato dagli intervistati all'interno dell'azienda, mentre le restanti hanno l'obiettivo di indagare il tema della sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci. Il questionario finale è suddiviso in tre principali sezioni. La prima sezione valuta i criteri per la scelta dei fornitori di servizi di trasporto e l'importanza che questi ultimi danno al tema della sostenibilità ambientale. La seconda sezione indaga la domanda e l'offerta dei servizi di trasporto eco-sostenibili. la terza sezione analizza la possibilità di partnership tra gli attori della logistica.

Sezione 1: Criteri di valutazione della sostenibilità ambientale

Il primo item vuole indagare il problema di selezione del corriere ottimo. Dagli studi della letteratura è emerso che attualmente i principali criteri di valutazione dei fornitori di servizi di trasporto sono: la qualità, l'economicità e la velocità di consegna della merce. Lo scopo di questo item è capire se i fornitori di servizi di trasporto merci sono sensibili al tema della sostenibilità ambientale.
È stato chiesto ai corrieri intervistati di attribuire un valore di importanza ad ognuno di questi criteri, tenendo anche conto dell'impatto ambientale.
Il criterio di flessibilità è stato aggiunto dopo una prima revisione del questionario, questo parametro è infatti un punto focale perché crea un trade off con il costo del servizio e la sostenibilità ambientale.

Attraverso lo studio della letteratura scientifica presente sul tema, sono stati identificati dei parametri per valutare la sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto. Si è quindi chiesto agli intervistati di dare la loro opinione sull'importanza delle misure adottate dalle aziende sul tema della sostenibilità ambientale. Questo item vuole comprendere il peso delle misure che si possono attuare

nel valutare l'impatto ambientale a livello corporate di un fornitore di servizi di trasporto. Nel questionario si riporta una definizione dei parametri indagati e nel Capitolo 2 si trovano gli autori di riferimento e una descrizione dettagliata.

È emersa, inoltre, la necessità di voler studiare se le aziende intervistate abbiano adottato queste misure e da quanto tempo siano state implementate. Questo item permette di misurare in termine di proxy la maturità dell'aspetto della misurazione della sostenibilità ambientale per i fornitori di servizi di trasporto merci.

Per non escludere altri possibili indicatori da prendere in considerazione nel processo di selezione del corriere, è stato domandato alle aziende intervistate se utilizzano altre misure che non sono state nominate. Si è scelto l'utilizzo della domanda chiusa e le opzioni che sono state proposte sono le seguenti: gestione delle politiche di reso, utilizzo di trasporto intermodale/multimodale per le lunghe distanze, condivisione dei veicoli con altri corrieri, compensazione del carbonio, riduzione dell'inquinamento acustico, scelta di partner con cui perseguire obiettivi ambientali comuni, collaborazione con le autorità per sostenere la regolamentazione sull'ambiente, utilizzo di un IT "green".

Sezione 2: Relazione con i clienti

Un'altra area da indagare è quella che riguarda i clienti dei fornitori di servizi di trasporto, ovvero i venditori, e quali sono le loro richieste.

Ci sono numerose indagini sul mercato dell'e-commerce che studiano l'interesse dei consumatori per l'acquisto di prodotti sostenibili e i dati statistici dimostrano che circa il 70% dei consumatori preferisce un prodotto sostenibile. Ci sono invece meno dati sulle scelte che influenzano i venditori.
Si è chiesto quindi agli intervistati di dire se i loro clienti domandano un servizio di consegna sostenibile e richiedono informazioni sulla sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci. Si è deciso di aggiungere anche un'indicazione temporale e il periodo di riferimento è l'anno 2020, in modo da concentrarsi su comportamenti recenti. Lo scopo di questo item è quindi quello di analizzare se l'aspetto dell'impatto ambientale spinga i venditori a scegliere dei fornitori di servizi di trasporto merci sostenibili.

Una volta studiata la domanda dei venditori, si vuole comprendere la loro disponibilità a pagare. È stato quindi chiesto agli intervistati di dire se e quanto farebbero pagare in più un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto e se i loro clienti sarebbero disposti a corrispondere un prezzo superiore per questo servizio aggiuntivo. Inizialmente la domanda era stata impostata chiedendo la percentuale che i corrieri farebbero pagare in più. Tuttavia, in questo modo, il dato non sa-

rebbe stato preciso perché la percentuale dipende dal prezzo iniziale assoluto. Si è quindi deciso di chiedere ai corrieri quali sono i parametri che influenzano un eventuale incremento di prezzo e se i clienti sono disposti a pagare quel delta di prezzo aggiuntivo.

Gli intervistati possono inoltre scegliere quali sono gli aspetti che secondo loro possono influire sul prezzo. Lo scopo di questi item è quello di permettere lo studio del grado di consapevolezza delle aziende nel considerare la sostenibilità ambientale come una risorsa che può impattare positivamente sull'aspetto finanziario. Le opzioni proposte sono: avere un team dedicato alla gestione della sostenibilità, creare dei report interni ed esterni, formare il personale aziendale e i conducenti, ottenere certificazioni ambientali, rendere efficienti i magazzini dal punto di vista energetico, utilizzare mezzi di trasporto efficienti e poco inquinanti, utilizzare software per l'ottimizzazione del carico merci e dei percorsi, monitorare i viaggi, riutilizzare e riciclare i materiali, gestire lo smaltimento dei rifiuti, utilizzare materiali per l'imballaggio eco-sostenibile.

Sezione 3: Partnership

Nell'ultima sezione, si è analizzata la possibilità di costruire delle partnership tra i corrieri e i comparatori o le piattaforme di servizi integrati.

Come emerso dagli studi della letteratura, è necessaria una maggiore collaborazione e condivisione delle informazioni da parte degli attori coinvolti nei processi logistici per poter ottenere una riduzione delle emissioni. Tuttavia molto spesso i dati e le informazioni dei fornitori di servizi di trasporto non sono comunicati all'esterno dell'azienda.
Si è quindi chiesto agli intervistati di specificare quali caratteristiche del loro servizio vogliono che emergano attraverso una partnership, includendo oltre al servizio a basso costo, alla sostenibilità ambientale e alla qualità del servizio, anche la tempestività della consegna e la flessibilità del servizio.

Si è anche domandato se sarebbero disposti a fornire maggiori informazioni sui dati dei viaggi dei loro mezzi per essere selezionati come miglior corriere dal punto di vista ambientale. Lo scopo è quello di comprendere se i fornitori di servizi di logistica sarebbero incentivati a fornire le informazioni in loro possesso, quando selezionati dai comparatori o piattaforme di servizi integrati come fornitori eco-sostenibili.

3.1.3 Pre-test e somministrazione

Prima di procedere alla rilevazione dei dati vera e propria è bene sottoporre il questionario ad un pre-test. È una fase irrinunciabile del processo di costruzione del que-

stionario, necessaria per individuare i principali difetti dello strumento e le eventuali criticità: il vocabolario, la coerenza e l'ambiguità, domande ridondanti o assenza di domande fondamentali, domande tendenziose o ambigue.

Esistono diversi metodi per condurre il pre-test. Un metodo molto utile è quello fondato sul giudizio di esperti. Si fa valutare il questionario ad un gruppo di esperti, questo permette di individuare molti problemi e le relative soluzioni.
Per questa ricerca il questionario è stato sottoposto ad alcune figure professionali competenti nell'ambito della logistica e dei fornitori di servizi di trasporto. Sulla base delle annotazioni, dei commenti e delle risultanze emerse da questa fase di pre-test è stato possibile revisionare e modificare il questionario.

In questa fase sono state apportate delle correzioni sul linguaggio, ad esempio sostituendo il termine "struttura" con "magazzini" per parlare dell'efficienza energetica, in modo da usare un linguaggio chiaro a tutti gli intervistati e meno equivocabile. Per migliorare la comprensione dei contenuti sono inoltre state aggiunte le definizioni dei parametri per valutare la sostenibilità ambientale dei corrieri.
Ponendo attenzione agli item che indagano la frequenza, la domanda n. 9 è stata modificata chiedendo agli intervistati di indicare la percentuale di aziende che domandano soluzioni sostenibili, invece di indicare la frequenza. Infatti è necessario prestare molta attenzione nell'uso di avverbi che indicano la frequenza, poiché potrebbero produrre delle risposte che non sono comparabili tra loro.
Alcune domane, come la n. 8 e la n. 13, sono passate da domande aperte a domande chiuse, dando all'intervistato la possibilità di scegliere tra più alternative. Il rischio nell'utilizzare una domanda aperta è che il compito di recupero della risposta richieda uno sforzo maggiore e può capitare che la domanda non sia interpretata correttamente dall'intervistato, mentre le domande chiuse hanno il vantaggio di permettere un facile confronto tra le risposte ottenute.
Infine si è aggiunta all'inizio del questionario, tra le domande demografiche, la richiesta di indicare il ruolo dell'intervistato all'interno dell'azienda o ente entro cui lavora. In questo modo si potrà studiare come impatta la posizione di un individuo all'interno dell'organizzazione nella visione che ha della sostenibilità ambientale.

La validità di contenuto di questa indagine è stata ottenuta dall'esame critico della letteratura e dalle discussioni con esperti dell'industria e ricercatori accademici durante le fasi di pre-test.

Il questionario, realizzato attraverso lo strumento Google Form, è stato quindi inviato via e-mail alle aziende dei corrieri selezionati e ad altri enti ed associazioni legate ai servizi di trasporto merci, sfruttando i loro contatti per raggiungere un

campione di intervistati più ampio possibile. È stato accompagnato da una email di presentazione per illustrare lo scopo della ricerca e informare gli intervistati sulle modalità di svolgimento dell'indagine, tra cui il tempo necessario per compilare il questionario in modo da dare un'idea chiara di quanto tempo serve dedicare all'indagine, riducendo così la probabilità di abbandono del progetto prima del previsto. Inoltre, per evitare il fenomeno delle mancate risposte, si è scelto di contrassegnare molti degli item, ad eccezione delle domande aperte, come obbligatorie.

È stato somministrato nel periodo tra il 3 Febbraio e il 14 Marzo. Il questionario completo è riportato in *Appendice D*.

3.2 Elaborazione dei risultati

L'elaborazione e l'analisi dei dati di un questionario è un'operazione che richiede una particolare attenzione e conoscenza degli strumenti statistici.
Una volta caricati i risultati in un data set e fatta una revisione, si può procedere con l'identificazione del campione e l'applicazione della statistica descrittiva.

3.2.1 Descrizione del campione

Il questionario è stato somministrato a un gruppo di 108 individui. Di questi il numero totale di rispondenti è stato pari a 30.

La realizzazione del questionario attraverso lo strumento Google Form ha consentito la compilazione online, questo ha permesso di registrare immediatamente le risposte e imporre agli intervistati la compilazione obbligatoria di alcuni item.
La raccolta dei dati è avvenuta tramite un foglio elettronico di Excel: le righe sono relative alle unità statistiche, mentre sulle colonne sono disposte le variabili che corrispondono agli item e alle rispettive modalità di risposta del questionario. Per poter usare i software nelle successive analisi, si è scelto di sostituire i valori stringa con valori numerici.

L'elaborazione dei dati è preceduta da una revisione quantitativa e qualitativa degli stessi. Infatti, dopo la chiusura del questionario, è stata effettuata un'accurata pulizia dei dati al fine di scartare le risposte errate o inappropriate. Sono stati controllati eventuali errori di immissione dei dati, la coerenza delle risposte, i valori mancanti e valori anomali. Durante questa fase gli intervistati che non si sono identificati correttamente, inserendo il nome della propria azienda, sono stati scartati.

Il primo passo di analisi consiste nella stratificazione del campione. Tramite un approfondimento delle aziende intervistate è stato possibile classificare i fornitori di servizi di trasporto per dimensioni dell'azienda, prendendo in considerazione le informazioni sul fatturato dell'anno 2019 e il numero di dipendenti, dove disponibili. Secondo la normativa della Commissione Europea sono considerate piccole imprese quelle che hanno contestualmente meno di 50 dipendenti occupati e un fatturato annuo oppure un totale di bilancio annuo non superiore a 10 milioni di euro. Le medie imprese, invece, sono quelle che contestualmente hanno meno di 250 occupati e un fatturato annuo non superiore a 50 milioni di euro oppure un totale di bilancio annuo non superiore a 43 milioni di euro. Le imprese che non rientrano nei parametri di cui sopra sono da considerarsi come grandi imprese.

Tra i rispondenti al questionario possiamo identificare 18 aziende che si occupano del trasporto merci, di cui 4 di piccole dimensioni, 4 di medie dimensioni e 10 di grandi dimensioni.
Hanno partecipato all'intervista anche 4 enti che si occupano di sostenibilità della logistica. Questi enti sono impegnati nel raccogliere e promuovere le migliori pratiche in ambito green logistics e mobilità sostenibile, sviluppando progetti e attività attraverso la collaborazione fra i soci, rendendosi portavoce del settore del trasporto merci. Le risposte di questi enti sono importanti perché presentano la situazione nazionale del servizio di trasporto merci, frutto di ricerche e collaborazioni.
Si riporta di seguito l'elenco delle aziende di trasporto merci italiane ed enti in ambito green logistics che hanno partecipato all'intervista. Questi dati sono stati trattati e riportati in modo anonimo, solo ai fini della ricerca.

Codice identificativo	Tipologia	Fatturato anno 2019	N. dipendenti	Dimensione
COD01	Azienda	3,9 B €	19.000	Grande
COD02	Azienda	832 M €	2.161	Grande
COD03	Azienda	120 M €	300	Grande
COD04	Azienda	6,5 M €	10	Piccola
COD05	Azienda	390 M €	-	Grande
COD06	Azienda	5,7 M €	7	Piccola
COD07	Azienda	13,02 M €	27	Media
COD08	Azienda	37,94 M €	122	Media
COD09	Azienda	281,05 M €	920	Grande
COD10	Azienda	29,57 M €	66	Media
COD11	Azienda	11,04 B €	129.243	Grande
COD12	Azienda	723,57 M €	1.083	Grande
COD13	Azienda	1,47 B €	3.016	Grande
COD14	Azienda	-	10	Piccola
COD15	Azienda	68,40 M €	250	Grande
COD16	Azienda	32,22 M €	79	Media
COD17	Azienda	11,79 M €	25	Piccola
COD18	Azienda	97,41 M €	253	Grande
COD19	Ente	-	-	-
COD20	Ente	-	-	-
COD21	Ente	-	-	-
COD22	Ente	-	-	-

Figura 3.1: Campione di aziende ed enti intervistati

Il campione intervistato è costituito quindi da 18 aziende e 4 enti, da questi sono pervenute 28 risposte valide.

Il ruolo degli intervistati all'interno dell'azienda/ente può essere suddiviso in tre gruppi di responsabilità: esecutivo, manageriale e produttivo. I ruoli esecutivi sono quelli che riguardano i dirigenti responsabili del funzionamento di uno specifico reparto o dipartimento. I manager e i supervisori sono responsabili della gestione delle attività dell'azienda e del coordinamento dell'area produttiva con l'area esecutiva. Il reparto produttivo è costituito da team di lavoro che si occupano delle aree di marketing, commerciale e risorse umane e sono responsabili della produzione effettiva di un prodotto o servizio.

Questa suddivisione è utile per capire il modo in cui i diversi attori percepiscono il tema della sostenibilità ambientale nel settore del trasporto merci. Inoltre, offre la possibilità di implementare dei test statistici specifici per confrontare le risposte dei diversi gruppi di intervistati ed esaminare se si possano ritenere significativamente diversi.

Figura 3.2: Ruolo degli intervistati all'interno dell'azienda/ente

3.2.2 Esiti delle risposte

In questa sezione si riportano i risultati più significativi ottenuti dalla somministrazione del questionario.

Sezione 1: Criteri di valutazione della sostenibilità ambientale

Le aziende intervistate che si occupano di trasporto merci attribuiscono alla qualità del proprio servizio di consegna la massima importanza. A scalare, i criteri di valutazione di un servizio di consegna sono la velocità, la flessibilità e l'economicità. All'ultimo posto come importanza si ha l'impatto ambientale.

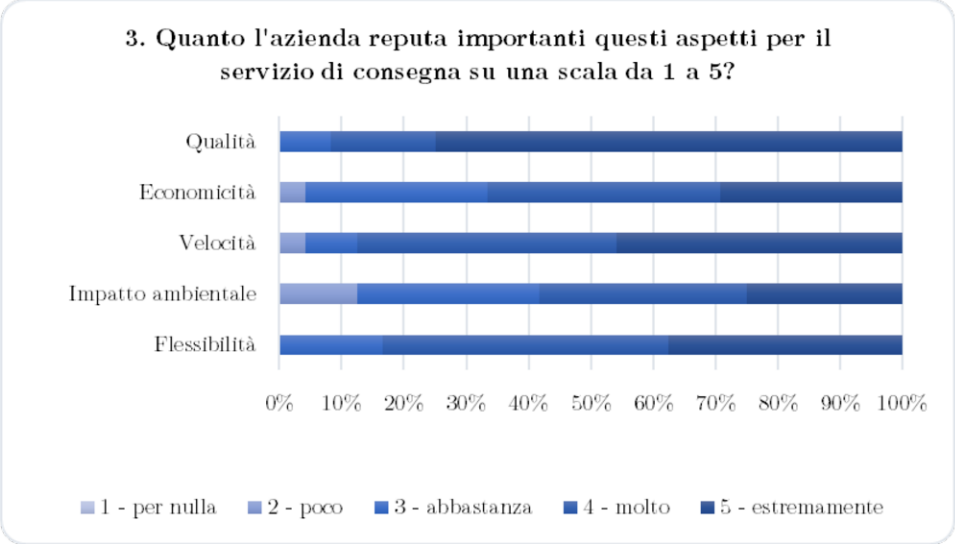

Figura 3.3: Importanza della qualità, velocità, flessibilità, economicità e impatto ambientale di un servizio di consegna

Dalle risposte degli intervistati sull'importanza delle misure adottate dalle aziende nell'ambito della sostenibilità ambientale si ottiene un ranking. L'ordine di importanza è il seguente: riduzione delle emissioni inquinanti, definizione e implementazione di una strategia da parte del management, utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili, conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente, efficienza energetica dei magazzini, logistica inversa.

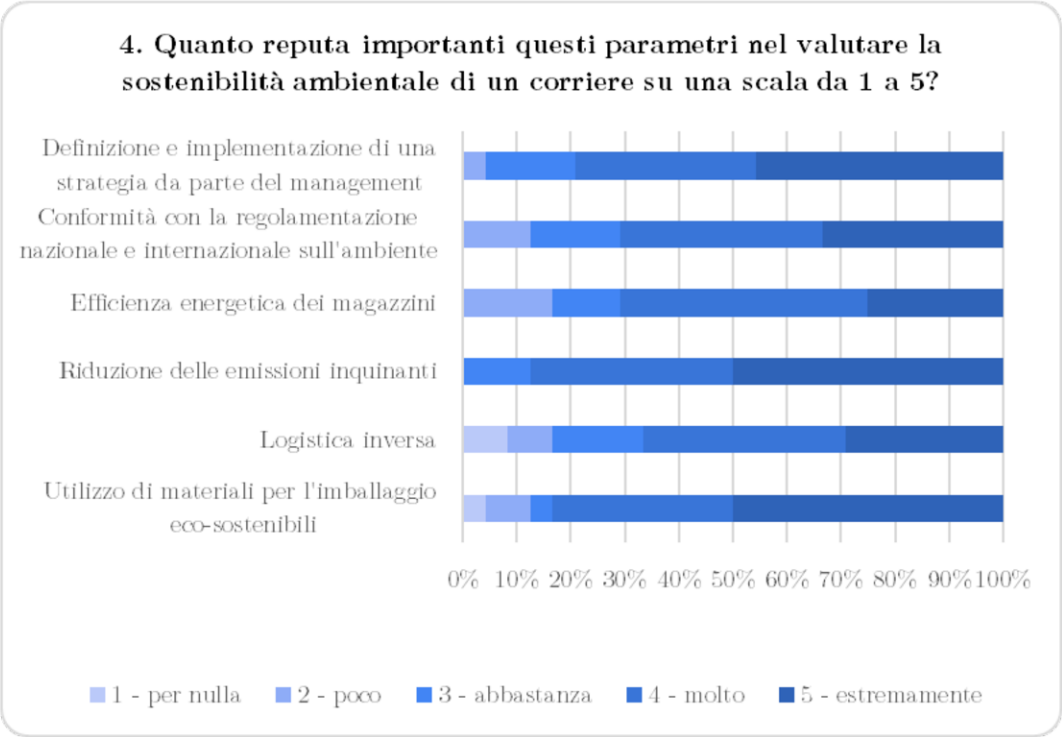

Figura 3.4: Importanza dei parametri di valutazione della sostenibilità ambientale di un servizio di trasporto merci

Chiedendo alle aziende intervistate di dire se e da quanto tempo applicano questi parametri, è possibile definire la maturità delle aziende.
È emerso che il 75% misura se il management dell'azienda definisce e implementa delle strategie. Il 92% delle aziende valuta la propria conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente. Il 79% osserva se i magazzini sono efficienti dal punto di vista energetico. La riduzione delle emissioni inquinanti è misurata dall'83% delle aziende e di queste il 75% l'ha adottata da più di un anno. Il 71% delle aziende valuta le pratiche di logistica inversa. L'utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili è una misura adottata dal 67% delle aziende, ma il 29% l'ha adottata solo nell'ultimo anno e c'è ancora un 33% delle aziende che non osserva l'utilizzo di materiali green per il packaging.

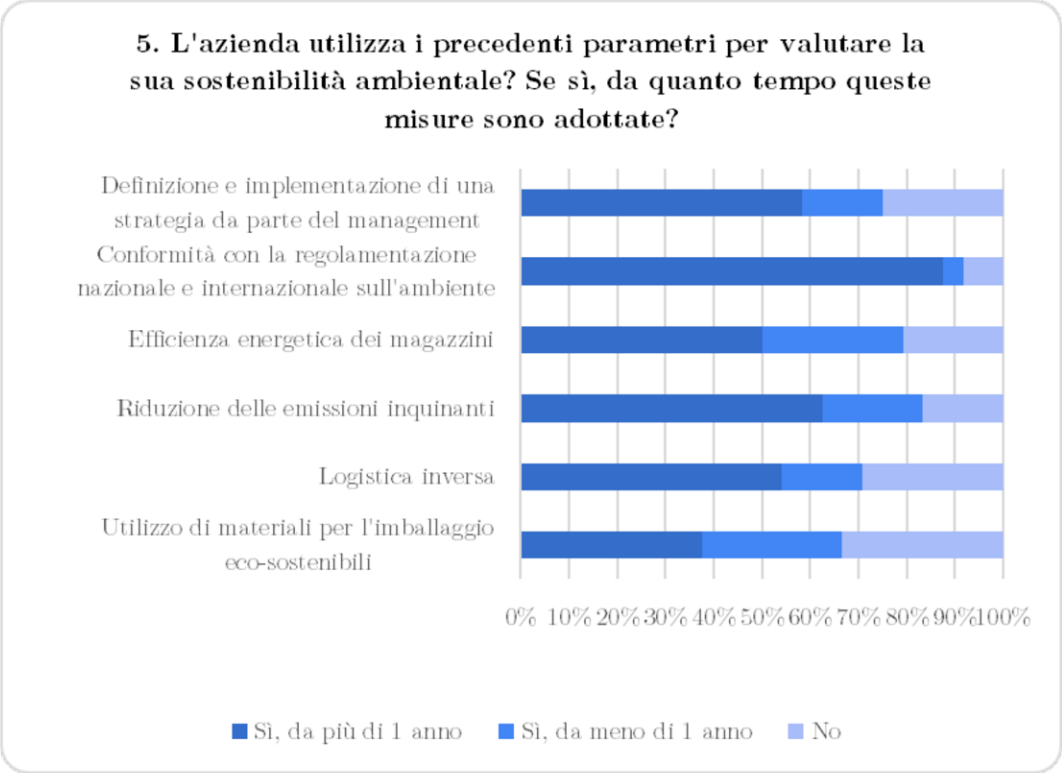

Figura 3.5: Misure per la valutazione della propria sostenibilità ambientale adottate dalle aziende

Per perseguire l'obiettivo di sostenibilità ambientale le aziende hanno risposto di aver messo in pratica le seguenti azioni: ottenere certificazioni, definizione di piani strategici, ottimizzazione nella gestione delle consegne, IT green, investimento nella ricerca e sviluppo, collaborazioni con esperti, gestione raccolta differenziata, pannelli solari per illuminazione magazzino e uffici, utilizzo di packaging riciclabile.

Tra gli altri indicatori che permettono di valutare la sostenibilità ambientale di un'azienda a livello corporate, il 24% degli intervistati indica l'importanza dell'utilizzo di trasporto intermodale/multimodale per le lunghe distanze; il 18% la scelta di partner con cui perseguire obiettivi ambientali comuni; il 13% la compensazione del carbonio; il 9% la gestione delle politiche di reso, la condivisione dei veicoli con altri corrieri e l'utilizzo di un IT "green"; il 7% la riduzione dell'inquinamento acustico e la collaborazione con le autorità per sostenere la regolamentazione sull'ambiente.

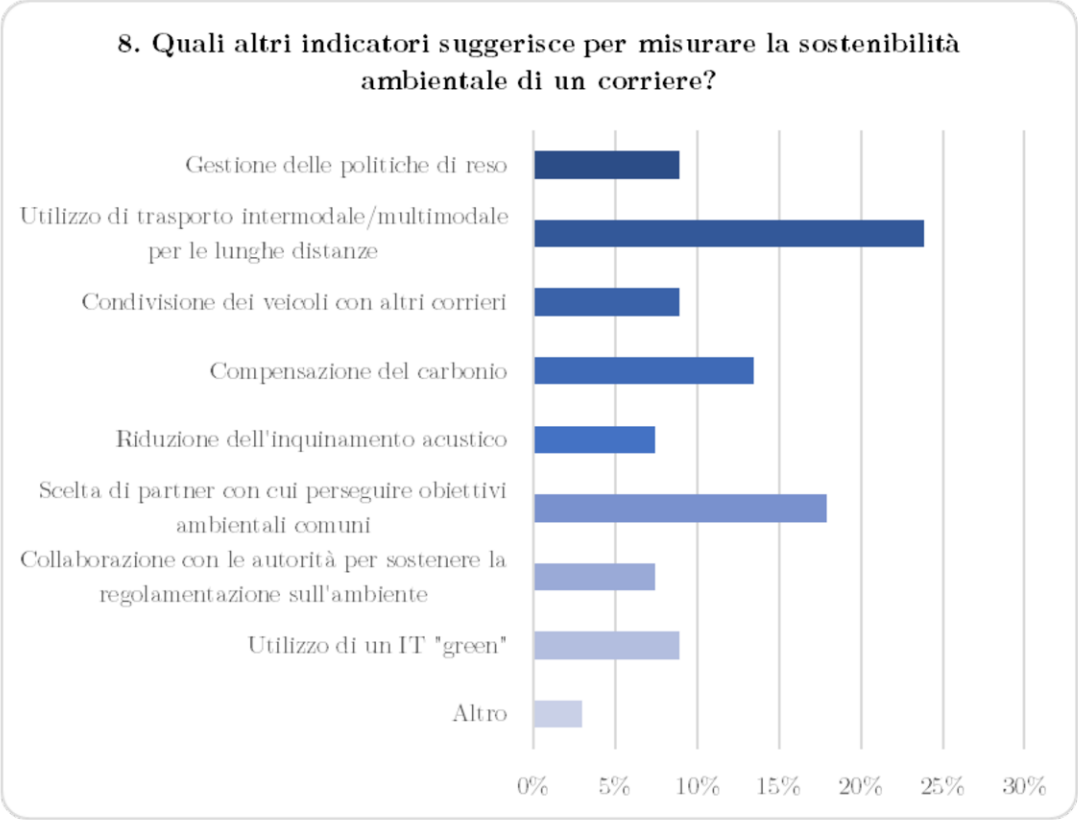

Figura 3.6: Altri indicatori per misurare la sostenibilità ambientale

Sezione 2: Relazione con i clienti

Nell'indagare la domanda di servizi eco-sostenibili da parte dei clienti, l'82% degli intervistati è d'accordo nell'affermare che meno del 25% dei clienti dei servizi di trasporto merci domandano soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale e il 68% dichiara che raramente i clienti chiedono informazioni specifiche sull'impatto ambientale del servizio offerto.

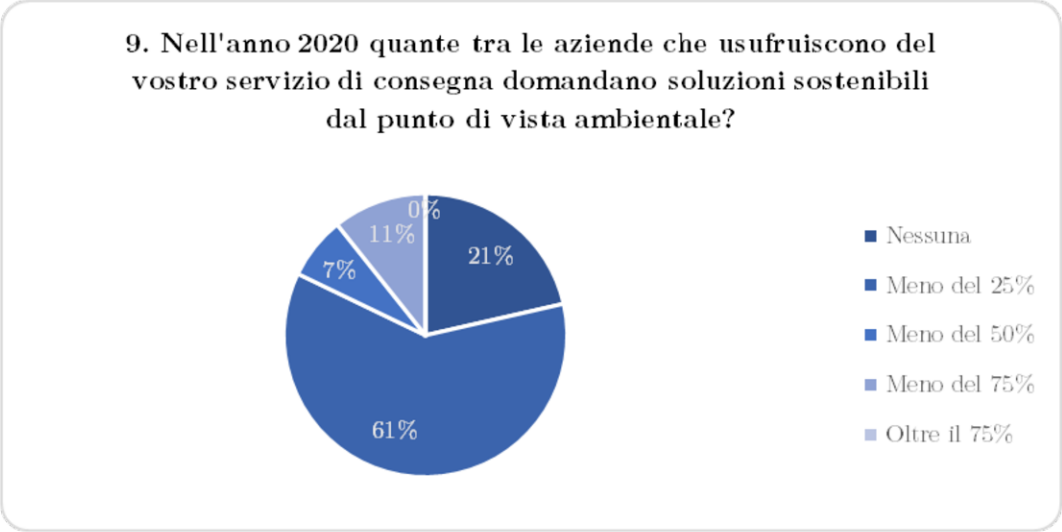

Figura 3.7: Domanda di soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale

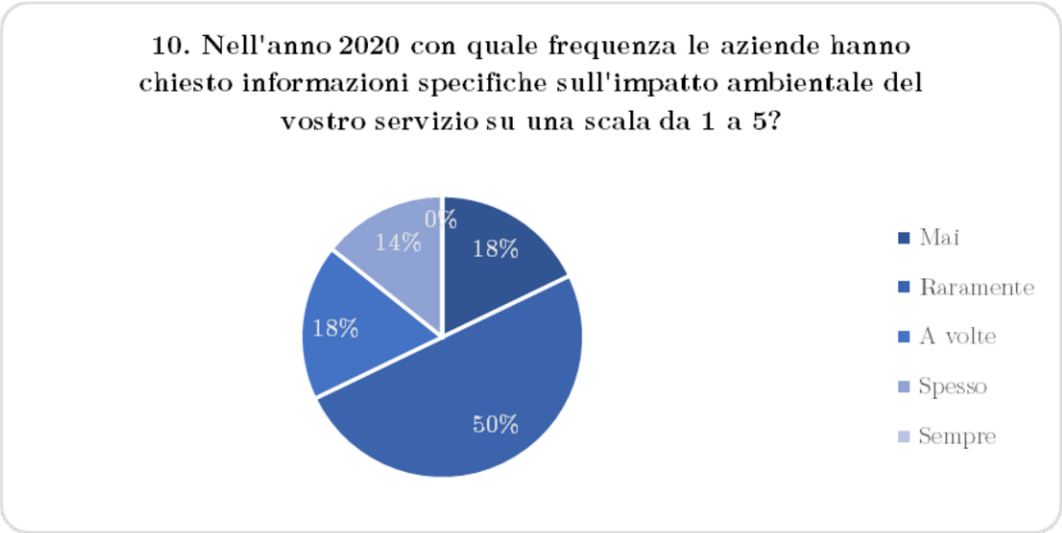

Figura 3.8: Richiesta di informazioni specifiche sull'impatto ambientale del servizio offerto

Dai risultati del questionario emerge che il 61% delle aziende farebbe pagare di più ai clienti per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto.
Gli aspetti che influiscono maggiormente sul prezzo sono utilizzare mezzi di trasporto efficienti e poco inquinanti, rendere efficienti i magazzini dal punto di vista energetico e utilizzare materiali per l'imballaggio eco-sostenibili. Quelli meno impattanti, come costo, sono la compensazione delle emissioni, la creazione di report interni ed esterni e il monitoraggio dei viaggi.

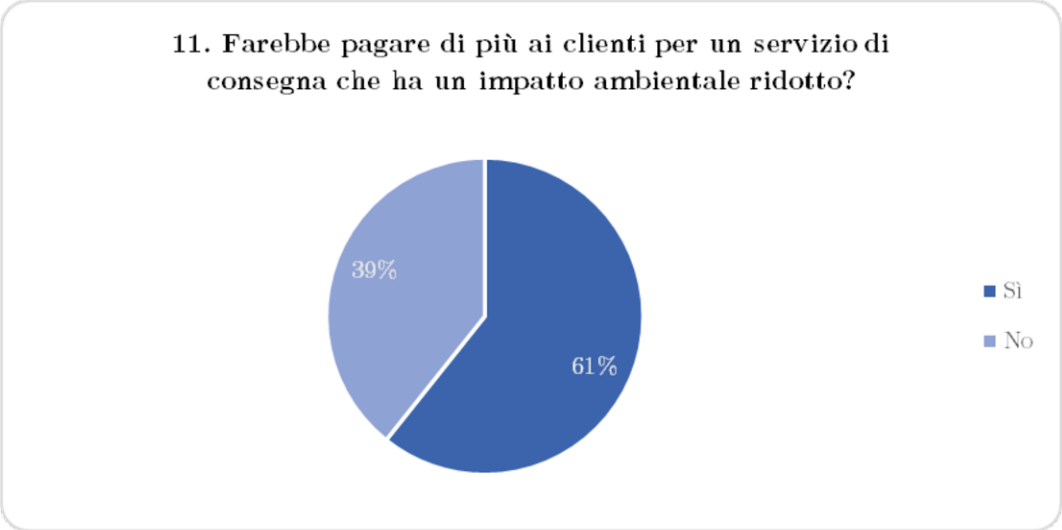

Figura 3.9: Percentuale di aziende che farebbero pagare di più ai clienti per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto

Tuttavia, secondo l'opinione delle aziende, il 64% dei clienti non è disposto a pagare di più per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto.

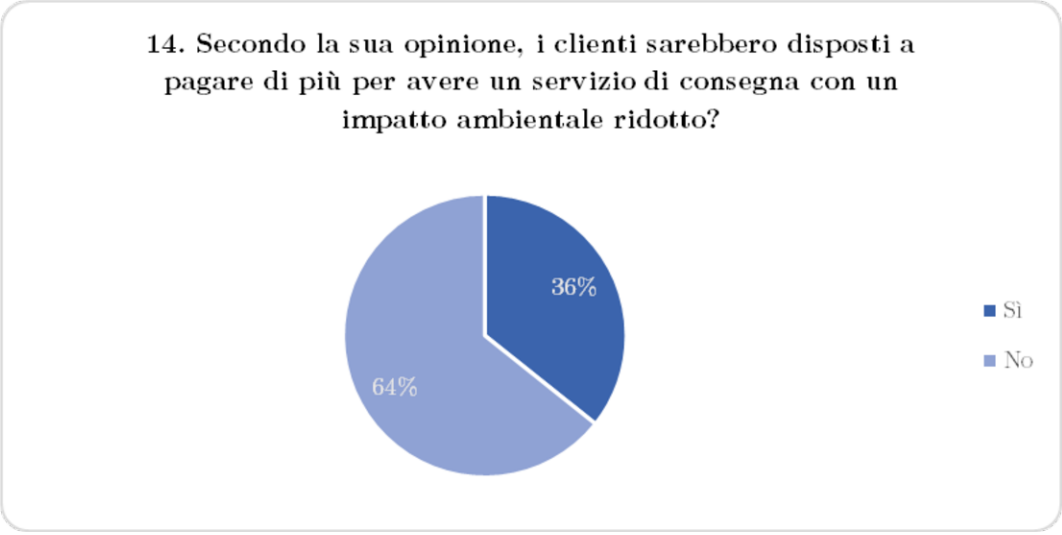

Figura 3.10: Disponibilità dei clienti a pagare di più per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto

Sezione 3: Partnership

Nell'indagare la possibilità di collaborazione tra fornitori di servizi di trasporto e piattaforme di servizi integrati per l'e-commerce, emerge l'interesse di conoscere per quali criteri di selezione dei fornitori di servizi di trasporto gli intervistati vorrebbero

essere scelti. Il 34% ha risposto che vuole essere scelto dai clienti per il servizio di qualità offerto, il 23% per la sostenibilità dal punto di vista ambientale e il 20% per la consegna veloce.

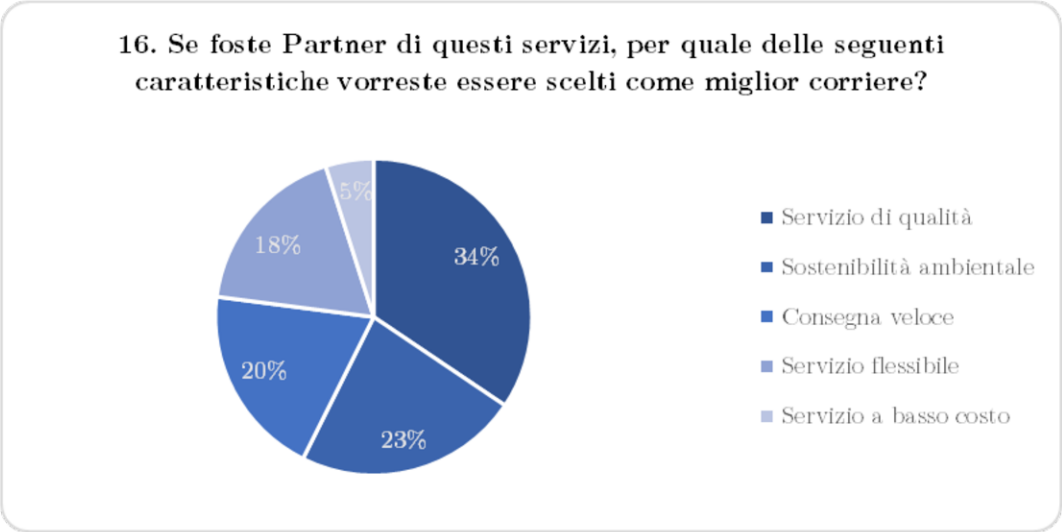

Figura 3.11: Criterio di selezione del fornitore di servizi di trasporto merci

Inoltre il 63% degli intervistati si è mostrato disponibile a fornire maggiori informazioni sui dati dei viaggi dei loro mezzi per essere selezionati come miglior corriere dal punto di vista ambientale.

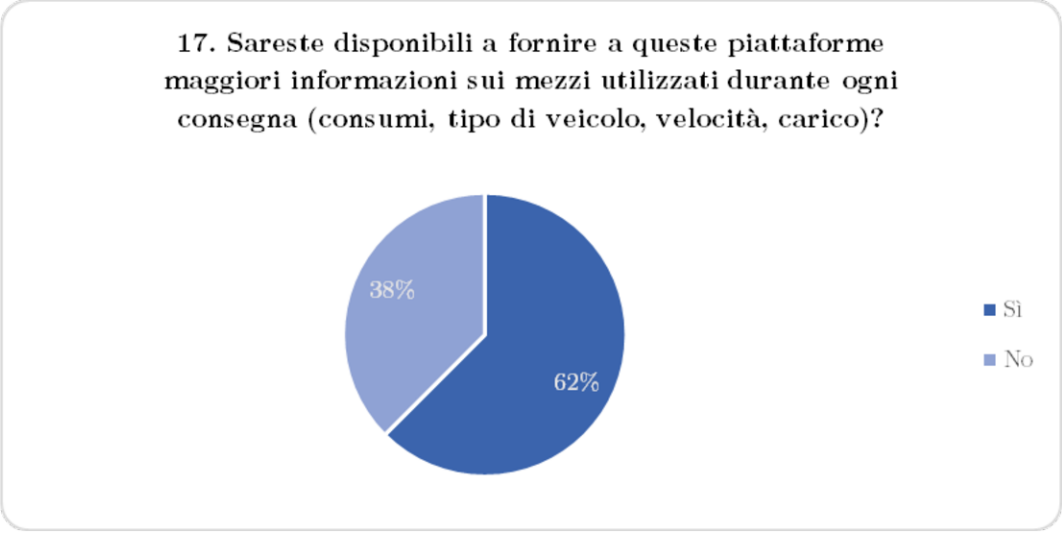

Figura 3.12: Disponibilità dei corrieri a fornire maggiori informazioni sui dati dei viaggi dei loro mezzi

3.2.3 Metodi di analisi dei dati

Lo strumento utilizzato nell'analisi dei dati è il Test Kruskal-Wallis. È un test non parametrico basato sul rango che può essere utilizzato per determinare se esistono differenze statisticamente significative tra due o più gruppi di una variabile indipendente su una variabile dipendente continua o ordinale. È considerato l'alternativa non parametrica all'analisi della varianza ad un criterio di classificazione (one-way ANOVA) per consentire il confronto di più di due gruppi indipendenti e si utilizza quando non può essere assunta una distribuzione normale della popolazione.

Ci sono alcune condizioni che devono verificarsi per poter applicare il test Kruskal-Wallis. La variabile dipendente deve essere misurata con una scala che sia almeno ordinale, come ad esempio la scala Likert. Il secondo presupposto è che la variabile indipendente sia costituita da due o più gruppi indipendenti. La terza condizione è che ci sia indipendenza di osservazioni, ovvero che non ci sia alcuna relazione tra le osservazioni in ogni gruppo o tra i gruppi stessi. L'ultima condizione consiste nel poter determinare se le distribuzioni in ogni gruppo hanno la stessa forma, in questo modo è possibile dare una più precisa interpretazione dei risultati.

L'ipotesi nulla H_0 presuppone che i k gruppi indipendenti provengano dalla stessa popolazione e/o da popolazioni che abbiano la medesima mediana. L'ipotesi alternativa presuppone che almeno uno dei gruppi provenga da una popolazione diversa rispetto agli altri [92].

L'interpretazione dell'output ottenuto con il test Kruskal-Wallis avviene tramite il *p-value* [93]. Per determinare se una qualsiasi delle differenze tra le mediane è statisticamente significativa, si confronta il p-value con il livello di significatività α. Di solito il livello di significatività è pari a 0.05 e indica un rischio del 5% di concludere che esiste una differenza quando non vi è differenza effettiva.
Se il p-value è maggiore di α significa che le differenze tra le mediane non sono statisticamente significative, cioè non si hanno prove sufficienti per respingere l'ipotesi nulla che le mediane dei k gruppi siano tutte uguali.
Se, invece, il p-value è minore di α si respinge l'ipotesi nulla e si conclude che le differenze tra alcune delle mediane sono statisticamente significative. In questa situazione, guardando i valori delle medie relativi ad ogni gruppo, si può comprendere quali gruppi abbiano valutato in modo significativamente diverso gli item e si può dare un'interpretazione di questo risultato.

Quando i dati hanno dei legami, cioè quando lo stesso valore si trova in più di un campione, il test fornisce il valore del *p-value adjusted for ties*. Questo valore è di solito più accurato. Tuttavia, poiché il p-value unadjusted è sempre maggiore del

p-value adjusted for ties, è considerato meno conservativo.

Applicazione del test Kruskal-Wallis

I test sono stati realizzati tramite il software statistico Minitab. Il test Kruskal-Wallis è stato effettuato due volte su due item che utilizzano la scala Likert.

Grazie alle domande demografiche del questionario, è stato possibile dividere gli intervistati secondo due criteri: la dimensione dell'azienda e il ruolo aziendale. La variabile indipendente della dimensione dell'azienda è costituita da tre gruppi: aziende di piccole, medie e grandi dimensioni. La variabile indipendente del ruolo aziendale è costituita anch'essa da tre gruppi: ruolo esecutivo, manageriale e produttivo.

Per questa analisi si utilizza il p-value adjusted for ties, perché gli stessi valori si trovano in più di un campione e perché è più accurato.

Si riportano i risultati ottenuti applicando il test Kruskal-Wallis al criterio del ruolo aziendale sull'item che valuta l'importanza dei criteri di selezione di un fornitore di servizi di trasporto merci. Si riporta, per comodità, l'output che presenta il risultato ottenuto applicando il test all'importanza del criterio della qualità.

Kruskal-Wallis Test: Imp_qual versus Ruolo

Descriptive Statistics

Ruolo	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	8	5	15,5	1,47
2	5	5	11,1	-0,50
3	11	5	11,0	-0,98
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	2,16	0,339
Adjusted for ties	2	3,77	0,152

Figura 3.13: Output del test K-W per l'item "Importanza della qualità" rispetto al criterio "Ruolo"

Effettuando il test su tutti i criteri si osserva che il p-value è sempre maggiore di α, quindi possiamo affermare che l'ipotesi nulla non è confermata. Le differenze tra le mediane non sono statisticamente significative nei tre gruppi.

Si riportano ora i risultati ottenuti applicando il test Kruskal-Wallis al criterio del ruolo aziendale sull'item che valuta l'importanza dei parametri per misurare la sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci.

Kruskal-Wallis Test: Imp_C4 versus Ruolo

Descriptive Statistics

Ruolo	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	8	4	7,8	-2,30
2	5	4	11,0	-0,53
3	11	5	16,6	2,61
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	7,42	0,024
Adjusted for ties	2	9,03	0,011

Figura 3.14: Output del test K-W per l'item "Importanza dei parametri per misurare la sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci" rispetto al criterio "Ruolo"

L'unico parametro per cui si osserva un p-value minore di α è l'importanza della riduzione delle emissioni inquinanti. In questo caso l'ipotesi nulla è confermata e le mediane dei tre gruppi sono diverse. Si osserva, infatti, che la mediana per i ruoli esecutivi e manageriali è pari a 4, mentre per i ruoli produttivi è pari a 5. Inoltre il rango per il terzo gruppo è il più alto e supera il rango medio. Questa differenza tra i gruppi non è molto marcata e può essere influenzata dalla maggior vicinanza del ruolo produttivo all'attività vera e propria di trasporto.

Si prosegue l'indagine statistica applicando il test Kruskal-Wallis al criterio della dimensione aziendale sull'item che valuta l'importanza dei criteri di selezione di un fornitore di servizi di trasporto merci. Si osserva che il p-value è sempre maggiore rispetto a α quindi possiamo affermare che l'ipotesi nulla non è confermata e le mediane dei tre gruppi sono uguali.

Infine si applica il test al criterio della dimensione aziendale sull'item che valuta l'importanza dei parametri per misurare la sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci. Di seguito si riportano gli output del test Kruskal-Wallis per ogni parametro dell'item.

Kruskal-Wallis Test: Imp_C1 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	5,0	12,8	0,11
2	6	3,5	7,7	-1,93
3	13	5,0	14,6	1,59
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	3,98	0,137
Adjusted for ties	2	4,60	0,100

Figura 3.15: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro definizione e implementazione di una strategia da parte del management" rispetto al criterio "Dimensione"

Kruskal-Wallis Test: Imp_C2 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	4	14,1	0,57
2	6	3	5,4	-2,83
3	13	4	15,2	2,00
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	8,11	0,017
Adjusted for ties	2	8,96	0,011

Figura 3.16: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente" rispetto al criterio "Dimensione"

Kruskal-Wallis Test: Imp_C3 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	4,0	12,6	0,04
2	6	2,5	6,6	-2,37
3	13	4,0	15,2	2,03
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	6,09	0,048
Adjusted for ties	2	6,89	0,032

Figura 3.17: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro efficienza energetica dei magazzini" rispetto al criterio "Dimensione"

Kruskal-Wallis Test: Imp_C4 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	4,0	12,2	-0,11
2	6	3,5	8,5	-1,60
3	13	5,0	14,5	1,48
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	2,93	0,231
Adjusted for ties	2	3,56	0,168

Figura 3.18: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro riduzione delle emissioni inquinanti" rispetto al criterio "Dimensione"

Kruskal-Wallis Test: Imp_C5 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	4,0	16,2	1,32
2	6	2,5	5,4	-2,83
3	13	4,0	14,3	1,39
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	8,28	0,016
Adjusted for ties	2	9,01	0,011

Figura 3.19: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro logistica inversa" rispetto al criterio "Dimensione"

Kruskal-Wallis Test: Imp_C6 versus Dim

Descriptive Statistics

Dim	N	Median	Mean Rank	Z-Value
1	5	4	11,6	-0,32
2	6	3	6,9	-2,23
3	13	5	15,4	2,20
Overall	24		12,5	

Test

Null hypothesis H_0: All medians are equal
Alternative hypothesis H_1: At least one median is different

Method	DF	H-Value	P-Value
Not adjusted for ties	2	6,04	0,049
Adjusted for ties	2	7,21	0,027

Figura 3.20: Output del test K-W per l'item "Importanza del parametro utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili" rispetto al criterio "Dimensione"

I valori di p ottenuti negli output del test, effettuato sui parametri C2, C3, C5, C6, sono inferiori ad α, quindi possiamo affermare che l'ipotesi nulla è confermata e le mediane dei tre gruppi sono differenti. In tutti questi casi si osserva che nel gruppo caratterizzato dalle aziende di medie dimensioni, la mediana è più bassa, così come il rango medio. Questo risultato è dovuto al fatto che gli intervistati delle aziende intermedie hanno attribuito un'importanza più bassa a tutti i parametri.

Inoltre, se si analizza la mediana delle risposte nei tre gruppi, si può dedurre che il gruppo degli intervistati appartenenti ad aziende di piccole dimensioni attribuisce la massima importanza alla misura della definizione e implementazione di una strategia da parte del management (C1). Le aziende di medie dimensioni, attribuiscono la massima importanza alla misura della definizione e implementazione di una strategia da parte del management (C1) e la riduzione delle emissioni inquinanti (C4) in misura uguale. Mentre le aziende di grandi dimensioni reputano importante, allo stesso livello dei precedenti (C1, C4), anche l'utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili (C6). Queste differenze possono essere interpretate come una diversa sensibilità per l'ambiente per i tre gruppi, infatti la consapevolezza dell'importanza delle misure per valutare la sostenibilità di un fornitore di servizi di trasporto merci aumenta al crescere della dimensione dell'azienda.

Capitolo 4

Discussione e conclusione

Nel presente e ultimo capitolo si forniscono alcune riflessioni riguardo ai risultati ed alla metodologia utilizzata nel lavoro di Tesi. Si confrontano gli scopi prefissi ed i risultati ottenuti, comparandoli con quelli riportati dalla letteratura sullo stesso argomento o su argomenti affini. Inoltre, si analizza il presente lavoro per determinarne i benefici che esso porta alla letteratura di riferimento e agli stakeholder coinvolti nei processi di logistica, spiegandone i limiti e le implicazioni dei risultati ottenuti, e dando suggerimenti per studi futuri.

4.1 Interpretazione dei risultati e metodologia

I principali metodi utilizzati per svolgere studio sono la ricerca bibliografica e l'indagine campionaria.

Questo documento di tesi offre inizialmente un'analisi della letteratura sulla sostenibilità ambientale del settore del trasporto merci. Questa trattazione teorica dell'argomento ha permesso di raccogliere gli studi sulle soluzioni ai problemi di logistica del trasporto merci, soprattutto nelle aree altamente urbanizzate, e di identificare i criteri e le metriche per controllare le prestazioni ambientali dei servizi di logistica.

La seconda parte di questo lavoro è stata guidata da un approccio empirico, con l'obiettivo di colmare, in parte, il research gap sul tema. Questa parte sperimentale consiste nella somministrazione di un questionario volta ad osservare i dati provenienti dalle aziende che si occupano di trasporto merci e a comprendere l'evoluzione della sensibilità degli attori della logistica sul tema della sostenibilità ambientale.

La prima ipotesi di ricerca riguarda la consapevolezza delle aziende sull'importanza dell'impatto ambientale determinato dai servizi di trasporto merci. L'ipotesi

da testare è che questa consapevolezza e sensibilità debba ancora crescere.
A questo proposito è stato indagato il problema di selezione del corriere, chiedendo agli intervistati di indicare quanto le aziende che offrono un servizio di trasporto merci reputino importanti la qualità del servizio, l'economicità, la velocità, l'impatto ambientale e la flessibilità.
Dai risultati ottenuti si può concludere che la qualità del servizio è al primo posto, mentre il fattore dell'economicità si è classificato al penultimo posto.
In letteratura ci sono prove contrastanti sull'importanza di questi fattori e alcuni autori identificano il prezzo come criterio principale, mentre altri sostengono che le prestazioni di servizio e i requisiti di qualità abbiano un maggiore peso [88]. I risultati del questionario sono più in linea con la seconda affermazione. Inoltre le aziende intervistate, per quanto mediamente reputino molto importante l'aspetto dell'impatto ambientale, pongono la sostenibilità ambientale all'ultimo posto tra i criteri di selezione di un fornitore.
Lo stesso item, sottoposto agli enti che si occupano di sostenibilità della logistica, dà un risultato differente ed emerge che l'impatto ambientale è il criterio più importante, mentre la velocità del servizio di consegna è all'ultimo posto infatti questa ha un impatto negativo sull'ambiente.

Al termine dell'intervista si è voluto indagare ulteriormente il criterio di selezione dei fornitori di servizi di trasporto. Il risultato è che le aziende intervistate vogliono essere scelte dai clienti per il servizio di qualità offerto (34%), per la sostenibilità dal punto di vista ambientale (23%) e per la consegna veloce (20%).
Le risposte a questo item sono in contrasto con i risultati ottenuti sull'importanza dei criteri di selezione dei corrieri. La causa potrebbe essere data dal fenomeno di desiderabilità sociale che, come è già stato raccontato, è una fonte di distorsione. In questo caso gli intervistati potrebbero essere stati tentati dal dare la migliore immagine di sé, anche se non veritiera.

Si è indagata anche la maturità delle aziende in riferimento all'utilizzo e implementazione delle misure per valutare la propria sostenibilità ambientale. Le risposte al questionario hanno mostrato che la conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente e la riduzione delle emissioni inquinanti sono le pratiche attualmente più utilizzate dalle aziende intervistate. Al secondo posto, nel grado di diffusione delle pratiche, ci sono la definizione e implementazione di una strategia da parte del management e l'efficienza energetica dei magazzini. La logistica inversa e l'utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili sono invece poco implementate dalle aziende. Questi risultati sono in linea con uno studio molto

recente sull'adozione di pratiche green, svolto su un campione più ampio di imprese [12].

In sintesi, i risultati ottenuti dall'indagine sono coerenti con l'aspettativa inizialmente espressa nell'elaborato, secondo la quale deve ancora crescere la consapevolezza delle aziende sull'importanza dell'impatto ambientale determinato dai servizi di trasporto merci. Resta invece un aspetto ancora da indagare l'interesse dei clienti dei servizi di trasporto per la sostenibilità ambientale, questo fattore può essere interessante poiché la domanda dei clienti può guidare le scelte ambientali delle aziende.

La seconda ipotesi di ricerca è relativa alla definizione di un indicatore di sostenibilità ambientale aggregato. Infatti, come emerge dalla letteratura, manca ancora una metodologia standard per misurare l'impatto ambientale e occorre fare attenzione al rischio di avere indicatori sintetici che nascondono delle informazioni. Si vuole indagare se c'è una differenza significativa nella valutazione e utilizzo delle metriche per la sostenibilità ambientale da parte di diversi gruppi: aziende di diverse dimensioni o differenti ruoli aziendali.

Dalle risposte al questionario si è costruito un ranking in cui si riportano i parametri in ordine di importanza per il campione intervistato. La percezione da parte degli operatori del trasporto merci dell'importanza delle opportunità di riduzione delle emissioni è in linea con il potenziale effetto che si può ottenere attuandole. La stima del potenziale di riduzione del carbonio nella catena di approvvigionamento globale è stata calcolata in uno studio condotto dal World Economic Forum [25]. Le opportunità di decarbonizzazione che hanno un maggiore potenziale nella riduzione della CO_2 sono infatti quelle legate alle strategie di pianificazione ed esecuzione dei trasporti e alla rete di distribuzione. In secondo piano ci sono l'utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili, la comunicazione e la formazione da parte del management, l'efficienza energetica dei magazzini e la logistica inversa.

Tra gli altri indicatori che permettono di valutare la sostenibilità ambientale a livello corporate, il 24% degli intervistati ritiene importante includere anche l'utilizzo di trasporto intermodale/multimodale per le lunghe distanze. L'importanza di questa misura è confermata anche dalla letteratura, che dimostra che il trasporto intermodale di merci ha prestazioni ambientali complessivamente migliori rispetto al trasporto stradale unimodale ed è stato proposto come una strategia appropriata per decarbonizzare il trasporto merci [79].

Per rispondere all'ipotesi di partenza, applicando il test di Kruskal-Wallis, si sono confrontate le mediane dei diversi gruppi di intervistati ed è emerso che ci sono

delle differenze nella valutazione dell'importanza delle metriche per la sostenibilità ambientale. La riduzione delle emissioni, infatti, risulta essere molto importante soprattutto per chi ha un ruolo produttivo in azienda. Questa maggiore sensibilità è probabilmente dovuta alla vicinanza all'attività vera e propria di trasporto. Un altro risultato osservato è che l'interesse per l'ambiente e la consapevolezza dell'importanza delle misure per valutare la sostenibilità di un fornitore di servizi di trasporto merci aumenta al crescere della dimensione dell'azienda.
Una possibile spiegazione di tali risultati può essere fornita dalla ricerca di Côté (2008) dove si afferma che in generale le aziende di piccole e medie dimensioni hanno difficoltà a investire le proprie risorse in progetti ambientali, se questi non sono strettamente collegati con la loro funzione principale di fornitori di servizi di trasporto [19].

La terza ipotesi è sulla possibilità di sviluppare delle collaborazioni tra gli attori della logistica. È infatti dimostrata da diversi studi la necessità di una maggiore collaborazione e condivisione delle informazioni per poter ottenere una effettiva riduzione delle emissioni [32].
La scelta di partner con cui perseguire obiettivi ambientali comuni è una misura importante per il 18% degli intervistati e indica il grande valore che si attribuisce alla collaborazione tra gli attori della logistica. Da questa indagine risulta, inoltre, che il 63% degli intervistati si è mostrato disponibile a fornire maggiori informazioni sui dati dei viaggi dei loro mezzi per essere selezionati come miglior corriere dal punto di vista ambientale.
Un problema che spesso si riscontra nel calcolo delle emissioni è proprio la limitata disponibilità di dati reali. Tuttavia, i risultati conseguiti dall'indagine indicano la possibilità di migliorare l'accesso alle informazioni possedute dai corrieri ed ottenere delle collaborazioni, ad esempio tra i corrieri e le piattaforme di servizi integrati. Questo tipo di collaborazione è fondamentale per E-motion, il caso di studio analizzato nel primo capitolo. Era infatti emerso che uno dei problemi principali è la mancanza di incentivi a condividere informazioni sull'impronta di carbonio. I fornitori di servizi di trasporto merci intervistati sono, invece, disposti a condividere le informazioni sui viaggi e sui mezzi di trasporto utilizzati e in cambio si aspettano di essere scelti come miglior servizio di qualità e sostenibile dal punto di vista ambientale. In questo modo E-motion può dare il suo contributo, come attore coinvolto nella logistica, a ridurre le emissioni.

La quarta e ultima ipotesi riguarda la percezione del costo-beneficio per clienti dei servizi di trasporto merci: l'interesse per le consegne eco-sostenibili e la loro

disponibilità a pagare.
In questo studio gli intervistati sono d'accordo nell'affermare che meno del 25% dei clienti dei servizi di trasporto merci domandano soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale e raramente chiedono informazioni specifiche sull'impatto ambientale del servizio offerto. Questo significa che non ci sono abbastanza incentivi ad avere un sistema di trasporti più sostenibile. La domanda dei clienti per un servizio di consegna green è bassa, infatti i fornitori non sono valutati sulla base del parametro della sostenibilità ambientale. Inoltre il governo e le autorità legislative in Italia non hanno ancora sviluppato delle politiche e degli interventi efficaci.

Deve ancora crescere la consapevolezza delle aziende che le iniziative di sostenibilità ambientale migliorano l'efficienza e le performance finanziarie, lo dimostra l'esito dell'indagine. Il 61% delle aziende farebbe pagare di più ai clienti per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto.
Per queste aziende gli aspetti che influiscono maggiormente sull'aumento dei costi sono: utilizzare mezzi di trasporto efficienti e poco inquinanti, rendere efficienti i magazzini dal punto di vista energetico e utilizzare materiali per l'imballaggio eco-sostenibili. Questo può spiegare perché molti operatori dei servizi di trasporto non hanno ancora adottato le misure per rendere efficienti i magazzini dal punto di vista energetico e utilizzare materiali per l'imballaggio eco-sostenibili, perché troppo costose. Le pratiche meno impattanti come costo sono, invece, la compensazione delle emissioni, la creazione di report interni ed esterni e il monitoraggio dei viaggi.

Secondo l'opinione delle aziende intervistate, il 64% dei clienti non è disposto a pagare di più per usufruire di un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto. Questo risultato trova conferma in uno studio di Lieb e Lieb (2010) che riporta che il 77% degli acquirenti non acquisterebbe un servizio logistico più sostenibile dal punto di vista ambientale che costa il 5% in più rispetto al prezzo dei concorrenti. Ciò indica che la disponibilità a pagare per la sostenibilità è molto bassa. Di conseguenza, gli operatori di trasporto dovranno porre attenzione ad un eventuale aumento del loro prezzo del servizio green [34].

La stima del delta prezzo che i fornitori vorrebbero applicare o del delta prezzo che i clienti sarebbero disposti a pagare risulta complicata da calcolare. Già durante la costruzione del questionario ci si è interrogati su come misurare la variazione di prezzo tenendo in considerazione che questa dipende dal prezzo iniziale assoluto e, come suggerito dagli intervistati, il prezzo può variare con la tipologia di servizio e di cliente a cui si rivolge. Alcune delle aziende intervistate si stanno occupando a loro volta di definire la disponibilità a pagare dei clienti.

4.2 Limiti della ricerca

In questa sezione si prendono in esame alcune possibili limitazioni che condizionano il presente lavoro di Tesi.

Una difficoltà che si è riscontrata nella trattazione teorica dell'indice di Carbon Footprint e che è stata constatata anche da altri autori, è il confronto dei diversi metodi di calcolo. Questa criticità è dovuta alla mancanza di descrizioni chiare e complete sui metodi e sulle ipotesi adottati ed alla numerosità di metodologie applicate, più o meno credibili.

Per quanto riguarda l'analisi empirica, questa è certamente influenzata dalla difficoltà nel raccogliere i dati. A causa della somministrazione del sondaggio su Internet, tramite email, il campionamento casuale non è stato eseguito in modo coerente, perché gli intervistati si sono auto-scelti per rispondere o meno al questionario. Inoltre alcune persone potrebbero non aver avuto pari opportunità di partecipare al sondaggio. Per questo motivo il potere dei dati raccolti di generalizzare i risultati a tutta la popolazione è ridotto. Tuttavia è importante sottolineare che, per quanto riguarda il canale di somministrazione del questionario, il canale online adottato per questo studio è coerente con la grande maggioranza dei lavori di ricerca su argomenti simili.

Un altro aspetto che riguarda il questionario è la limitatezza degli aspetti indagati. Tuttavia la vastità e complessità del tema, insieme alla necessità di costruire un questionario breve per ottenere delle risposte, hanno fatto sì che fosse impossibile raccogliere ogni aspetto in un unico studio.

I limiti evidenziati in questa ricerca possono essere di spunto per futuri studi.

4.3 Implicazioni dei risultati ottenuti e ricerche future

Il presente elaborato può rappresentare una buona base di partenza per indagare più dettagliatamente la tematica degli indicatori di sostenibilità ambientale dei fornitori di trasporto merci. Infatti, grazie alla comprensione del relativo concetto teorico e alla revisione degli studi pubblicati, questa trattazione può fungere da spunto per studiare nuove questioni inerenti. Numerosi studi hanno identificato i criteri per la misura della sostenibilità ambientale, ma occorre proseguire con la ricerca per ottenere dei dati quantitativi che corrispondano agli indicatori costruiti.

Possibili ulteriori sviluppi della ricerca riguardano la quantificazione delle prestazioni ecologiche dei diversi servizi di consegna e lo studio sulle conseguenze ecologiche derivanti dall'utilizzo di reti di trasporto merci alternative. L'analisi sull'impiego e l'implementazione di questo tipo di pratiche deve essere fatta attraverso modelli analitici e simulazioni per poter esaminare meglio gli effetti del processo di adozione sulle attività aziendali.
Nel lavoro di tesi, in seguito ad una trattazione teorica del tema della sostenibilità ambientale dei fornitori di servizi di trasporto merci, attraverso la somministrazione di un questionario e del caso di studio di E-motion, si è voluto infatti utilizzare un approccio empirico, tuttora perlopiù assente in letteratura nella trattazione del tema.
Inoltre, si possono ampliare queste analisi includendo quelle sullo sviluppo di progetti di logistica urbana 4.0 che permettono di studiare i benefici e le esternalità dell'impatto ambientale.

Per quanto riguarda la misurazione dell'impronta di carbonio, come emerge dallo studio dei metodi di calcolo del Carbon Footprint all'interno di questo lavoro, c'è un'altra direzione verso cui si sta già rivolgendo la ricerca in questo campo e questi progetti hanno lo scopo di sviluppare delle metodologie standardizzate.

Infine questo elaborato contribuisce ad osservare l'attuale importanza che ha la sostenibilità ambientale per gli attori della logistica e ad indagare sulla possibilità di collaborazione tra essi, fondamentale per ottenere una riduzione delle emissioni. I risultati ottenuti dimostrano la necessità di un incentivo per i fornitori di servizi di trasporto merci ad agire per ridurre l'impatto ambientale. Questa spinta può arrivare dai consumatori finali, dalle piattaforme che si occupano di selezionare i corrieri, come E-motion, ma soprattutto deve arrivare dal governo. Per questo occorre uscire dalla dimensione nazionale e studiare quali sono le pratiche e gli incentivi adottati dai governi che sono più efficaci.

A. Ricerca bibliografica sulla sostenibilità dei trasporti

Aronsson e Huge Brodin (2006)	Obiettivo	Affrontare il modo in cui le imprese possono contribuire al miglioramento ambientale attraverso cambiamenti strutturali dei loro sistemi logistici
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e casi di studio
	Risultati	Presentazione di diverse soluzioni tecnologiche per avere successo nelle prestazioni ambientali e logistiche: consolidamento, standardizzazione della logistica e soluzioni IS/IT
	Limiti e sviluppi futuri	Consigliato l'utilizzo di casi di studio per analizzare l'influenza della riduzione dell'impatto ambientale sulla riduzione di costi e aumento competitività. Approfondire le pratiche logistiche moderne
Bask et al. (2018)	Obiettivo	Esaminare il ruolo della sostenibilità ambientale nelle operazioni di trasporto che coinvolgono LSP, dal loro punto di vista. Indagare quali aziende considerano la sostenibilità ambientale come una componente di vantaggio competitivo e perché, come si manifesta la sostenibilità nelle operazioni aziendali, qual è il ruolo della sostenibilità nella selezione degli LSP
	Metodi di ricerca	Indagini e interviste
	Risultati	I risultati indicano che gli spedizionieri e i corrieri che operano a livello globale sono i più interessati alle questioni ambientali, a causa delle pressioni esterne e per il vantaggio competitivo. La mancanza di metodi standardizzati per misurare l'impatto ambientale dei trasporti fa sì che le imprese non possano condividere costi e i benefici delle iniziative ambientali o utilizzare tali iniziative come leve di marketing per differenziarsi
	Limiti e sviluppi futuri	Studia solo la prospettiva degli LSP, è da approfondire la prospettiva degli spedizionieri. L'indagine ha dei limiti geografici. Si consiglia di studiare perché gli LSP proattivi sotto il profilo ambientale funzionino meglio finanziariamente
Bjorklund e Froslund (2013)	Obiettivo	Esaminare l'inclusione delle prestazioni ambientali nei contratti di trasporto e studiare se le differenze di inclusione si spiegano dal coinvolgimento manageriale
	Metodi di ricerca	Indagine
	Risultati	Le aziende includono le prestazioni ambientali nei contratti di trasporto ma non necessariamente considerano come misurarle e come gestire la non conformità. Le metriche di prestazione più comuni sono le emissioni di CO2 e il consumo di energia
	Limiti e sviluppi futuri	Limiti dal punto di vista geografico e distorsioni nelle risposte al questionario. Sono da approfondire la definizione degli obiettivi e delle metriche

Bosona (2020)	Obiettivo	Individuare le principali sfide del trasporto urbano di merci LML e le opportunità di intervento
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Analisi delle principali forze trainanti alla base della crescita costante del trasporto urbano di merci. Mappatura e discussione delle tre principali configurazioni LML per il trasporto merci sotto il punto di vista della sostenibilità
	Limiti e sviluppi futuri	Suggeriti ulteriori studi dimostrativi sull'utilizzo di soluzioni innovative che migliorano le prestazioni di sostenibilità del trasporto urbano di merci LML: aspetti tecnologici, infrastrutturali e gestionali
Cardenas et al. (2017)	Obiettivo	Fornire un quadro della logistica urbana e identificare gli obiettivi della letteratura per comprendere e organizzare il pensiero attuale e futuro
	Metodi di ricerca	Revisione e organizzazione della letteratura
	Risultati	Classificazione della letteratura sulla logistica urbana, definizione delle caratteristiche della consegna e raccolta dell'ultimo miglio, della distribuzione urbana delle merci e della logistica urbana
	Limiti e sviluppi futuri	Consigliate ricerche future per armonizzare gli ambiti della logistica urbana, approfondire le relazioni tra i vari settori emergenti che si integrano con la logistica urbana
Centobelli et al. (2017)	Obiettivo	Fornire una nuova tassonomia delle iniziative ecologiche e indagare sulla loro diffusione tra i fornitori di servizi logistici
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, WH2 framework, indagine web
	Risultati	Definizione delle iniziative ecologiche come concetto multiforme che incorpora tre prospettive: manageriale, organizzativa, tecnologica. L'indagine fa emergere che gli LSP italiani tendono a pianificare le loro strategie senza definire in modo integrato gli obiettivi green relativi alle diverse tipologie di servizi forniti. C'è un disallineamento tra la diffusione delle pratiche ecologiche e gli strumenti tecnologici utilizzati
	Limiti e sviluppi futuri	Un futuro studio riguarda l'applicazione del WH2 framework su un singolo LSP come strumento per valutare e migliorare il processo di adozione dell'iniziativa green
Chen e Wang (2016)	Obiettivo	Studiare il problema di ordinazione del rivenditore e la selezione dei modi di trasporto, utilizzando la domanda stocastica del cliente. Indagare le decisioni ottimali di ordinazione e di selezione dei modi di trasporto in diverse politiche di riduzione delle emissioni di carbonio
	Metodi di ricerca	Studio della funzione di domanda stocastica e modellizzazione
	Risultati	Risulta che ci sono alcune importanti soglie nel cambiamento dei modi di trasporto nell'ambito di diverse politiche di riduzione delle emissioni di carbonio. Questi risultati aiutano le imprese a prendere decisioni ottimali e aiutano i responsabili politici a sviluppare politiche efficaci per la riduzione delle emissioni di carbonio
	Limiti e sviluppi futuri	Limitazione dovuta dal prendere in considerazione solo un problema di ordinazione e modalità di trasporto di un rivenditore. Si consiglia di estendere la ricerca incorporando la concorrenza orizzontale nella funzione di domanda, includendo altri fattori che influenzano le decisioni di selezione delle modalità di trasporto
Colicchia et al. (2013)	Obiettivo	Contribuire alla conoscenza della sostenibilità ambientale per la logistica e il trasporto; offrire nuove intuizioni teoriche
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e sviluppo di un framework
	Risultati	Dall'applicazione del framework agli LSP e da interviste approfondite sull'adozione di iniziative ambientali nel settore della logistica contrattuale, si identificano un insieme di metriche utilizzate per la misurazione delle prestazioni ambientali, le barriere e i driver che possono ostacolare o facilitare l'adozione di queste iniziative
	Limiti e sviluppi futuri	Il campionamento è limitato. Questo studio apre la strada ad ulteriori ricerche, in particolare sulla misurazione delle prestazioni ambientali e la ripartizione dell'impatto ambientale
Craig et al. (2013)	Obiettivo	Definire un approccio standardizzato per misurare l'impronta di CO2 della componente di trasporto della supply chain, valutare le metodologie esistenti e preparare un piano di lavoro per uno strumento decisionale per misurare l'impronta di CO2
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e metodo AHP
	Risultati	La revisione delle metodologie esistenti ha permesso di creare una definizione standard dell'impronta di carbonio. È stato elaborato un elenco di criteri con il metodo AHP per valutare le metodologie e i programmi esistenti

Davis et al. (2020)	Obiettivo	Esplorare come le prestazioni ambientali e sociali influenzano le decisioni di selezione dei corrieri e la percezione di fiducia; studiare se queste dipendono dall'accordo a lungo o breve termine, isolando la dimensione sociale e ambientale da quella economica
	Metodi di ricerca	Caso di studio
	Risultati	I risultati constatano che la dimensione ambientale svolge un ruolo più significativo nel lungo periodo, mentre la dimensione sociali è più significativa nelle decisioni di selezione a breve termine
	Limiti e sviluppi futuri	Limitazioni nella generalizzazione dei risultati e nell'approccio geografico. Consigliati studi empirici che incorporano altri fattori e che considerano le caratteristiche sociali dei soggetti coinvolti nel processo di scelta
Dekker et al. (2017)	Obiettivo	Evidenziare il contributo della Operations Research (OR) e come coinvolge l'integrazione degli aspetti ambientali nella logistica
	Metodi di ricerca	Analisi letteratura
	Risultati	Si discutono i principali driver fisici dietro una catena di approvvigionamento, si esaminano il trasporto, i prodotti, gli inventari, le strutture. Si analizzano le scelte che influenzano le prestazioni ambientali, le metriche della supply chain ecosostenibile e il contributo dei metodi OR nei trade-off della logistica green
	Limiti e sviluppi futuri	Si suggeriscono studi su nuovi modelli per affrontare la moltitudine di decisioni necessarie per migliorare l'ambiente
Demir et al. (2014)	Obiettivo	Analizzare i fattori che influenzano il consumo di carburante, esaminare i modelli di emissione dei veicoli disponibili, revisionare la letteratura scientifica sul trasporto di merci su strada ecosostenibile
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e studio del problema di routing
	Risultati	Si studiano i limiti delle ricerche nel campo analizzato: basso numero di fattori considerati, strumenti poco adeguati al calcolo delle emissioni e mancata standardizzazione, presenza di dati poco accurati. Emerge che i veicoli commerciali leggeri sono preferibili e che il gradiente stradale è un fattore importante nella pianificazione dei percorsi
	Limiti e sviluppi futuri	Consigliati studi futuri che integrano il modello proposto per il calcolo del consumo di carburante, che utilizzano l'ottimizzazione multi-obiettivo per studi sul trasporto ecologico stradale, che considerano altri fattori collegati ai problemi di routing, come la scelta dei veicoli o la localizzazione dei depositi
Doherty e Hoyle (2009)	Obiettivo	Esaminare le opportunità di riduzione delle emissioni di CO2 in tutta la supply chain, fornire una descrizione quantitativa della dimensione delle emissioni di CO2 attraverso i cicli di vita dei prodotti. Individuare le potenziali tendenze nella futura domanda di servizi della supply chain globale, in risposta ai fattori esterni di cambiamento
	Metodi di ricerca	Approccio strategico
	Risultati	Definizione di 13 opportunità di decarbonizzazione della supply chain (azioni specifiche che i responsabili della logistica e dei trasporti possono intraprendere) e per ognuna si fornisce: analisi del contesto e requisiti per l'implementazione, fattore di realizzabilità, tabella di efficacia, potenziale di riduzione di CO2
	Limiti e sviluppi futuri	Si consiglia la collaborazione di tre gruppi: fornitori di logistica e trasporti, spedizionieri, politici
Edith (1999)	Obiettivo	Relazione che vuole introdurre gli indicatori EEA e DPSIR usati dall'Agenzia Europea dell'Ambiente EEA nelle attività di rendicontazione
Edwards et al. (2011)	Obiettivo	Esaminare le varie fasi delle catene di fornitura al dettaglio on line e retail convenzionali al fine di valutarne l'impatto ambientale relativo. Evidenziare le difficoltà incontrate nello stabilire una solida metodologia di verifica del carbonio (fattori di utilizzo e allocazione del carbonio)
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Esplora le questioni metodologiche associate all'audit del carbonio, mette in evidenza i problemi e suggerisce risoluzioni. L'approccio delineato nel documento consente di individuare le inefficienze nelle rispettive catene di fornitura al dettaglio
	Limiti e sviluppi futuri	Approccio teorico e generico

Evangelista (2014)	Obiettivo	Mostrare le pratiche green per gli operatori 3PL nel mercato italiano e i fattori che li influenzano
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e intervista
	Risultati	Le aziende intervistate mostrano un diverso grado di coinvolgimento nelle iniziative green a causa delle variazioni nell'ampiezza del servizio offerto e dell'importanza attribuita alle questioni ambientali
	Limiti e sviluppi futuri	Si può estendere l'indagine su un campione più ampio, studiando anche la collaborazione tra clienti e fornitori 3PL. Occorre analizzare l'impatto delle iniziative green dei 3PL sulle prestazioni aziendali e il ruolo dell'ICT
Ewedairo et al. (2018)	Obiettivo	Misurare e mappare la potenziale impedenza della rete di trasporto alla consegna dell'ultimo miglio e comprendere le interazioni tra le misure di pianificazione urbana e la consegna dell'ultimo miglio
	Metodi di ricerca	Metodo di indicizzazione composito
	Risultati	I risultati mappati rivelano significative variazioni spaziali nell'impedenza della rete di trasporto fino alla consegna dell'ultimo miglio. I risultati aiuterebbero i pianificatori urbani e i logistici a mitigare il potenziale ritardo nelle consegne dell'ultimo miglio attraverso l'elaborazione di strategie localizzate
	Limiti e sviluppi futuri	Approccio limitato nell'assistere la pianificazione operativa quotidiana. La ricerca futura deve includere i movimenti della flotta per stimare l'impedenza per l'ultimo miglio di consegna in tempo reale e altri fattori nell'applicazione di strategie innovative per ottimizzare l'ultimo miglio
Haghshenas (2012)	Obiettivo	Applicare indicatori di trasporto sostenibili (STI) a varie città del mondo per confrontare le sostenibilità
	Metodi di ricerca	Classificazione delle città del mondo in termini di indice composito di trasporto urbano sostenibile
	Risultati	Si suggerisce un indice aggregato, modificando e ridefinendo alcuni indicatori STI. Lo studio della correlazione tra indice composito e caratteristiche delle città ha determinato come alcuni fattori incidono sulla sostenibilità del trasporto urbano. Emerge che nei paesi in via di sviluppo, per poter disporre di trasporti sostenibili ed evitare perdite ambientali, si dovrebbero sviluppare trasporti pubblici e condivisione di trasporto non motorizzati
Harris et al. (2011)	Obiettivo	Valutare l'impatto dell'approccio tradizionale di ottimizzazione dei costi, sulla modellizzazione strategica dei costi logistici complessivi e delle emissioni di CO2. Tenere in considerazione la struttura della supply chain (numero di depositi) e dei diversi rapporti di utilizzo dei veicoli merci
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e caso di studio
	Risultati	L'analisi mostra che la progettazione ottimale basata sui costi non è necessariamente una soluzione ottimale per le emissioni di CO2, pertanto è necessario affrontare esplicitamente gli obiettivi economici e ambientali nell'ambito della progettazione logistica e stimare correttamente i fattori di utilizzo dei veicoli
	Limiti e sviluppi futuri	Il caso di studio non permette di generalizzare i risultati ottenuti, dipende dai dati utilizzati per il calcolo di CO2 e dai veicoli considerati
Ignat e Chankov (2020)	Obiettivo	Dimostrare che la condivisione trasparente delle informazioni ha il potenziale di cambiare i comportamenti dei clienti verso consegne più sostenibili
	Metodi di ricerca	Sondaggio e test Mcnemar sui dati raccolti
	Risultati	Risulta che la visualizzazione degli impatti ambientali e sociali delle consegne dell'ultimo miglio influenza i clienti dell'e-commerce e li rende più propensi a scegliere una consegna dell'ultimo miglio più sostenibile
	Limiti e sviluppi futuri	C'è una possibile incoerenza tra le intenzioni dei partecipanti dichiarate nell'indagine e il loro comportamento nella vita reale (desiderabilità sociale). Sono consigliati ulteriori ricerche sul comportamento reale dei clienti dell'e-commerce
IPCC (2006)	Obiettivo	Presentare le linee guida per il metodo di calcolo delle emissioni GHG secondo l'approccio fornito da IPCC

Kaur et al. (2018)	Obiettivo	Studiare il problema di approvvigionamento e proporre un modello di Environmental Sustainable Stochastic Procurement (ESSP) per affrontare varie incertezze come la domanda, la capacità del fornitore e la capacità del vettore
	Metodi di ricerca	Analisi del problema ESSP (Environmental Sustainable Stochastic Procurement)
	Risultati	Il modello ESSP proposto è risolto in modo ottimale e convalidato. Questo modello minimizza contemporaneamente il costo totale di approvvigionamento e le emissioni di carbonio su tutto l'orizzonte di pianificazione considerando domanda incerta, fornitore e capacità del vettore
	Limiti e sviluppi futuri	Il lavoro può essere ulteriormente esteso per tempi di consegna incerti, acquisti incerti e costi di trasporto. Inoltre possono essere integrati i fattori qualitativi che influenzano la selezione del fornitore e vettore
Kengpol e Tuammee (2016)	Obiettivo	Sviluppare un quadro delle decisioni per valutare il rischio quantitativo nella logistica green multimodale
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, modello di valutazione del rischio basato su FMEA, QRA, AHP, DEA
	Risultati	Risulta che il modello di valutazione del rischio può generare un percorso logistico ecologico ottimale in base al peso dell'utente
	Limiti e sviluppi futuri	Difficoltà nella raccolta di informazioni sui costi di trasporto e tasse. Ulteriori studi possono includere più metodi relativi all'impronta di carbonio nel modello di gestione del rischio
Kudla (2012)	Obiettivo	Studiare gli aspetti della sostenibilità nella relazione acquirente-fornitore dei servizi logistici
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, casi di studio, sviluppo tassonomia
	Risultati	Indica in maniera approfondita le motivazioni e modalità per cui i fornitori scelgono di essere sostenibili. Si analizza il modo in cui gli spedizionieri incentivano i loro LSP a svolgere attività sostenibili. Si riscontrano differenze significative tra gli sforzi di sostenibilità delle PMI e dei grandi LSP e si ricava una tassonomia provvisoria dei tipi di risposta alla sostenibilità degli LSP
	Limiti e sviluppi futuri	Le informazioni tratte dallo studio derivano solo dagli LSP, per non è possibile generalizzare i risultati. La tassonomia è limitata al campione e al caso di studio scelto
Lieb e Lieb (2010)	Obiettivo	Documentare la misura in cui le aziende 3PL si sono impegnate a perseguire obiettivi di sostenibilità ambientale, esaminare le iniziative intraprese, gli obiettivi fissati e l'impatto sui clienti
	Metodi di ricerca	Intervista ai CEO di aziende 3PL
	Risultati	Quasi tutte le aziende coinvolte nelle indagini si songo impegnate con obiettivi di sostenibilità ambientale nel corso degli ultimi anni e che hanno lanciato una vasta gamma di progetti correlati che hanno avuto un impatto molto positivo su tali società, nonostante la recessione. I clienti dei 3PL hanno mostrato un crescente interesse per le capacità di sostenibilità ambientale del 3PL.
Marchet et al. (2014)	Obiettivo	Classificare la ricerca sulla sostenibilità ambientale nella logistica e nei trasporti sulla base dei temi principali e dei metodi di studio
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e classificazione
	Risultati	Emerge che la ricerca è limitata su molti temi, che i metodi utilizzati sono teorici o empirici e che è assente l'uso di simulazioni e modellizzazione analitica
	Limiti e sviluppi futuri	Eventuale omissione di articoli e pubblicazioni
Mariano et al. (2017)	Obiettivo	Valutare l'efficienza nel rapporto tra le prestazioni della logistica di trasporto, misurate dall'Indice di Performance Logistica (LPI), e le emissioni di CO2 del settore dei trasporti
	Metodi di ricerca	Metodo empirico (tecnica DEA e Malmquist) per costruire un indice di prestazioni
	Risultati	Costruzione di un indice di prestazioni logistiche a basso tenore di carbonio (LCLPI) e, ai fini della validazione e dell'analisi, sono state studiate le prestazioni di alcuni paesi
	Limiti e sviluppi futuri	Limite dato dalla mancanza di dati disponibili da altre variabili per migliorare il modello

McKinnon (2012)	Obiettivo	Esaminare i diversi approcci che le aziende possono adottare per fissare obiettivi di riduzione delle emissioni di carbonio legati alle operazioni logistiche
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, interviste semi-strutturate
	Risultati	La ricerca suggerisce che le pratiche di definizione degli obiettivi differiscono ampiamente in questo campo. L'articolo propone una serie di principi applicabili alla decarbonizzazione della logistica
	Limiti e sviluppi futuri	Si consigliano indagini più ampie, su diversi settori e paesi, per valutare l'importanza relativa degli obiettivi. Studiare come misurare il grado di raggiungimento degli obiettivi ed esaminare i motivi del superamento o mancato superamento. La ricerca potrebbe inoltre standardizzare i metodi e le metriche utilizzati nella definizione degli obiettivi GHG
McKinnon e Alan (2016)	Obiettivo	Impatto della riduzione (diretta, indiretta, sequenziale) della velocità della supply chain sulle emissioni a effetto serra
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e classificazione
	Risultati	Risulta che la decelerazione delle merci è un'opzione di decarbonizzazione promettente
	Limiti e sviluppi futuri	Si suggeriscono test e analisi delle relazioni tra tempo, emissione e altre metriche della supply chain nei vari contesti industriali e geografici
Meixell e Norbis (2008)	Obiettivo	Categorizzare la ricerca sulla scelta del trasporto per comprendere il tema e la direzione degli studi futuri
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Si sviluppa uno schema di classificazione per la ricerca sulla scelta del trasporto che rivela delle mancanze nella ricerca su diversi temi, sulle metodologie di simulazione, casi di studio e interviste
	Limiti e sviluppi futuri	Gli studi futuri devono utilizzare come approcci di ricerca la simulazione, casi di studio e interviste. Si suggerisce lo sviluppo di modelli decisionali prescrittivi per gestire meglio la supply chain
Morrow e Rondinelli (2002)	Obiettivo	Identificare le motivazioni che spingono le aziende ad implementare e certificare i propri sistemi di gestione ambientale (EMS)
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e casi di studio
	Risultati	Gli studi indicano che l'attuazione e la certificazione dell'EMS aiutano le imprese a integrare i loro sistemi di gestione dell'ambiente, della salute e della sicurezza. La partecipazione dei dipendenti e la formazione ambientale aumentano la consapevolezza sugli aspetti ambientali del loro lavoro e della responsabilità per la riduzione degli impatti negativi
	Limiti e sviluppi futuri	Occorre ampliare il campione di aziende intervistate
Muñoz-Villamizar et al. (2017)	Obiettivo	Valutare l'implementazione di un parco veicoli elettrico nella distribuzione urbana collaborativa delle merci, al fine di ridurre gli impatti ambientali e mantenendo un buon livello di servizio
	Metodi di ricerca	Modellazione matematica con obiettivi multipli
	Risultati	L'approccio proposto per esplorare il rapporto tra il costo di consegna e l'impatto sulla sostenibilità può essere utilizzato per orientare le decisioni gestionali e migliorare l'efficienza del sistema di trasporto urbano
	Limiti e sviluppi futuri	Si suggeriscono ulteriori ricerche sulla complessità dei problemi di instradamento dei veicoli operativi che spesso porta alla progettazione di algoritmi approssimativi
Nuzzolo et al. (2018)	Obiettivo	Classificare la letteratura attuale sulla Agent-based simulation ABS seguendo alcuni criteri di omogeneità
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e classificazione
	Risultati	Emerge che i modelli di simulazione basati su agenti ABS sono adatti per l'uso nella simulazione della distribuzione urbana di merci
	Limiti e sviluppi futuri	Questo approccio deve ancora essere pienamente sviluppato: le applicazioni fornite in letteratura sono solo per i casi di prova, si riferiscono a piccole aree di studio e a un numero limitato di agenti

Perboli (2019)	Obiettivo	Analizzare il trasporto merci nelle aree urbane, sottolineando l'impatto dell'adozione di veicoli green. Studiare i benefici dell'esternalizzazione delle consegne ai subappaltatori green in termini di emissioni di CO2 e sul livello di qualità richiesto dai servizi grazie alla riduzione dei tempi di consegna. Comprendere come bilanciare la perdita di efficienza per i subappaltatori tradizionali
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, Business Model Canvas, simulazione Monte Carlo
	Risultati	Si definiscono i principali attori coinvolti nella consegna dei pacchi urbani, si analizzano i loro modelli di business e le interazioni tra di loro. Si indaga l'integrazione della logistica tradizionale e green dal punto di vista aziendale e operativo. Si introduce e si testa uno strumento di simulazione-ottimizzazione di supporto alle decisioni, in grado di valutare le politiche di flotta mista per la gestione della consegna dei pacchi nelle aree urbane
	Limiti e sviluppi futuri	Si consigliano ricerche su come cambiano le dinamiche nei sistemi di trasporto merci urbani dopo l'introduzione di veicoli a basso impatto ambientale, come i veicoli elettrici e ibridi, nonché altre tecnologie di consegna, come ad esempio hub mobili e locker
Piecyk e McKinnon (2010)	Obiettivo	Determinare le tendenze di base nella gestione della logistica e della catena di approvvigionamento, e i relativi effetti ambientali fino al 2020
	Metodi di ricerca	Focus group e indagine Delphi
	Risultati	I fattori che influenzano la domanda di trasporto merci, il consumo di carburante e le emissioni di CO2, sono classificati in sei categorie in relazione ai diversi livelli del processo decisionale logistico. Tre scenari sono concepiti per valutare i livelli di emissione di CO2 derivanti dal trasporto merci su strada nel 2020. Vengono discussi i probabili cambiamenti nelle principali variabili logistiche
	Limiti e sviluppi futuri	Data la complessità del problema, sono necessari ulteriori studi
Rita et al. (2018)	Obiettivo	Comprendere come misurare la condotta ambientale delle PMI e quali metriche qualitative e quantitative possono essere utilizzate
	Metodi di ricerca	Applicazione integrata della mappatura cognitiva e il metodo AHP
	Risultati	Sono stati coinvolti imprenditori ed esperti per creare, testare e convalidare un indicatore per le PMI. I risultati possono essere utilizzati come riferimento per le iniziative di miglioramento ambientale. Le metodologie utilizzate nella costruzione del modello proposto facilitano una comprensione più chiara di come valutare i comportamenti ambientali delle PMI
	Limiti e sviluppi futuri	I limiti riguardano il modo in cui sono stati definiti i criteri di valutazione e il metodo con cui vengono calcolati i pesi dei criteri o i trade-off
Russo e Comi (2010)	Obiettivo	Classificare le misure per mitigare gli effetti negativi del trasporto merci adottate su scala urbana e svolgere un'analisi empirica dei risultati ottenibili
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Si classificano le misure logistiche che interessano le aree urbane e metropolitane, riportando gli attori/decisori coinvolti ed esempi di implementazione da molte città in tutto il mondo
Selviaridis e Spring (2007)	Obiettivo	Fornire una tassonomia degli studi sui fornitori di servizi logistici (3PL) e sviluppare un programma di ricerca per questo campo di studio
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e classificazione
	Risultati	La revisione fornisce un quadro di classificazione completo degli studi 3PL e rivela che la ricerca è principalmente di natura empirico-descrittiva e manca, invece, di un fondamento teorico
	Limiti e sviluppi futuri	Si suggerisce di orientare la ricerca verso studi più normativi, basati sulla teoria e su metodi qualitativi
Tavana et al. (2017)	Obiettivo	Fornire nuovo approccio decisionale integrato basato su più criteri per i problemi di selezione sostenibile dei fornitori. Utilizzare un'analisi sistematica per studiare come specifiche variabili si sviluppano e si influenzano reciprocamente
	Metodi di ricerca	Modellazione con metodo MCDM, strumenti ANP, QFD, MOORA, WASPAS e caso di studio
	Risultati	Fornisce un metodo di selezione che può essere implementato per identificare una rete di fornitori che soddisfano caratteristiche economiche, requisiti ambientali e/o sociali generalmente valutati dai clienti
	Limiti e sviluppi futuri	Il modello è limitato a causa della soggettività che caratterizza la selezione degli esperti e l'interpretazione dei dati

Van den Berg e W. De Langen (2017)	Obiettivo	Esplorare l'atteggiamento dei corrieri e degli acquirenti di servizi di trasporto verso la sostenibilità ambientale nell'approvvigionamento del servizio
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura e indagine
	Risultati	I corrieri si concentrano più sulla sostenibilità rispetto agli spedizionieri, le dimensioni dei corrieri hanno un'influenza positiva sulla richiesta di trasparenza delle prestazioni ambientali. Gli obiettivi di sostenibilità resi espliciti hanno un impatto positivo sulla domanda di soluzioni sostenibili e ci si aspetta una maggiore importanza per gli acquisti sostenibili
	Limiti e sviluppi futuri	Ricerca con limiti geografici e del campione scelto. Si suggeriscono studi sull'integrazione della sostenibilità ambientale nei diversi livelli dell'organizzazione, casi di studio approfonditi sulle pratiche più efficaci da adottare, studi su come influenzare il processo decisionale e strategico
Van Loon et al. (2014)	Obiettivo	Esaminare l'impatto sull'emissione di CO2 della vendita online in confronto alla vendita al dettaglio convenzionale, l'impatto della catena di approvvigionamento a monte
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Emerge che l'impatto ambientale dello shopping online è inferiore rispetto alla vendita in negozio. I modelli di calcolo dell'impatto del carbonio, con una prospettiva più ampia della supply chain, sono semplicistici e limitati dalla scarsità di dati empirici e dalla complessa interdipendenza tra variabili
	Limiti e sviluppi futuri	Sono necessarie valutazioni più ampie e realistiche dell'impatto ambientale della vendita on-line
Zeng et al. (2021)	Obiettivo	Identificare, categorizzare e discutere le pubblicazioni accademiche che fanno riferimento all'uso degli indici compositi (CI) per la misurazione delle performance aziendali
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura
	Risultati	Si osserva un tasso molto più basso di adozione di indicatori non finanziari nella pratica aziendale
	Limiti e sviluppi futuri	Si consigliano ulteriori studi sui CI per misurarne la solidità e la trasparenza e analizzare come i CI contribuiscono a prevedere l'andamento dell'economia globale
Zito e Salvo (2011)	Obiettivo	Raggruppare le politiche di mobilità sostenibile per definire un insieme essenziale di indicatori specifici di prestazione nel settore dei trasporti (TPI)
	Metodi di ricerca	Revisione della letteratura, analisi comparativa e costruzione di un indice normalizzato
	Risultati	Dall'analisi comparativa delle diverse città europee in termini di sviluppo, sostenibilità e infrastrutture, risulta che un alto valore di sostenibilità è associato, in generale, alle piccole e medie città in termini sia di popolazione che di area urbana. Per le grandi città l'adozione di misure politiche, da un lato, per controllare l'espansione urbana, dall'altro lato, per gestire la domanda di trasporto urbano con un adeguato sviluppo del trasporto pubblico, permette di raggiungere una mobilità più sostenibile
	Limiti e sviluppi futuri	Limite dato dalla difficoltà nel confrontare i diversi contesti urbani, poiché il rilevamento e il monitoraggio dei dati non sono standardizzati a livello di città

B. Indice aggregato della sostenibilità ambientale

Si propone una suddivisione degli indicatori di sostenibilità ambientale del trasporto merci, facendo riferimento alla letteratura analizzata.

Si identificano 6 macro aree a cui appartengono gli indicatori: rifiuti e logistica inversa, imballaggi, infrastruttura, governance, compliance aziendale, strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti.

Si riportano, per ogni indice, gli autori di riferimento e l'unità di misura proposta.

Livello 0	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Autori	Unità di misura
Imballaggi	Utilizzare un packaging eco-sostenibile	Scegliere opzioni di imballaggio con materiale riciclato, riciclabile o biodegradabile	Ottimizzare protezione durante il trasporto	Gonzalez-Benito (2006), Ferguson (2011)	% materiale packaging riciclato
		Utilizzare container green o pallet restituibili	-	Lacefield (2004), Ray et al. (2006), Kumar and Anbanandam (2020)	% container ecosostenibili
	Ridurre gli sprechi di materiale di packaging	Ridurre consumo di materiale da imballaggio	-	Evangelista (2014), Gonzalez-Benito (2006), Murphy and Poist (2000), Gonzalez-Benito (2006), Ciliberti et al. (2008), Tsoulfas and Pappis (2008), Lieb and Lieb (2010), Jumadi and Zailani (2010)	% uso carta certificata
		Riutilizzare i materiali per l'imballaggio	-		% materiale riutilizzato
		Ridurre il peso e le dimensioni di imballaggio della merce	-	Aronsson (2006), Sarkis et al. (2004), Jumadi e Zailani (2010)	% peso in meno trasportato
	Ridurre l'impatto ambientale dovuto dall'approvvigionamento e dal trattamento finale dell'imballaggio	Prestare attenzione al ciclo di vita dell'intera catena di approvvigionamento degli imballaggi	-	Ciliberti et al. (2008)	S/N
		Prestare attenzione nel trattamento dei rifiuti di imballaggio	-	Faruk et al. (2001)	S/N
Rifiuti e logistica inversa	Ridurre gli sprechi	Gestire le politiche di reso	Utilizzare confezioni riutilizzabili per il reso	Evangelista (2014), Van Hoek (1999), Rubio et al. (2008), Berry (2000), Murphy and Poist (2000), Hervani et al. (2005), Rondinelli et al. (2008), Jumadi and Zailani (2010), Lieb and Lieb (2010), Colicchia et al. (2013), Pires et al. (2015), Martinho et al. (2015), Aung and Chang (2014), White, Wang, and Li (2015), Akhavan and Beckmann (2017)	% confezioni riutilizzabili
		Informare il consumatore sul corretto smaltimento del packaging	-		S/N
		Riutilizzare i materiali	-		% materiali riutilizzati
	Gestire le operazioni di recupero, trasporto e smaltimento rifiuti	Fare la raccolta differenziata	Avere metriche per la percentuale di riciclaggio		% rifiuti riciclati
		Prestare attenzione ai rifiuti speciali	-		% rifiuti pericolosi riciclati

Infrastruttura	Scegliere opzioni sostenibili per il magazzino	Utilizzare mezzi di trasporto interni ecologici	-	Dobers et al. (2019)	% mezzi ecologici
		Avere un design e un'architettura efficiente e rispettose dell'ambiente	-	Rai et al. (2009), Ding (2007), Centobelli et al. (2017), Vachon (2007)	# certificazioni della struttura
		Utilizzare in maniera efficiente il terreno per la costruzione di centri di distribuzione	-	Ding (2007), Colicchia et al. (2013), Murphy and Poist (2000)	S/N
	Adottare energia proveniente da fonti rinnovabili	Adottare pannelli solari e fotovoltaici	-	OECD (1999), Litman (2008), Pitfield and Castilo (2010), Joumard et al.(2011), Awasthi et al. (2011), Haghshenas and Yaziri (2012), Santos and Ribeiro (2013), Shiau and Liu (2013), Reisei et al. (2014), Hagahshenas et al. (2015), Bandeira (2018), Evangelista (2014), Murphy and Poist (2000), Rondinelli and Berry (2000), Hervani et al. (2005), Zhu and Sarkis (2007), Ciliberti et al. (2008), Lieb and Lieb (2010), Pieters et al. (2012), Colicchia et al. (2013)	kWh energia pulita
		Adottare l'energia termica	-		kWh energia pulita
	Gestione efficiente dell'energia	Adottare illuminazione a basso consumo energetico	-	Murphy and Poist (2000), Hervani et al. (2005), Zhu and Sarkis (2007), Ciliberti et al. (2008), Lin and Ho (2008), Lieb and Lieb (2010)	m cubi di CO2 evitati
		Porre attenzione al riscaldamento e alla coibentazione delle strutture	-		kWh energia risparmiata
	Gestione efficiente dell'acqua	Utilizzare un sistema di riduzione, riutilizzo, protezione dell'acqua	-	Rizzo (2006), Lieb e Lieb (2010), Murphy and Poist (2000), Jumadi and Zailani (2010)	S/N
	Ottimizzazione dell'ubicazione dei magazzini e dei centri di distribuzione	Gestire la prossimità dei centri alle aree servite	-	Wu and Dunn (1995), Shiau and Liu (2013)	S/N
Strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti	Efficiente utilizzo dei mezzi di trasporto	Usare veicoli efficienti in termini di consumo di carburante	Modernizzare la flotta di veicoli usati	Appleton and Davies (2008), Litman (2008), Pitfield and Castilo (2010), Joumard et al.(2011), Litman (2008), Toth- Szabo et al. (2011), Kim and Han (2011), Awasthi and Chauhan (2011), Haghshenas and Yaziri (2012), Santos and Ribeiro (2013), Shiau and Liu (2013), Reisei et al. (2014), Hagahshenas et al. (2015), Bandeira (2018), Evangelista (2014), Kohn e Brodin (2008), Kudla and Klaas-Wissing (2012), Jumadi e Zailani (2010), Browne et al. (2012), Tsoulfas and Pappis (2008), Lieb e Lieb (2010), Piecyk and McKinnon (2010)	m cubi di CO2 evitati
			Aumentare efficienza		m cubi di CO2 evitati
			Effettuare manutenzione veicoli		S/N
		Sostituire l'uso di carburante con carburante da fonti rinnovabili	Motori, carburanti, additivi, lubrificanti alternativi	Facanha and Horvath (2005), Ciliberti et al. (2008), Lieb and Lieb (2010), Browne et al. (2012), Perotti et al. (2012), Pieters et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013), Piecyk and McKinnon (2010), Wohlfarth et al. (2017)	% carburante alternativo
		Riciclare i veicoli a fine vita	-	Shiau and Liu (2013)	% veicoli riciclati
		Utilizzare veicoli poco inquinanti come veicoli elettrici, cargo bike, droni	-	Gonzalez-Benito and Gonzalez-Benito (2006), Lieb and Lieb (2008), Jumadi and Zailani (2010), Pieters et al. (2012)	% veicoli alternativi
		Utilizzare modalità di trasporto alternative	Utilizzare trasporto intermodale/multimodale per le lunghe distanze	McIntyre et al. (1998), Rondinelli and Berry (2000), Facanha and Horvath (2005), Ciliberti et al. (2008), Mondragon et al. (2009), Lieb and Lieb (2010), Lammgard (2012), Perotti et al. (2012), Pieters et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013), Eng-Larsson and Kohn (2012)	% trasporto intermodale/ multimodale
		Condividere i veicoli con altri corrieri	-	Kumar and Anbanandam (2020)	% viaggi condivisi
		Formare personale conducente (eco-driving)	-	Murphy and Poist (2000), Hervani et al. (2005), Lin and Ho (2008), Tsoulfas and Pappis (2008), Lieb and Lieb (2010)	S/N
		Monitorare e ridurre la velocità di viaggio	-	Liimatainen et al. (2014), Perotti et al. (2012), Sureeyatanapas et al. (2018)	S/N

Strategie di distribuzione ed esecuzione dei trasporti	Efficiente utilizzo dei mezzi di trasporto	Utilizzare applicazioni ICT	Ottimizzare il percorso dei veicoli con sistemi di gestione delle rotte	Hilty et al. (2006), Lieb and Lieb (2008, 2010), Lin and Ho (2008), Jeffers (2010), Jumadi and Zailani (2010), Lammgard (2012), Perotti et al. (2012), Colicchia et al. (2013)	litri di combustibile risparmiato
			Ottenere la tracciabilità della flotta	Lai et al. (2010), Gonzalez-Benito (2006), Ciliberti et al. (2008), Hilty et al. (2006) Marchet et al. (2009), Jeffers (2010), Perego et al. (2011)	presenza di strumenti per la tracciabilità
		Pianificare i trasporti tenendo conto della congestione del traffico	-	Sharma and Mishra (2013)	S/N
		Concordare preventivamente con i propri clienti gli orari di consegna della merce	-	Zhou and Benton (2007)	S/N
		Ottimizzare il carico sul veicolo	-	Rondinelli and Berry (2000), Ciliberti Faruk et al. (2001), et al. (2008), Lieb and Lieb (2010), Gonzalez-Benito and Gonzalez- Benito (2006), Lammgard (2012), Perotti et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Piecyk and McKinnon (2010)	volume per m3
		Riduzione tempo di inattività veicoli	-	Demir et al. (2011)	S/N
		Evitare corse a vuoto	-	McKinnon (2007), Pieters et al. (2012), Liimatainen et al. (2014), Perotti et al. (2012), Sureeyatanapas et al. (2018)	# corse a vuoto
	Ridurre inquinamento acustico	-	-	OECD (1999), Appleton and Davies (2008), Litman (2008), Pitfield and Castilo (2010), Joumard et al.(2011), Litman (2008), Toth- Szabo et al. (2011), Kim and Han (2011), Awasthi and Chauhan (2011), Awasthi et al. (2011), Santos and Ribeiro (2013), Bandeira (2018)	dBA
Governance	Definire una strategia ambientale	Avere una politica ambientale formalizzata	Presenza di elementi strategici legati alla sostenibilità nel Business Plan, nella vision e mission	Hervani et al. (2005), Wever et al. (2007), Lieb and Lieb (2008), Tsoulfas and Pappis (2008), Darnall et al. (2009)	S/N
		Avere un top management che supporta la politica aziendale green	Investire sulla comunicazione, motivazione, commitment, continua implementazion e	Lieb and Lieb (2010), Lin and Ho (2011), Longoni et al. (2018), Chinho, Kuei, and Chai (2013)	S/N
	Implementare una strategia ambientale	Allocare parte del budget per occuparsi dell'ambiente	-	Litman (2007)	% della spesa annua per la protezione dell'ambiente
		Fissare obiettivi quantitativi per gestire i rischi ambientali e/o promuovere opportunità verdi	-	Centobelli et al. (2017), Colicchia et al. (2013) Murphy and Poist (2000)	S/N
		Revisionare e tenere traccia del raggiungimento degli obiettivi	Avere strumenti di misura dell'impatto ambientale	Castillo and Pitfield (2010), Colicchia et al. (2013)	S/N
		Migliorare il proprio servizio dal punto di vista ambientale	-	Singh, Jain, and Sharma (2015), Ghadge et al. (2017), Chen, Ong, and Hus (2016)	S/N
		Elaborare report sulle pratiche ambientali rapporti annuali, da riferire al Consiglio, agli investitori, ecc.	Pubblicare annualmente report di sostenibilità ambientale	Kumar and Anbanandam (2020), Lieb and Lieb (2010), Lammgard (2012)	S/N
		Intraprendere iniziative di Carbon Offset (compensazione)	-	Kudla and Klaas-Wissing (2012)	% CO2 offsettata

Governance	Collaborazioni interne	Consultare gli stakeholders nelle questioni ambientali	-	Evangelista (2014)	S/N
		Formare il personale sul tema della sostenibilità ambientale	Attività per aumentare la consapevolezza dei dipendenti e incentivare le buone pratiche	Murphy and Poist (2000), Rondinelli and Berry (2000), Lieb and Lieb (2008, 2010), Lammgard (2012), Perotti et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Sarkis and Zhu (2018), Lin and Ho (2008), Abbasi and Nilsson (2016)	S/N
		Avere una persona/team incaricati di gestire le questioni ambientali	-	Sarkis et al. (2012), Hervani et al. (2005), Lieb and Lieb (2008)	S/N
		Accrescere la consapevolezza dei clienti sui rischi ambientali	Attività di formazione e discussione, manifesti e volantini	Colicchia et al. (2013)	S/N
		Disporre di un sistema di incentivi per incoraggiare i dipendenti a tenere conto degli obiettivi ambientali	-	Kumar and Anbanandam (2020), El Baz and Laguir (2017)	S/N
	Collaborazioni esterne	Scegliere partner e fornitori primari del monitoraggio ambientale per portare avanti gli obiettivi di sostenibilità	-	Vachon e Klassen (2006)	S/N
		Perseguire obiettivi ambientali comuni con aziende esterne, come altri LSP	-	Lieb and Lieb (2010), Pieters et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013), El Baz and Laguir (2017), Eng-Larsson and Norrman (2014), Zailani et al. (2011)	# partnership ambientali
		Collaborare con i clienti	-	Krumwiede and Sheu (2002), Meade and Sarkis (2002), Min and Ko (2007), Efendigil et al. (2008), Tsoulfas and Pappis (2008), Jumadi and Zailani (2010), Lai et al. (2010), Lammgard (2012), Perotti et al. (2012), Pieters et al. (2012), Colicchia et al. (2013), Isaksson and Huge-Brodin (2013)	S/N
	Valutazione della sostenibilità dei fornitori	Scegliere fornitori che adottano politiche di sostenibilità ambientale	-	Bjorklund (2005), Wu e Dunn (1995), Kumar and Anbanandam (2020), Faruk et al. (2001), Humphreys et al. (2003), Gonzalez-Benito and Gonzalez-Benito (2006), Vachon and Klassen (2006), Vachon (2007), Bai and Sarkis (2009),	# fornitori certificati ISO 14000
		Scegliere fornitori con politica ambientale coerente con l'azienda	-		S/N
		Scegliere criteri ambientali sulla base dei quali valutare i fornitori	-		S/N
		Collaborare con i fornitori promuovendo l'adozione dei principi di sostenibilità	-		S/N
	Comunicazione delle decisioni che riguardano l'ambiente	Fornire informazioni all'esterno sul Carbon Footprint	-	Evangelista (2014), Lieb and Lieb (2010), Lammgard (2012), Pieters et al. (2012), Krumwiedeet al. (2013), Zhou and Benton (2007)	velocità della comunicazione
	Utilizzare 'IT green'	Ridurre il numero di server	-	Hilty et al. (2006), Lieb and Lieb (2010), Jeffers (2010), Jumadi and Zailani (2010)	# server
		Utilizzare software green	-		S/N
		Ottimizzare il numero di backup	-		S/N
Compliance aziendale	Conformità con regolamentazione internazionale e nazionale	Richiedere e ottenere certificazioni da terze parti	Certificazioni ISO	Evangelista (2014), Centobelli et al. (2017), Colicchia et al. (2013), Rondinelli and Berry (2000), Facanha and Horvath (2005), Lammgard (2012), Pieters et al. (2012), Luthra, Garg, and Haleem (2016), Fiorino and Bhan (2014), Yuan et al. (2020), Krumwiede and Sheu (2002), Meade and Sarkis (2002), Min and Ko (2007), Efendigil et al. (2008), Tsoulfas and Pappis (2008), Jumadi and Zailani (2010), Lai et al. (2010), Lieb and Lieb (2010), Ellram and Golicic (2016)	S/N
			Altre certificazioni		# certificazioni
		Rimanere negli standard evitando violazioni	Occuparsi della non conformità nel caso in cui alcuni regolamenti non siano soddisfatti		# di violazioni
	Allineamento con obiettivi ambientali internazionali	Definire delle metriche per misurare la sostenibilità ambientale	-		S/N
		Sostenere la regolamentazione e collaborare con le autorità	-		S/N
		Collaborare a programmi coordinati di logistica e trasporto	-		S/N

C. Metodi di calcolo del Carbon Footprint

Si analizzano i modelli di calcolo del Carbon Footrpint, citati nel capitolo 2.

Gli output ottenuti dal calcolo del Carbon Footrpint sono espressi in $kgCO_2e$. Si analizza, inoltre, se gli strumenti coprono le emissioni di Tank-to-Wheel (TtW), che derivano esclusivamente dalla combustione del carburante nel motore del mezzo, e/o le emissioni di Well-to-Wheel (WtW), che derivano da tutti i processi subiti dal carburante all'interno del suo ciclo di vita.

Si studiano gli input richiesti dal metodo e se esistono delle stime dei fattori di conversione dell'energia.

					Unità di misura	IPCC	NTM	GREET	DEFRA	MEET
Anno ultima pubblicazione						2006	2020	2020	2009	1999
Output	**GHG**				kgCO2e	X	X	X	X	X
	Altro							X		X
	Consumo energia					X		X		X
	WTT						X	X		
	TTW					X		X		
Input	**Caratteristiche pacco**	Carico	Peso pacco		kg		X			
			Volume		m^3		X			
			Peso complessivo		t				X	
		Rotta	Punto di partenza		coordinate, CAP					
			Destinazione							
			Distanza		km		X	X	X	X
		Tipologia merce					X			
		Ambiente refrigerato			S/N					
	Caratteristiche veicolo	Tipologia veicolo	Strada	Camion		X	X	X	X	X
				Furgone						
				Auto						
				Tricicli, quadricicli						
				Moto						
				Bici						
			Aria	Aereo		X	X	X	X	X
				Drone						
			Mare			X	X	X	X	X
			Rotaia			X	X	X	X	X
		Combustibile	Tipologia combustibile	Diesel		X	X	X	X	X
				Benzina		X	X	X	X	X
				Biodiesel		X	X	X		
				LPG		X	X	X	X	X
				CNG		X	X	X	X	
				LNG		X	X	X		
				Elettrico		X	X	X		
				Ibrido		X	X	X		
				Idrogeno		X	X	X		
		Classe di emissione			Euro	X	X			X
		Fattore di emissione	Tipo veicolo, combustibile e tecnologia		kgCO2e/kg, kgCO2e/L, kgCO2e/m^3	X	X	X	X	X
		Consumo			L/100km	X	X	X	X	
		Fattore di carico			%		X		X	X
		Altre	Modello veicolo		Codice					X
			Peso mezzo		t				X	X
			Potenza motore		CV					
			Condizione motore							
			Anno immatricolazione		anno					
			Lunghezza rimorchio		m					
	Condizioni di trasporto	Condizioni stradali	Tipo strada	Urbana	S/N	X	X			
				Autostrada						
				Rurale						
			Rete stradale	Pendenze	%	X	X			X
				Condizioni del traffico		X	X			X
				Deviazioni						
		Condizioni climatiche								X
		Guida	Velocità		km/h	X				X
			Accelerazione		m/s^2	X				X
		Corse a vuoto			S/N		X		X	

					COPERT	Ecotransit	NAEI	GLEC	Green Router	DHL
Anno ultima pubblicazione					2019	2000	2018	2019	2017	
Output	**GHG**				X		X	X		
	Altro				X		X			
	Consumo energia							X		
	WTT					X		X	X	
	TTW					X		X	X	X
Input	**Caratteristiche pacco**	Carico	Peso pacco					X		X
			Volume					X		X
			Peso complessivo			X		X	X	
		Rotta	Punto di partenza			X		X		X
			Destinazione			X		X		X
			Distanza					X	X	
		Tipologia merce						X		
		Ambiente refrigerato						X	X	
	Caratteristiche veicolo	Tipologia veicolo	Strada	Camion	X	X	X	X	X	X
				Furgone						
				Auto						
				Tricicli, quadricicli						
				Moto						
				Bici						
			Aria	Aereo		X		X	X	X
				Drone						
			Mare			X		X	X	X
			Rotaia			X		X	X	X
		Combustibile	Tipologia combustibile	Diesel	X		X	X		
				Benzina	X		X	X		
				Biodiesel	X			X		
				LPG	X		X			
				CNG	X			X		
				LNG				X		
				Elettrico				X		
				Ibrido						
				Idrogeno				X		
		Classe di emissione			X		X		X	X
		Fattore di emissione	Tipo veicolo, combustibile e tecnologia		X		X			
		Consumo				X	X	X	X	
		Fattore di carico				X		X	X	
		Altre	Modello veicolo							
			Peso mezzo							
			Potenza motore							
			Condizione motore		X					
			Anno immatricolazione				X			
			Lunghezza rimorchio							
	Condizioni di trasporto	Condizioni stradali	Tipo strada	Urbana	X	X	X	X		
				Autostrada						
				Rurale						
			Rete stradale	Pendenze		X				
				Condizioni del traffico			X	X		
				Deviazioni				X		
		Condizioni climatiche			X		X			
		Guida	Velocità		X	X	X			
			Accelerazione			X	X			
		Corse a vuoto							X	

D. Questionario

Questionario sulla sostenibilità ambientale del trasporto merci

Benvenuto al questionario proposto dal Politecnico di Torino.
Questa indagine mira alla definizione del livello di sostenibilità ambientale dei corrieri e alla valutazione dei criteri di selezione dei corrieri da parte dei venditori online. E' necessaria la sua partecipazione, come rappresentante dell'azienda per cui lavora, con lo scopo di ottenere una rappresentazione accurata del punto di vista dei fornitori di servizi di logistica.
Il questionario è breve, ci vorranno circa 10 minuti.

Grazie in anticipo per il suo contributo!

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione
Politecnico di Torino
*Campo obbligatorio

POLITECNICO DI TORINO

1. Che Corriere rappresenta? *

2. Qual è il suo ruolo all'interno dell'azienda? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Direzione
- [ ] Reparto Operations
- [ ] Amministrazione
- [ ] Commerciale
- [ ] Marketing e comunicazione
- [ ] Logistica e Magazzino
- [ ] Servizio Clienti
- [ ] Sistemi Informativi
- [ ] Ufficio finanziario
- [ ] Risorse umane

Altro: [ ] _____

Criteri di valutazione della sostenibilità ambientale

3. Quanto l'azienda reputa importanti questi aspetti per il servizio di consegna su una scala da 1 (per nulla importante) a 5 (estremamente importante)? *

Contrassegna solo un ovale per riga.

	1 - per nulla	2 - poco	3 - abbastanza	4 - molto	5 - estremamente
Qualità	◯	◯	◯	◯	◯
Economicità	◯	◯	◯	◯	◯
Velocità	◯	◯	◯	◯	◯
Impatto ambientale	◯	◯	◯	◯	◯
Flessibilità	◯	◯	◯	◯	◯

4. Quanto lei reputa importanti questi parametri nel valutare la sostenibilità ambientale di un corriere su una scala da 1 (per nulla importante) a 5 (estremamente importante)? *

La definizione di ognuno dei parametri la trova di seguito

Contrassegna solo un ovale per riga.

	1 - per nulla	2 - poco	3 - abbastanza	4 - molto	5 - estremamente
Definizione e implementazione di una strategia da parte del management	◯	◯	◯	◯	◯
Conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente	◯	◯	◯	◯	◯
Efficienza energetica dei magazzini	◯	◯	◯	◯	◯
Riduzione delle emissioni inquinanti	◯	◯	◯	◯	◯
Logistica inversa	◯	◯	◯	◯	◯
Utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili	◯	◯	◯	◯	◯

Definizione dei parametri per la valutazione della sostenibilità ambientale di un corriere

DEFINIZIONE E IMPLEMENTAZIONE DI UNA STRATEGIA DA PARTE DEL MANAGEMENT: avere un team dedicato alla gestione della sostenibilità che consulta gli stakeholders sulle questioni ambientali, che tiene traccia degli obiettivi ed elabora report interni ed esterni; formare il personale; allocare il budget per sostenere l'ambiente; scegliere fornitori sostenibili.

CONFORMITÀ CON LA REGOLAMENTAZIONE NAZIONALE E INTERNAZIONALE SULL'AMBIENTE: richiedere certificazioni; rimanere negli standard evitando violazioni; definire delle metriche per misurare la sostenibilità.

EFFICIENZA ENERGETICA DEI MAGAZZINI: utilizzare fonti rinnovabili per l'illuminazione e il riscaldamento delle strutture; scegliere opzioni sostenibili per l'architettura; ottimizzare l'uso del terreno e l'ubicazione dei centri di distribuzione; utilizzare mezzi di trasporto interni ecosostenibili.

RIDUZIONE DELLE EMISSIONE INQUINANTI: migliorare l'efficienza dei trasporti attraverso l'ottimizzazione del carico merci e dei percorsi; utilizzare veicoli efficienti e poco inquinanti; monitorare i viaggi e le emissioni; formare il personale conducente.

LOGISTICA INVERSA: gestire degli sprechi riutilizzando e riciclando i materiali; gestire lo smaltimento dei rifiuti.

UTILIZZO DI MATERIALI PER L'IMBALLAGGIO ECO-SOSTENIBILI: scegliere packaging riciclabile, biodegradabile o riutilizzabile; ridurre peso e dimensione degli imballaggi; informare i consumatori sul corretto smaltimento.

5. La sua azienda utilizza i precedenti parametri per valutare la sua sostenibilità ambientale? Se sì, da quanto tempo queste misure sono usate? *

Contrassegna solo un ovale per riga.

	No	Sì, da meno di 1 anno	Sì, da più di 1 anno
Definizione e implementazione di una strategia da parte del management			
Conformità con la regolamentazione nazionale e internazionale sull'ambiente			
Efficienza energetica dei magazzini			
Riduzione delle emissioni inquinanti			
Logistica inversa			
Utilizzo di materiali per l'imballaggio eco-sostenibili			

6. Come l'azienda ha messo in pratica queste misure?

7. Ci sono altri indicatori che reputa importanti per misurare la sostenibilità ambientale di un corriere? *

Contrassegna solo un ovale.

- Sì
- No *Passa alla domanda 9.*

8. Se sì, quali altri indicatori suggerisce per misurare la sostenibilità ambientale di un corriere?

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Gestione delle politiche di reso
- [ ] Utilizzo di trasporto intermodale/multimodale per le lunghe distanze
- [ ] Condivisione dei veicoli con altri corrieri
- [ ] Compensazione del carbonio
- [ ] Riduzione dell'inquinamento acustico
- [ ] Scelta di partner con cui perseguire obiettivi ambientali comuni
- [ ] Collaborazione con le autorità per sostenere la regolamentazione sull'ambiente
- [ ] Utilizzo di un IT "green"

Altro: [ ] _____

Relazione con i clienti

9. Nell'anno 2020 quante tra le aziende che usufruiscono del vostro servizio di consegna hanno domandato soluzioni sostenibili dal punto di vista ambientale? *

Contrassegna solo un ovale.

- ( ) Nessuna
- ( ) Meno del 25%
- ( ) Meno del 50%
- ( ) Meno del 75%
- ( ) Oltre il 75%

10. Nell'anno 2020 con quale frequenza le aziende hanno chiesto informazioni più specifiche sull'impatto ambientale del vostro servizio su una scala da 1 (mai) a 5 (sempre)? *

Contrassegna solo un ovale.

- ( ) 1- Mai
- ( ) 2- Raramente
- ( ) 3- A volte
- ( ) 4- Spesso
- ( ) 5- Sempre

11. Farebbe pagare di più ai clienti per un servizio di consegna che ha un impatto ambientale ridotto? *

Contrassegna solo un ovale.

- Sì
- No *Passa alla domanda 16.*

12. Se sì, qual è il delta prezzo a cui corrisponde l'aggiunta della sostenibilità ambientale al servizio?

_____

13. Quali sono gli aspetti che influiscono sull'aumento del prezzo? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Avere un team dedicato alla gestione della sostenibilità
- [ ] Creare dei report interni ed esterni
- [ ] Formare il personale aziendale e i conducenti
- [ ] Ottenere certificazioni ambientali
- [ ] Rendere efficienti i magazzini dal punto di vista energetico
- [ ] Utilizzare mezzi di trasporto efficienti e poco inquinanti
- [ ] Utilizzare software per l'ottimizzazione del carico merci e dei percorsi
- [ ] Monitorare i viaggi
- [ ] Riutilizzare e riciclare i materiali
- [ ] Gestire lo smaltimento dei rifiuti
- [ ] Utilizzare materiali per l'imballaggio eco-sostenibili

Altro: [ ] _____

14. Secondo la sua opinione, i clienti sarebbero disposti a pagare di più per avere un servizio di consegna con un impatto ambientale ridotto? *

Contrassegna solo un ovale.

- Sì
- No *Passa alla domanda 16.*

15. Se sì, qual è il delta prezzo a cui i clienti sono disposti a pagare in più?

_____

Partnership

Esistono numerosi comparatori online e piattaforme di servizi integrati per l'e-commerce che fanno da intermediari tra le aziende che vendono online e i corrieri. Questi servizi scelgono il miglior corriere sulla base di diversi criteri.

16. Se foste Partner di questi servizi, per quale delle seguenti caratteristiche vorreste essere scelti come miglior corriere? *

Selezionare le 3 caratteristiche più rilevanti per l'azienda

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Servizio a basso costo
- [ ] Sostenibilità dal punto di vista ambientale
- [ ] Servizio di qualità
- [ ] Consegna veloce
- [ ] Servizio flessibile

17. Sareste disponibili a fornire a queste piattaforme maggiori informazioni sui mezzi utilizzati durante ogni consegna (consumi, tipo di veicolo, velocità, carico)? *

Contrassegna solo un ovale.

- ( ) Sì
- ( ) No

La ringraziamo per il tempo che ha dedicato a completare e inviare il questionario!

Le sue considerazioni e informazioni sono di grande valore per la nostra ricerca.

Se dovesse avere qualunque altra domanda sul sondaggio o sulle domande poste

È pregato di contattarmi all'indirizzo email scebba.angelica@gmail.com

Se vuole essere contattato in un momento successivo per scambiarci maggiori dettagli, lasci qui un suo contatto

_____

Bibliografia

Riferimenti bibliografici

[1] «A Corporate Accounting and Reporting Standard,» WBCSD e WRI, 2015.

[4] H. Aronsson e M. H. Brodin, «The environmental impact of changing logistics structures,» *The international journal of logistics management*, 2006.

[5] R. A. Bandeira, M. A. D'Agosto, S. K. Ribeiro, A. P. Bandeira e G. V. Goes, «A fuzzy multi-criteria model for evaluating sustainable urban freight transportation operations,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 184, pp. 727–739, 2018.

[6] A. Bask, M. Rajahonka, S. Laari, T. Solakivi, J. Töyli e L. Ojala, «Environmental sustainability in shipper-LSP relationships,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 172, pp. 2986–2998, 2018.

[7] M. Björklund e H. Forslund, «The inclusion of environmental performance in transport contracts,» *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 2013.

[8] T. Bosona, «Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review,» *Sustainability*, vol. 12, n. 21, p. 8769, 2020.

[9] I. Cardenas, Y. Borbon-Galvez, T. Verlinden, E. Van de Voorde, T. Vanelslander e W. Dewulf, «City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection,» *Competition and regulation in network industries*, vol. 18, n. 1-2, pp. 22–43, 2017.

[11] P. Centobelli, R. Cerchione e E. Esposito, «Developing the WH2 framework for environmental sustainability in logistics service providers: A taxonomy of green initiatives,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 165, pp. 1063–1077, 2017.

[12] ——, «Evaluating environmental sustainability strategies in freight transport and logistics industry,» *Business Strategy and the Environment*, vol. 29, n. 3, pp. 1563–1574, 2020.

[13] X. Chen e X. Wang, «Effects of carbon emission reduction policies on transportation mode selections with stochastic demand,» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 90, pp. 196–205, 2016.

[15] C. Colicchia, G. Marchet, M. Melacini e S. Perotti, «Building environmental sustainability: empirical evidence from Logistics Service Providers,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 59, pp. 197–209, 2013.

[17] «COPERT II Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport Methodology and Emission Factors,» EEA, rapp. tecn., 1997.

[19] R. P. Cote, J. Lopez, S. Marche, G. M. Perron e R. Wright, «Influences, practices and opportunities for environmental supply chain management in Nova Scotia SMEs,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, n. 15, pp. 1561–1570, 2008.

[20] A. J. Craig, E. E. Blanco e C. G. Caplice, «Carbon Footprint of Supply Chains: A Scoping Study,» rapp. tecn., 2013.

[21] F. Cukjati e A. Pietta, *L'applicazione dello sviluppo sostenibile mediante gli indicatori*. Dipartimento di studi sociali dell'Università degli studi di Brescia, 2003.

[22] B. Davis-Sramek, J. L. Robinson, J. L. Darby e R. W. Thomas, «Exploring the differential roles of environmental and social sustainability in carrier selection decisions,» *International Journal of Production Economics*, vol. 227, p. 107 660, 2020.

[23] R. Dekker, J. Bloemhof e I. Mallidis, «Operations Research for green logistics–An overview of aspects, issues, contributions and challenges,» *European journal of operational research*, vol. 219, n. 3, pp. 671–679, 2012.

[24] E. Demir, T. Bektaş e G. Laporte, «A review of recent research on green road freight transportation,» *European Journal of Operational Research*, vol. 237, n. 3, pp. 775–793, 2014.

[25] S. Doherty e S. Hoyle, «Supply chain decarbonization: The role of logistics and transport in reducing supply chain carbon emissions,» in *World Economic Forum, Geneva*, 2009.

[26] «Dossier trasporto merci su strada,» ANFIA, 2020.

[27] «E-commerce in Italia 2019,» Casaleggio Associati, 2019.

[28] «Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports Methodology and Data Update,» IFEU Heidelberg, INFRAS Berne, IVE Hannover, 2014.

[29] J. Edwards, A. McKinnon e S. Cullinane, «Comparative carbon auditing of conventional and online retail supply chains: a review of methodological issues,» *Supply Chain Management: An International Journal*, 2011.

[30] S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe et al., «IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories,» 2006.

[32] P. Evangelista, «Environmental sustainability practices in the transport and logistics service industry: An exploratory case study investigation,» *Research in Transportation Business & Management*, vol. 12, pp. 63–72, 2014.

[33] K. Ewedairo, P. Chhetri e F. Jie, «Estimating transportation network impedance to last-mile delivery: a case study of Maribyrnong City in Melbourne,» *The International Journal of Logistics Management*, 2018.

[34] «Fact-finding study in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics,» CE Delft, Fraunhofer IML, TRT, Ecorys, Conlogic, 2014.

[35] E. Fanning, «Formatting a paper-based survey questionnaire: Best practices,» *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, vol. 10, n. 1, p. 12, 2005.

[36] K. Gerasimova, «Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future,» 1987.

[38] «Green Growth Indicators 2017,» OECD, 2017.

[41] «Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting,» DECC e Defra, 2012.

[42] H. Haghshenas e M. Vaziri, «Urban sustainable transportation indicators for global comparison,» *Ecological Indicators*, vol. 15, n. 1, pp. 115–121, 2012.

[43] «Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide,» OECD e JRC, 2008.

[44] S. E. Harpe, «How to analyze Likert and other rating scale data,» *Currents in pharmacy teaching and learning*, vol. 7, n. 6, pp. 836–850, 2015.

[45] I. Harris, M. Naim, A. Palmer, A. Potter e C. Mumford, «Assessing the impact of cost optimization based on infrastructure modelling on CO2 emissions,» *International Journal of Production Economics*, vol. 131, n. 1, pp. 313–321, 2011.

[47] «How sustainability is fundamentally changing consumer preferences,» Capgemini Research Institute, 2020.

[49] B. Ignat e S. Chankov, «Do e-commerce customers change their preferred last-mile delivery based on its sustainability impact?» *The International Journal of Logistics Management*, 2020.

[51] «Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2018, National Inventory Report 2020,» ISPRA e ARPA, 2020.

[52] H. Kaur e S. P. Singh, «Environmentally sustainable stochastic procurement model,» *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 2018.

[53] A. Kengpol e S. Tuammee, «The development of a decision support framework for a quantitative risk assessment in multimodal green logistics: an empirical study,» *International journal of production research*, vol. 54, n. 4, pp. 1020–1038, 2016.

[54] N. L. Kudla e T. Klaas-Wissing, «Sustainability in shipper-logistics service provider relationships: A tentative taxonomy based on agency theory and stimulus-response analysis,» *Journal of Purchasing and Supply Management*, vol. 18, n. 4, pp. 218–231, 2012.

[57] K. J. Lieb e R. C. Lieb, «Environmental sustainability in the third-party logistics (3PL) industry,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2010.

[58] P. Lietz, «Research into questionnaire design: A summary of the literature,» *International journal of market research*, vol. 52, n. 2, pp. 249–272, 2010.

[59] «Linee guida per la redazione della relazione sullo stato dell'ambiente di livello territoriale,» ISPRA, 2011.

[60] «Logistica sostenibile: soluzioni e casi virtuosi dal largo consumo. Ecologistico2,» GS1, 2018.

[61] G. Marchet, M. Melacini e S. Perotti, «Environmental sustainability in logistics and freight transportation: A literature review and research agenda,» *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2014.

[62] E. B. Mariano, J. A. Gobbo Jr, F. de Castro Camioto e D. A. do Nascimento Rebelatto, «CO2 emissions and logistics performance: a composite index proposal,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 163, pp. 166–178, 2017.

[63] A. McKinnon e M. Piecyk, «Setting targets for reducing carbon emissions from logistics: Current practice and guiding principles,» *Carbon Management*, vol. 3, n. 6, pp. 629–639, 2012.

[64] A. C. McKinnon, «Freight transport deceleration: Its possible contribution to the decarbonisation of logistics,» *Transport Reviews*, vol. 36, n. 4, pp. 418–436, 2016.

[65] M. J. Meixell e M. Norbis, «A review of the transportation mode choice and carrier selection literature,» *The International Journal of Logistics Management*, 2008.

[66] «Methodology for calculating transport emissions and energy consumption,» TRL, 1999.

[67] A. Migliardi, «Questionario: Come formulare domande per raccogliere informazioni da campioni rappresentativi di popolazione?» Dors, 2019.

[68] J. C. Molina, I. Eguia, J. Racero e F. Guerrero, «Multi-objective vehicle routing problem with cost and emission functions,» *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 160, pp. 254–263, 2014.

[69] D. Morrow e D. Rondinelli, «Adopting corporate environmental management systems:: Motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification,» *European management journal*, vol. 20, n. 2, pp. 159–171, 2002.

[70] A. Muñoz-Villamizar, J. R. Montoya-Torres e J. Faulin, «Impact of the use of electric vehicles in collaborative urban transport networks: A case study,» *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 50, pp. 40–54, 2017.

[74] A. Nuzzolo, L. Persia e A. Polimeni, «Agent-Based Simulation of urban goods distribution: a literature review,» *Transportation research procedia*, vol. 30, pp. 33–42, 2018.

[75] «Osservatorio congiunturale trasporti,» Confcommercio e Conftrasporto, 2020.

[76] A. Osterwalder e Y. Pigneur, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons, 2010.

[77] G. Perboli e M. Rosano, «Parcel delivery in urban areas: Opportunities and threats for the mix of traditional and green business models,» *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 99, pp. 19–36, 2019.

[78] M. I. Piecyk e A. C. McKinnon, «Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020,» *International Journal of Production Economics*, vol. 128, n. 1, pp. 31–42, 2010.

[79] M. Pizzol, «Deterministic and stochastic carbon footprint of intermodal ferry and truck freight transport across Scandinavian routes,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 224, pp. 626–636, 2019.

[80] «Q25: La sostenibilità nei trasporti e nella logistica,» Freight Leaders Council, 2016.

[81] «Q28: Il GNL in Italia per un trasporto sostenibile,» Freight Leaders Council, 2019.

[82] J. Rattray e M. C. Jones, «Essential elements of questionnaire design and development,» *Journal of clinical nursing*, vol. 16, n. 2, pp. 234–243, 2007.

[83] *Report of the Conference of parties on its third session, held at Kyoto from 1 to 11 December 1997*, United Nations, 1998.

[84] D. I. Rita, F. A. Ferreira, I. Meidutė-Kavaliauskienė, K. Govindan e J. J. Ferreira, «Proposal of a green index for small and medium-sized enterprises: A multiple criteria group decision-making approach,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 196, pp. 985–996, 2018.

[86] M. Roccato, *L'inchiesta e il sondaggio nella ricerca psicosociale*. Il Mulino, 2006.

[87] F. Russo e A. Comi, «A classification of city logistics measures and connected impacts,» *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, n. 3, pp. 6355–6365, 2010.

[88] K. Selviaridis e M. Spring, «Third party logistics: a literature review and research agenda,» *The international journal of logistics management*, 2007.

[89] M. A. Sinclair, «Questionnaire design,» *Applied Ergonomics*, vol. 6, n. 2, pp. 73–80, 1975.

[91] E. Smeets e W. Rob, «Environmental indicators: Typology and overview,» *European Environmental Agency: Copenhagen, Danmark*, 1999.

[92] L. Soliani, *Manuale per la ricerca e la professione. Statistica univariata e bivariata, parametrica e non parametrica per le discipline ambientali e biologiche*, 2005.

[94] M. Tavana, M. Yazdani e D. Di Caprio, «An application of an integrated ANP–QFD framework for sustainable supplier selection,» *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 20, n. 3, pp. 254–275, 2017.

[96] R. Van den Berg e P. W. De Langen, «Environmental sustainability in container transport: the attitudes of shippers and forwarders,» *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 20, n. 2, pp. 146–162, 2017.

[97] P. Van Loon, A. McKinnon, L. Deketele e J. Dewaele, «The growth of online retailing: A review of its carbon impacts,» *Carbon Management*, vol. 5, n. 3, pp. 285–292, 2014.

[98] B. Weijters, M. Geuens e H. Baumgartner, «The effect of familiarity with the response category labels on item response to Likert scales,» *Journal of Consumer Research*, vol. 40, n. 2, pp. 368–381, 2013.

[99] Q. Zeng, W. W. Beelaerts van Blokland, S. C. Santema e G. Lodewijks, «Composite Indicators of Company Performance: A Literature Survey,» *Performance Improvement Quarterly*, vol. 33, n. 4, pp. 385–418, 2021.

[100] P. Zito e G. Salvo, «Toward an urban transport sustainability index: an European comparison,» *European Transport Research Review*, vol. 3, n. 4, pp. 179–195, 2011.

Sitografia

[2] *Agenda 21 for culture*. indirizzo: `https://www.agenda21culture.net/documents/reports`, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[3] *ALICE: Alliance for Logistic Innovation through Collaboration in Europe*. indirizzo: `https://www.etp-logistics.eu/`, (ultimo accesso: 22.02.2021).

[10] *Catalogo norme UNI*. indirizzo: `http://store.uni.com/catalogo/`, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[14] *CLECAT*. indirizzo: `http://www.clecat.org/`, (ultimo accesso: 18.02.2021).

[16] *Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni sul Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità europea "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta" - Sesto programma di azione per l'ambiente*, (2001). indirizzo: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52001DC0031&from=MT, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[18] *Cos'è la "Carbon Footprint"*, Ministero della transizione ecologica, (2015). indirizzo: https://www.minambiente.it/pagina/cose-la-carbon-footprint, (ultimo accesso: 29.01.2021).

[31] C. Europea, *Accordo di Parigi*. indirizzo: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_it, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[37] C. Gerino, *eCommerce, crescita nel 2020 prevista al +26 per cento*, (2020). indirizzo: https://www.repubblica.it/economia/2020/07/11/news/ecommerce_crescita_nel_2020_prevista_al_26_per_cento-261225752/, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[39] *GRI*. indirizzo: https://www.globalreporting.org/, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[40] *Guidance on measuring and reporting Greenhouse Gas (GHG) emissions from freight transport operations*. indirizzo: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/218574/ghg-freight-guide.pdf, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[46] *Herman Daly*. indirizzo: https://np4sd.org/about/herman-daly/, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[48] F. Iannone, *Logistica ed esternalità dei trasporti*. indirizzo: http://www.federicocarbonini.it/wp-content/uploads/2020/05/comp-costi-ferroviari.pdf, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[50] IPCC, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2: Energy*. indirizzo: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html, (ultimo accesso: 12.01.2020).

[55] *LCA*. indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni/ipp/lca, (ultimo accesso: 29.01.2021).

[56] LEED, *La certificazione LEED® di un edificio*. indirizzo: https://www.certificazioneleed.com/edifici/, (ultimo accesso: 12.01.2020).

[71] Netcomm, *Il Lockdown triplica i Nuovi Consumatori Online in Italia tra Gennaio e Maggio*, (2020). indirizzo: https://www.consorzionetcomm.it/il-lockdown-triplica-i-nuovi-consumatori-online-in-italia-tra-gennaio-e-maggio/, (ultimo accesso: 22.12.2020).

[72] *Norma EN 16258:2012, Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers).* indirizzo: http://store.uni.com/catalogo/en-16258-2012/, (ultimo accesso: 12.10.2020).

[73] *NTM Network for transport measure.* indirizzo: https://www.transportmeasures.org/en/, (ultimo accesso: 29.01.2021).

[85] *Road cargo transport*, (2015). indirizzo: https://www.transportmeasures.org/en/wiki/manuals/road/, (ultimo accesso: 29.01.2021).

[90] *Smart Freight Centre.* indirizzo: https://www.smartfreightcentre.org/, (ultimo accesso: 19.02.2021).

[93] M. E. Support, *Interpret the key results for Kruskal-Wallis Test.* indirizzo: https://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/kruskal-wallis-test/interpret-the-results/key-results/, (ultimo accesso: 20.03.2021).

[95] *The GHG Protocol for Project Accounting.* indirizzo: https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol, (ultimo accesso: 12.10.2020).