



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2021/2022

Sessione di Laurea di Ottobre 2022

La sostenibilità delle Supply Chain:

analisi delle piattaforme per il calcolo della Carbon Footprint

Relatore:

Prof. Carlo Rafele

Candidato:

Elisa Di Rocco

Indice

Indice delle figure.....	3
Indice delle tabelle.....	5
<i>Piano di draft del lavoro di tesi</i>	<i>6</i>
<i>Premessa e scopo del lavoro</i>	<i>8</i>
Capitolo 1 - Il concetto di sostenibilità	11
1.1 Triple Bottom line: sostenibilità economica, sociale e ambientale.....	11
1.2 Corporate Social Responsibility	14
1.3 ESG	17
1.4 Economia Circolare.....	22
1.5 Strumenti a disposizione per l'analisi della sostenibilità: Life Cycle Assessment e indicatori di sostenibilità.....	29
1.5.1 Life Cycle Assesment	29
1.5.2 Indicatori di sostenibilità ambientale	34
Capitolo 2 – Green Supply Chain: strategie per una Supply Chain sostenibile	37
2.1 Eco-design del prodotto.....	40
2.2 Green Procurement	42
2.3 Green Manufacturing.....	43
2.4 Green Logistics	46
2.5 Reverse Logistics	48
Capitolo 3 – Impatto climatico delle Supply Chain.....	50
3.1 Greenhouse Gases Emissions e Carbon Footprint	50
3.2 Normative di riferimento.....	54
3.2.1 Protocollo GHG	54
3.2.2 ISO 14064.....	58
3.3 Identificazione e calcolo delle emissioni GHG: dati utili	60
3.4 Importanza sulla visibilità delle fonti indirette	62
Capitolo 4 – Presentazione Caso Aziendale.....	68
4.1 Supply Chain caso aziendale	68
Capitolo 5 – Analisi delle Piattaforme e confronto dei risultati	75
5.1 Overview su GreenRouter	75
5.2 Overview su Carbon Footprint Management.....	87
5.3 Overview su AG-TS Energy	91
5.4 Risultati ottenuti su Carbon Footprint Management.....	98
5.5 Risultati ottenuti su AG-TS Energy	100
5.6 Risultati ottenuti su GreenRouter	102
5.7 Confronto tra scenari di trasporto alternativi su GreenRouter	111

5.7.1 Analisi dei costi scenario B.....	117
5.7.2 Analisi dei costi scenario A	120

Capitolo 6 – Conclusioni: interventi per migliorare la sostenibilità delle Supply Chain
..... **124**

Bibliografia..... **128**

Sitografia **130**

Ringraziamenti..... **133**

Indice delle figure

Figura 1- 3P: Planet, People, Profit	12
Figura 2 - Doppio sistema di trade-off	14
Figura 3 - Piramide di Carrol	15
Figura 4 - Stakeholders coinvolti nella CSR	16
Figura 5 - ESG ratings (fonte: https://www.ftserussell.com/data/sustainability-and-esg-data/esg-ratings)	17
Figura 6 - Attori chiave coinvolti (fonte: Who cares Wins report)	19
Figura 7 – SDG (fonte: https://www.un.org/sustainabledevelopment/)	20
Figura 8 - Forze emergenti che guidano una supply chain sostenibile (fonte: ESG Supply Chain Guidelines)	21
Figura 9 - Approccio individuale vs Piattaforma condivisa (fonte: ESG Supply Chain Guidelines)	22
Figura 10 - Schema Economia circolare	23
Figura 11 - Schema Economia Lineare	23
Figura 12- Opportunità dell'economia circolare (Fonte- Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe, McKinsey & Company, 2015)	25
Figura 13 -Modello aziendale CHEP (fonte: https://www.chep.com/it/it/sostenibilita)	28
Figura 14 -LCA	30
Figura 15 - Fasi LCA	33
Figura 16 - Strategie della Green Supply Chain	40
Figura 17 - Principi Green Manufacturing	45
Figura 18 - Reverse Logistics	49
Figura 19 - Importanza della Carbon Footprint	51
Figura 20 - Analisi SWOT Carbon Footprint	53
Figura 21 - Categorizzazione delle emissioni	56
Figura 22 - Fasi per il calcolo della Carbon Footprint	60
Figura 23 - Fasi del calcolo delle emissioni di GHG	62
Figura 24 - Rischi impattanti sulle crescite attese dei flussi di cassa (fonte: Mckinsey&Company)	63
Figura 25- Riduzione del 90% delle emissioni entro il 2050 (fonte: McKinsey&Company)	64
Figura 26 - Percentuali di GHG per Scope (fonte: Mckinsey&Company)	65
Figura 27 - Gerarchia del network dei fornitori	66
Figura 28 - Schema rotte di consegna	72
Figura 29 - Dashboard parte 1 (fonte: GreenRouter)	76
Figura 30 - Dashboard parte 2 (fonte: GreenRouter)	76
Figura 31 – Mappa network (fonte: GreenRouter)	77
Figura 32 - Gestione nodi (fonte: GreenRouter)	77
Figura 33 - Informazioni anagrafiche (fonte: GreenRouter)	78
Figura 34 - Consumi elettrici (fonte: GreenRouter)	79
Figura 35 - Consumi di combustibili (fonte: GreenRouter)	80
Figura 36 - Import massivo dati network (fonte: GreenRouter)	80
Figura 37 - Mappa trasporti (fonte: GreenRouter)	81
Figura 38 - Elenco viaggi (fonte: GreenRouter)	82
Figura 39 – Informazioni base (fonte: GreenRouter)	83
Figura 40 - Informazioni nodi intermedi (fonte: GreenRouter)	83
Figura 41 – Report (fonte: GreenRouter)	84
Figura 42 - Report magazzini/punti vendita parte I(fonte: GreenRouter)	85

Figura 43 - Report magazzini/punti vendita parte 2 (fonte: GreenRouter)	85
Figura 44 - Report trasporti parte 1 (fonte: GreenRouter)	86
Figura 45 - Report trasporti parte 2 (fonte: GreenRouter)	86
Figura 46 - Report trasporti parte 3 (fonte: GreenRouter)	87
Figura 47 - Consumi di elettricità (fonte: Carbon Footprint Management)	88
Figura 48 - Consumi di combustibili (fonte: Carbon Footprint Management)	89
Figura 49 - Consumi relativi alla mobilità (fonte: Carbon Footprint Management)	90
Figura 50 - Distanze percorse con vezione aerea (fonte: Carbon Footprint Management)	90
Figura 51 - Emissioni totali (fonte: Carbon Footprint Management)	91
Figura 52 - Informazioni generali (fonte: AG-TS Energy)	92
Figura 53 - Consumi energetici (fonte: AG-TS Energy)	93
Figura 54 - Informazioni sui veicoli aziendali (fonte: AG-TS Energy)	94
Figura 55 - Informazioni sui voli aerei (fonte: AG-TS Energy)	95
Figura 56 - Riepilogo dei dati inseriti parte 1 (fonte: AG-TS Energy)	95
Figura 57 - Riepilogo dei dati inseriti parte 2 (fonte: AG-TS Energy)	96
Figura 58 - Emissioni di kCO ₂ e parte 1 (fonte: AG-TS Energy)	96
Figura 59 - Emissioni kgCO ₂ e parte 2 (fonte: AG-TS Energy)	97
Figura 60 - Report Carbon Footprint Management (fonte: Carbon Footprint Management)	99
Figura 61 - Riepilogo dati caso aziendale parte 1 (fonte: AG-TS Energy)	101
Figura 62 - Riepilogo dati caso aziendale parte 2 (fonte: AG-TS Energy)	101
Figura 63 - Risultati emissioni caso aziendale (fonte: AG-TS Energy)	102
Figura 64 - Suddivisione consumi di combustibile per edifici logistici (fonte: GreenRouter)	103
Figura 65 - Suddivisione consumi di combustibile per punto vendita (fonte: GreenRouter)	103
Figura 66 - Emissioni GR: Dati generali (fonte: GreenRouter)	105
Figura 67 - Emissioni GR: valori per Scope (fonte: GreenRouter)	105
Figura 68 - Dati report magazzini parte 1 (fonte: GreenRouter)	106
Figura 69 - Dati report magazzini parte 2 (fonte: GreenRouter)	107
Figura 70 - Dati report punti vendita parte 1 (fonte: GreenRouter)	107
Figura 71 - Dati report punti vendita parte 2 (fonte: GreenRouter)	108
Figura 72 - Dati report trasporti diesel parte 1 (fonte: GreenRouter)	109
Figura 73 - Dati report trasporti diesel parte 2 (fonte: GreenRouter)	110
Figura 74 - Dati report trasporti diesel parte 3 (fonte: GreenRouter)	110
Figura 75 - Confronto fra scenari, dati generali (fonte: GreenRouter)	114
Figura 76 - Confronto tra scenari, emissioni per vezione e dati unitari (fonte: GreenRouter)	115
Figura 77 - Confronto tra scenari, distanze per vezione (fonte: GreenRouter)	116
Figura 78 - Dati mensili report trasporti, scenario sostenibile (fonte: GreenRouter)	116
Figura 79 - Scheda tecnica IVECO - Daily 65 C18H3.0 V H2 4100 HD (fonte: Motornet.it)	118
Figura 80 - Scheda tecnica IVECO - S-Way AS 440 S42T/FP hi-tronix (fonte: Motornet.it)	118
Figura 81 - Scheda tecnica IVECO - Daily 65 C14N 4100 cab. HD (fonte: Motornet.it)	121
Figura 82 - Scheda tecnica IVECO - S-Way NP AS 440 S46T/FP 1LNG hi-tronix (fonte: Motornet.it)	121
Figura 83 - Scheda tecnica FIAT - eDucato 42.5 MH1 122cv 79kWh cabinato (fonte: Motornet.it)	122

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1 - Opportunità della Green Supply Chain</i>	39
<i>Tabella 2 - Dati GWP (fonte: www.ipcc.ch)</i>	54
<i>Tabella 3 - Parallelismo tra GHG Protocol e ISO 14064</i>	58
<i>Tabella 4 - Dati sulla posizione geografica e sui consumi</i>	69
<i>Tabella 5 - Dati sulle rotte di consegna</i>	70
<i>Tabella 6 - Dati per tratta</i>	73
<i>Tabella 7 - Dati aggregati sui consumi</i>	74
<i>Tabella 8 - Dati in input per Carbon Footprint Management</i>	98
<i>Tabella 9 - Dati in input su AG-TS Energy</i>	100
<i>Tabella 10 - Date di partenza per ID Viaggio</i>	104
<i>Tabella 11 - Dati sulle rotte di consegna scenario sostenibile</i>	113
<i>Tabella 12 - Dati sulle distanze per ID Viaggio</i>	117
<i>Tabella 13 - Distanze per tipologia mezzo scenario B</i>	117
<i>Tabella 14 - Prezzo di listino mezzi scenario B</i>	117
<i>Tabella 15 - Ulteriori dati utili scenario B</i>	119
<i>Tabella 16 - Investimento iniziale scenario B</i>	119
<i>Tabella 17 - Costi di gestione scenario B</i>	120
<i>Tabella 18 - Distanze per tipologia di mezzo scenario A</i>	120
<i>Tabella 19 - Prezzi di listino mezzi scenario A</i>	120
<i>Tabella 20 - Ulteriori dati scenario A</i>	122
<i>Tabella 21 - Investimento iniziale scenario A</i>	123
<i>Tabella 22 - Costi di gestione scenario A</i>	124

Piano di draft del lavoro di tesi

Titolo proposto:

La sostenibilità delle supply chain: analisi delle piattaforme per il calcolo della Carbon Footprint

Motivazione:

Il tema della sostenibilità è divenuto ormai centrale all'interno delle strategie di gestione dell'intera supply chain; pertanto, risulta necessario esplorare il concetto di sostenibilità, descrivere le implicazioni associate ad esso e fornire un'analisi sui principali strumenti presenti sul mercato che possono aiutare le aziende a perseguire i propri obiettivi di sostenibilità

Scopo della tesi:

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è quello di fornire validi spunti di analisi sull'utilizzo delle piattaforme che saranno prese in esame, ovvero *GreenRouter*, *Carbon Footprint Management* e *AG-TS Energy*, e, grazie all'ausilio di un caso aziendale creato appositamente, queste piattaforme saranno confrontate tra di loro e ne saranno analizzati i rispettivi punti di forza e di debolezza.

Obiettivi:

Obiettivi	Metodi/Strumenti
Definizione del concetto di sostenibilità	Articoli e testi di riferimento
Definizione del concetto di Carbon Footprint e degli standard internazionali in materia	GHG Protocol, Norme ISO 14000
Analisi e confronto delle piattaforme prese in esame	Costruzione di una supply chain da utilizzare come caso aziendale, GreenRouter, Carbon Footprint Management, AG-TS Energy, Excel

PIANO DI RICERCA/LAVORO

- Analisi del concetto di sostenibilità e della sua evoluzione
- Analisi del concetto di ESG e della sua evoluzione
- Analisi dei principi di economia circolare
- Descrizione dei principali indicatori di sostenibilità e del ciclo di vita del prodotto
- Descrizione delle principali strategie a supporto della sostenibilità
- Definizione del concetto di Carbon Footprint
- Ricerca e descrizione delle normative di riferimento in merito all'analisi e rendicontazione delle emissioni
- Costruzione di una supply chain da utilizzare per il confronto tra le piattaforme di calcolo della carbon Footprint
- Ricerca e individuazione delle piattaforme di calcolo della carbon Footprint
- Analisi descrittiva delle piattaforme individuate
- Inserimento dei dati di input del caso aziendale sulle piattaforme selezionate
- Analisi dei risultati ottenuti in output sulle piattaforme
- Confronto tra scenari alternativi di trasporto e relativa analisi dei costi sulla piattaforma più adeguata

Premessa e scopo del lavoro

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di esplorare il concetto di sostenibilità all'interno delle Supply chain, di descrivere come le implicazioni associate a tale concetto vengono affrontate e gestite, e di offrire un'analisi sui principali strumenti presenti sul mercato che aiutano le aziende nel misurare le loro performance di sostenibilità, in termini di livelli di Carbon Footprint, e fornire spunti di analisi per un continuo miglioramento. Pertanto, l'obiettivo di questa tesi è quello di fornire dei validi spunti di analisi sull'utilizzo di tali piattaforme, grazie all'ausilio dei dati di un caso aziendale creato per poter comparare tre piattaforme prese in esame e analizzare i risultati ottenuti.

In particolare, nel primo capitolo verrà introdotto il concetto di sostenibilità in generale, dando una spiegazione di come esso sia diventato un argomento di discussione centrale nelle realtà aziendali e, soprattutto, nel dibattito internazionale, dato che la costruzione di una Supply Chain sostenibile è un passo fondamentale verso la costruzione di una società più sostenibile.

Verranno, quindi, illustrati i principi della *Triple Bottom Line* su cui si basa la sostenibilità, evidenziando anche l'evoluzione che tale concetto ha avuto nel tempo e di come sia diventata una questione importante anche a livello corporate, definendo quindi la cosiddetta *Corporate Social Responsibility*. Successivamente, verrà introdotto il concetto di *Economia circolare*, dando opportuna spiegazione delle logiche su cui esso è basato e sottolineando le differenze esistenti tra questo modello di produzione e il classico modello di produzione lineare. Infine, saranno descritti i principali strumenti a disposizione per l'analisi della sostenibilità: il *Life Cycle Assessment* e i 10 principali indicatori di sostenibilità.

Nel secondo capitolo, verranno elencate le strategie che un'azienda ha a sua disposizione per poter perseguire gli obiettivi di sostenibilità costruendo una cosiddetta *Green Supply Chain*. Nel capitolo, infatti, dopo aver dato un'opportuna spiegazione del concetto di Green Supply Chain e aver illustrato opportunità e vantaggi che ne derivano, sarà dato spazio alle specifiche strategie che ne permettono l'implementazione, ossia:

- Eco-design del prodotto
- Green Procurement
- Green Manufacturing
- Green Logistics

- Reverse Logistics

Per ognuna di esse, sarà data una descrizione delle caratteristiche principali e verranno forniti degli esempi di casi reali in cui determinate aziende hanno portato avanti questo tipo di strategie per perseguire gli obiettivi di sostenibilità aziendali.

Nel terzo capitolo, invece, verrà dato spazio all'impatto climatico delle Supply Chain. In particolare, sarà definita la cosiddetta *Carbon Footprint*, spiegando opportunamente ciò che sta alla base del suo calcolo, ossia i *Greenhouse Gas Emission*. Questi due concetti saranno trattati nel dettaglio e si entrerà nel merito dei principali standard internazionali utilizzati per il calcolo delle emissioni, ossia:

- GHG Protocol
- ISO 14064

Questi due standard internazionali saranno trattati in capitoli dedicati, in cui saranno elencati i principi che stanno alla base del calcolo e della rendicontazione delle emissioni di gas serra e in cui saranno definite le linee guida necessarie per la determinazione, con un focus sui dati che sono ritenuti utili a tale scopo.

Infine, il lavoro di tesi nel terzo capitolo si concentrerà sulla centralità delle fonti indirette e di come queste, da studi condotti in merito, determinino la quasi totalità delle emissioni prodotte da una supply chain. Pertanto, saranno forniti dei suggerimenti su come affrontare la questione.

Il quarto e il quinto capitolo saranno la parte centrale del lavoro di tesi che ha come obiettivo ultimo proprio quello di mostrare l'utilità di queste piattaforme ed effettuarne un confronto. In particolare, nel quarto capitolo sarà presentato il caso aziendale costruito per poter procedere al confronto tra le tre piattaforme di calcolo della carbon footprint prese in esame, ovvero *GreenRouter*, *Carbon Footprint Management* e *AG-TS Energy*. Successivamente nel quinto capitolo, dapprima si procederà con una descrizione dettagliata del funzionamento delle piattaforme, verrà spiegato, infatti, quali sono i dati di input necessari per procedere al calcolo e verranno spiegate anche le differenze intrinseche tra di esse. Nella seconda parte del capitolo si analizzeranno i risultati ottenuti in termini di emissioni rispetto ai dati del caso aziendale inseriti in input. Infine, l'ultima parte del capitolo si concentrerà sulla piattaforma *GreenRouter* che, come verrà successivamente spiegato, è uno strumento di calcolo estremamente preciso e potente, e verranno confrontati due scenari di trasporto estremi,

uno tradizionale con mezzi di trasporto alimentati a Diesel e l'altro più all'avanguardia con un parco mezzi alimentato da LNG, CNG ed alimentazione elettrica. Questi due scenari saranno confrontanti sia in termini di emissioni di CO₂ ma anche in termini economici attraverso un'analisi dei costi d'investimento e dei costi di gestione, con l'obiettivo di mostrare tutte le potenzialità, date dall'utilizzo di queste piattaforme di calcolo, e simulare i processi decisionali aziendali che potrebbero verificarsi.

Infine, nell'ultimo capitolo di questo lavoro di tesi verrà dato spazio ad un'analisi conclusiva in cui, dopo aver analizzato la situazione delle Supply Chain allo stato attuale, verranno forniti degli spunti per possibili interventi da intraprendere con l'obiettivo di migliorarne la sostenibilità.

Capitolo 1 - Il concetto di sostenibilità

In questo primo capitolo si svilupperà il concetto di sostenibilità nella sua forma più ampia dando spiegazione di come esso si inserisce all'interno delle strategie di gestione dell'intera supply chain e di come, ad oggi, il raggiungimento di una supply chain sostenibile sia tra le sfide più importanti e ambite dalle aziende. Si concluderà il capitolo con una panoramica sugli strumenti che le aziende hanno a disposizione per l'analisi della sostenibilità.

1.1 Triple Bottom line: sostenibilità economica, sociale e ambientale

Ad oggi il concetto di sostenibilità è uno dei principali argomenti di dibattito sia per ciò che riguarda gli aspetti di vita quotidiana, in particolare facendo riferimento a ciò che possiamo migliorare nel nostro piccolo, sia per ciò che riguarda il mondo delle imprese.

Il concetto di sostenibilità, così come lo conosciamo oggi, cominciò a prendere piede verso la fine degli anni 80'. In particolare, nel 1987, l'allora presidente della *World Commission on Environment and Development* (WCED), Gro Harlem Brundtland, pubblicò il rapporto *Our common Future* che ancora oggi è considerato uno dei capisaldi del dibattito sulle questioni ambientali, dando spiegazione di come queste siano connesse con gli squilibri socioeconomici presenti in tutto il mondo. Il report analizzava il problema del rapporto tra cittadini, sviluppo economico e ambiente e constatava che i punti critici e i problemi dell'ambiente fossero dovuti all'esistenza di modelli di consumo non sostenibili e al continuo sfruttamento delle risorse naturali che non potevano più avere a disposizione il tempo necessario alla loro rigenerazione.

Da queste considerazioni nasce la definizione di *sviluppo sostenibile* inteso come “*lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri*” [Our common Future, Gro Harlem Brundtland, WCED,1987]. Questo porterà alla consapevolezza, ormai diffusa, che lo sviluppo economico è strettamente connesso alla sostenibilità e che per poter essere duraturo nel tempo deve essere guidato da essa e deve tenere conto dell'impatto che ha sulle generazioni future.

Ma considerare la sostenibilità solo a livello delle singole imprese o organizzazioni è riduttivo. Al contrario, è necessario estendere il concetto di sostenibilità a tutti gli attori della catena di distribuzione passando dal *Supply Chain Management*, definito come il

coordinamento dei materiali e dei flussi di informazioni, tra i diversi attori della catena, con lo scopo di raggiungere il massimo grado di soddisfazione del cliente al prezzo più basso possibile, al *Sustainable Supply Chain Management* che prevede l'integrazione della dimensione sociale, ambientale ed economica all'interno dei processi di gestione della catena col fine di ottenere uno sviluppo economico che sia, per l'appunto, sostenibile.

Queste tre dimensioni prima citate vengono indicate come *3P Triple Bottom Line: Planet, People, Profit*. In particolare, John Elkington nel suo celebre articolo, "*Partnership from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business*", conio il concetto della Triple Bottom Line secondo cui le aziende, per perseguire uno sviluppo sostenibile, devono essere sostenibili dal punto di vista economico (Profit), sociale (People) ed ambientale (Planet). Si riporta in Figura 1 – *3P: Planet, People, Profit* una visualizzazione grafica di quanto descritto.



Figura 1- 3P: Planet, People, Profit

La sostenibilità economica è sicuramente la dimensione che cattura il maggior interesse da parte delle aziende, nonostante questa vada comunque integrata con le altre due dimensioni. Essa considera non solo il guadagno che possono ottenere i diversi attori della catena, ma anche l'impatto che ha il beneficio economico sulle aree geografiche che ospitano le attività.

La sostenibilità economica è guidata da fattori che possono essere raggruppati in quattro categorie:

- **Prestazioni economiche:** sono fattori che riguardano la capacità di compiere azioni economiche necessarie a sostenere il valore di mercato dell'azienda;
- **Benessere finanziario:** sono fattori che riguardano il benessere e la sostenibilità finanziaria dell'intera catena;
- **Struttura e mercato:** sono fattori che riguardano la struttura del mercato e la catena di distribuzione;

La sostenibilità sociale, invece, riguarda il capitale umano. Questa dimensione in passato era notevolmente trascurata, mentre, ad oggi, in molte realtà aziendali stanno sempre più prendendo piede diverse iniziative volte a garantire il benessere dei dipendenti e l'inclusività in ogni ambito. Tra gli indicatori che possono essere presi come riferimento per la valutazione della sostenibilità sociale ritroviamo sicuramente il work-life balance, ovvero la capacità di trovare un equilibrio tra la sfera lavorativa e quella privata in modo da migliorare la qualità della vita dei propri collaboratori e ottenere, quindi, significativi aumenti della produttività.

Infine, la sostenibilità ambientale riguarda l'impatto che tutte le attività della catena generano sull'ambiente. Questa è la dimensione che sta conquistando sempre più interesse, data ormai la centralità delle questioni climatiche nel dibattito mondiale. Gli indicatori che misurano le performance delle aziende in questo settore sono diversi e possono rientrare nelle seguenti categorie:

- **Aria:** misurano l'impatto sul clima e sull'atmosfera
- **Acqua:** misurano l'impatto sulle fonti d'acqua
- **Terra:** misurano l'impatto sui terreni interessati dalle attività
- **Materiali:** misurano gli effetti delle materie prime che vengono utilizzate

- Risorse energetiche: misurano il consumo di risorse non rinnovabili

Pertanto, le aziende che decidono di intraprendere la strada dello sviluppo sostenibile prendendo come modello la Triple Bottom Line vanno incontro ad un aumento della complessità della gestione aziendale e della loro intera supply chain poiché, oltre a dover perseguire gli obiettivi del modello sostenibile, devono perseguire anche gli obiettivi tradizionali di costo, tempo e qualità andando incontro, quindi, ad un doppio sistema di trade-off. Si riporta una rappresentazione grafica di tale sistema (*Figura 2 – Doppio sistema di trade-off*).

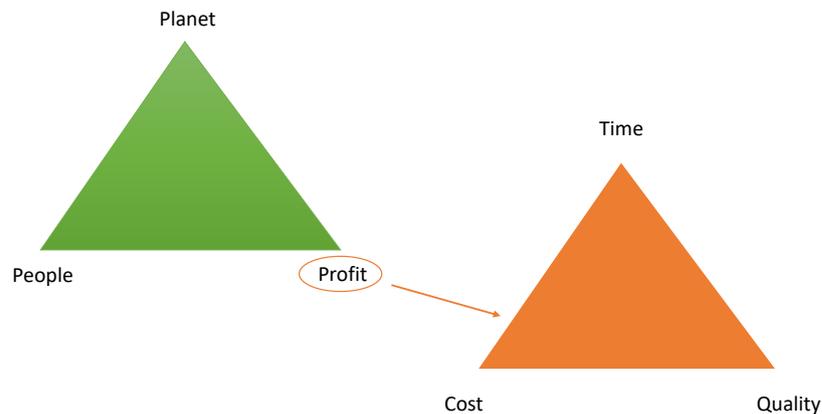


Figura 2 - Doppio sistema di trade-off

1.2 Corporate Social Responsibility

Una delle pietre miliari nella definizione del concetto di Corporate Social Responsibility è stata segnata da Archie B. Carroll nel 1991 con la sua “*Pyramid of Corporate Social Responsibility*”.

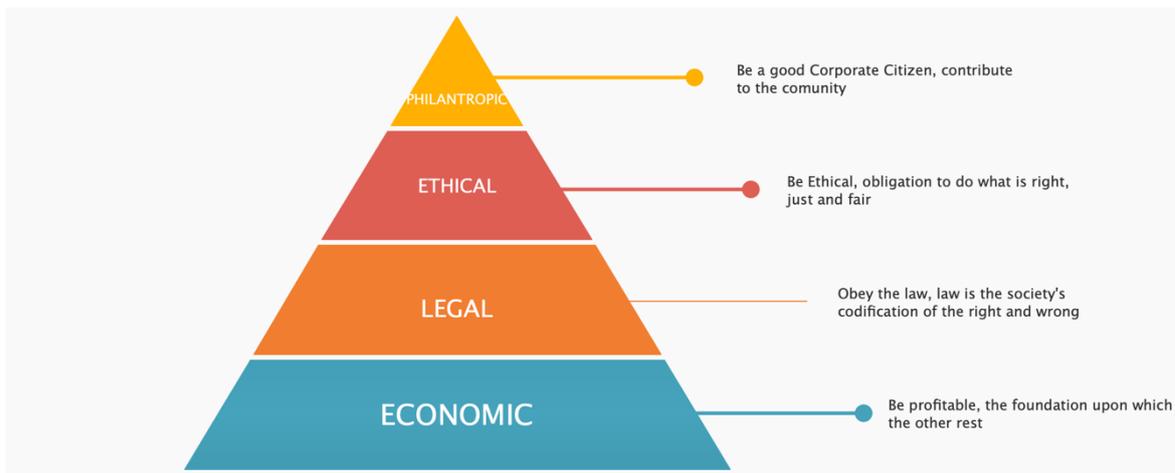


Figura 3 - Piramide di Carroll

Secondo il modello sviluppato da Carroll, la CSR comprende quattro elementi di responsabilità fondamentali, che verranno analizzati di seguito partendo dalla base della piramide:

- **Responsabilità Economica:** si tratta dell'aspetto fondante di ogni azienda, ossia essere profittevoli e remunerare gli stakeholders; tutti gli altri elementi della piramide si fondano su questo.
- **Responsabilità Legale:** le aziende devono essere conformi a leggi e regolamenti sia per ciò che riguarda i processi produttivi ma anche per la gestione del personale e la gestione economica.
- **Responsabilità Etica:** in questa categoria rientrano gli aspetti legati alla collettività e, più in generale, all'intera comunità in cui si inserisce il contesto aziendale; in particolare essa può essere considerata come l'evoluzione degli standard legislativi attuali che cerca di cogliere tutti gli aspetti e valori emergenti che non rientrano, appunto, negli standard.
- **Responsabilità filantropica:** potrebbe essere confusa con la responsabilità etica, ma, in realtà, essa raggruppa tutte quelle azioni, senza scopo di lucro, che possono essere portate avanti dalle aziende che puntano a migliorare il benessere della comunità; sono un esempio le donazioni a enti benefici, contributi all'educazione scolastica o, ancora, la costruzione di asili nido all'interno delle aziende.

Il concetto di Corporate Social Responsibility si è evoluto nel tempo e nel 2001 è stato definito dalla Commissione Europea come *“l'integrazione su base volontaria, da parte delle imprese, delle preoccupazioni sociali e ambientali nelle loro operazioni commerciali e nei rapporti con le parti interessate”* [Libro Verde della Commissione Europea, 2001]. Questa

definizione verrà successivamente consolidata e integrata nel 2011, sempre da parte della Commissione Europea, nel documento “*Communication on a Renewed EU Strategy 2011 – 2014 for CSR*”. In particolare, si sottolinea come la CSR sia uno strumento fondamentale per la gestione aziendale.

Pertanto, con la definizione di Carrol, nel 1991, e della Commissione Europea, non si pone più l’accento soltanto sugli aspetti economici e di profitto, ma si parla soprattutto di “*rapporti con le parti interessate*” facendo riferimento a chiunque abbia un interesse in merito, aprendo, dunque, ad una visione rivolta a tutti gli stakeholders (*Figura 4 - Stakeholders coinvolti nella CSR*). Caposaldo dell’investimento sostenibile e responsabile sono tre fattori chiave che possono essere raggruppati sotto l’acronimo ESG:

- Environmental
- Social
- Governance

Questi tre fattori sopra citati sono quelli che legano fortemente il concetto di Corporate Social Responsibility al concetto di sviluppo sostenibile.

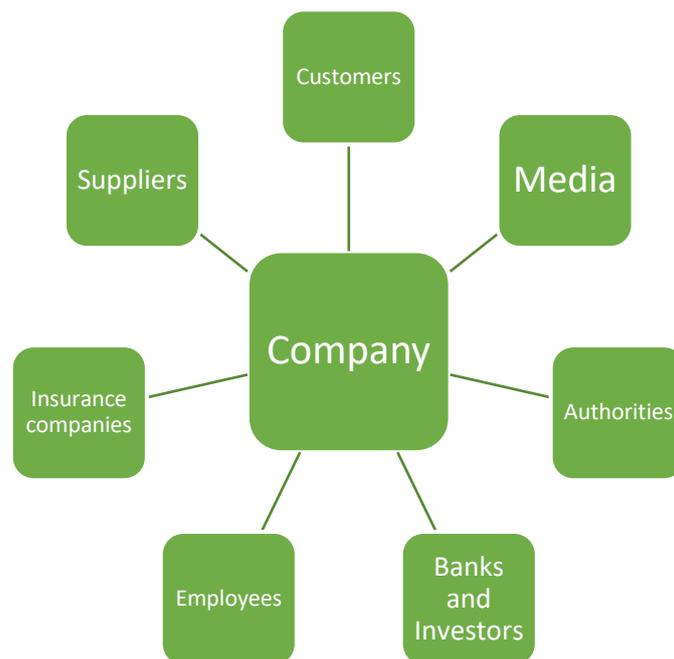


Figura 4 - Stakeholders coinvolti nella CSR

La Corporate Social Responsibility può essere, quindi, intesa come una matrice di strategie, comportamenti e regole che l’impresa deve adottare per gestire al meglio le relazioni con gli stakeholders e perseguire gli obiettivi di sviluppo sostenibile. Tuttavia, per un’azienda adottare questi concetti e farli propri richiede un grande sforzo, soprattutto all’inizio, poiché dovranno essere coniugati con i loro obiettivi strategici di lungo periodo. Inoltre, bisogna

tenere conto di altri fattori chiave che potrebbero influenzare fortemente questo processo di passaggio, ovvero:

- L'attitudine al cambiamento da parte dell'azienda
- Il grado di determinazione
- La loro situazione di partenza in termini di sostenibilità sociale e ambientale

Nonostante ciò, è importante sottolineare come diversi studi hanno evidenziato l'esistenza di una stretta relazione tra CSR e le performance finanziarie delle aziende.

1.3 ESG

Come già anticipato nel capitolo precedente, caposaldo di un investimento sostenibile e responsabile sono i cosiddetti fattori ESG, acronimo di *Environmental*, *Social*, *Governance*, che rappresentano una chiave fondamentale per verificare e misurare l'impegno di un'impresa in ognuna delle tre dimensioni. Infatti, i fattori ESG rappresentano una serie di standard operativi a cui le aziende dovrebbero ispirarsi per raggiungere determinati risultati in termini di sostenibilità ambientale, sociale e obiettivi di governance. Recentemente, la *FTSE Russell*, fornitore globale di benchmark, analisi e soluzioni di dati, ha pubblicato una classificazione dei tre pilastri ESG suddivisi in 12 temi di cui si riporta una rappresentazione grafica nella figura seguente.



Figura 5 - ESG ratings (fonte: <https://www.ftserussell.com/data/sustainability-and-esg-data/esg-ratings>)

Ovvero, per la sezione Environmental riscontriamo:

- Biodiversità
- Cambiamento climatico
- Inquinamento e risorse
- Disponibilità idrica

Per la sezione Social riscontriamo:

- Standard di lavoro
- Diritti umani & Community
- Salute & sicurezza
- Responsabilità dei clienti

Infine, per la sezione Governance, riscontriamo:

- Anticorruzione
- Corporate governance
- Risk Management
- Trasparenza fiscale

Ognuno dei criteri sopra citati ha un impatto fondamentale nella crescita e negli investimenti aziendali.

Ciò che ha permesso la nascita di tali criteri è stato il crescente interesse verso il tema dello sviluppo sostenibile, dapprima con la pubblicazione del Brundtland Report, citato nel capitolo precedente, in cui per la prima volta si dà una definizione formale al concetto di sviluppo sostenibile, e poi con la definizione del concetto di Corporate Social Responsibility con la piramide di Carrol e la definizione della cosiddetta Triple Bottom line da parte di Elkington di cui si è già data un'opportuna spiegazione in precedenza. Tuttavia, l'anno di nascita degli ESG è riconducibile al 2005 quando più di 50 CEO parteciparono alla *International Finance Corporation* e, proprio in quella occasione, nacque uno dei documenti chiave per la definizione degli ESG, ossia "*Who cares wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*" pubblicato nel 2005. Il focus del rapporto era incentrato su una serie di raccomandazioni, rivolte a diversi attori del settore finanziario, con l'intento di affrontare la questione dell'integrazione dei driver di valore ambientale, sociale e di governance nella ricerca, analisi e investimento del mercato finanziario coinvolgendo nel processo tutti gli attori interessati. Si riporta nella figura seguente uno schema degli attori coinvolti ripreso dal documento.

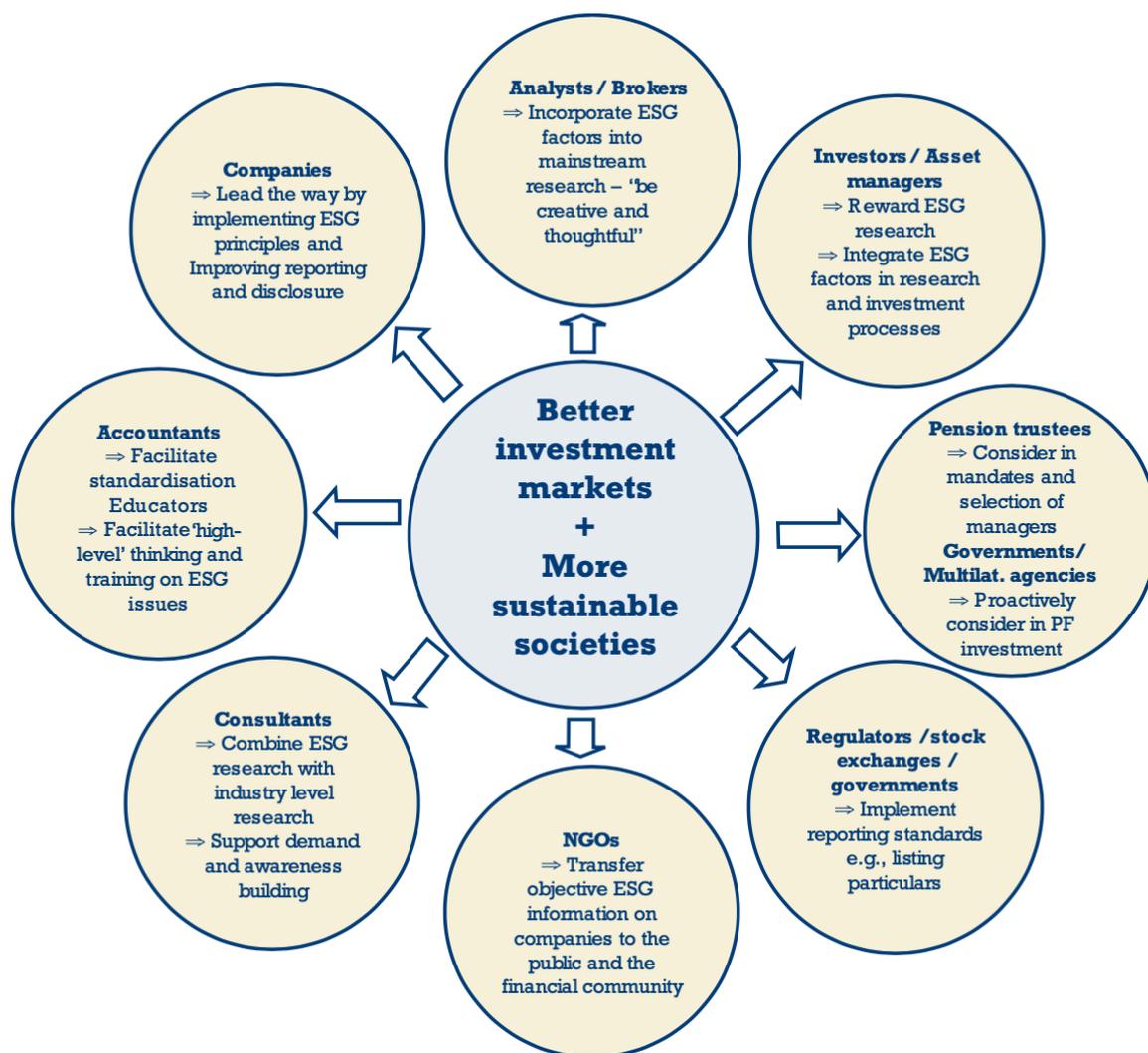


Figura 6 - Attori chiave coinvolti (fonte: *Who cares Wins report*)

Dall'incontro è scaturito un forte consenso generale sul fatto che i fattori ESG debbano essere veramente "mainstream" e non trattati come una categoria separata. Inoltre, è stato elaborato un piano d'azione futuro che prevedeva i seguenti punti (fonte: "*Who cares wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*, United Nations Department of Public Information, 2005):

- Invitare CEO e CFO per facilitare il dialogo tra aziende e investitori
- Concentrarsi su un settore specifico, consentendo ad analisti e gestori di fondi di presentare in dettaglio come vengono presi in considerazione i driver ESG per quello specifico settore
- Concentrarsi su temi specifici, ad esempio capitale umano, rischi reputazionali, cambiamenti climatici, ed esplorare in modo più approfondito come la loro considerazione aggiunga valore a un processo di investimento
- Concentrarsi su nuovi temi/rischi emergenti o applicazioni all'avanguardia

- Invitare altri stakeholder chiave che finora non hanno partecipato

Ultimo tassello fondamentale che ha favorito la diffusione dei fattori ESG come elementi chiave è la nascita dei *Sustainable Development Goals* (SDG). Si tratta di 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, promossi dalle Nazioni Unite nel 2015 nell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, che rappresentano un progetto condiviso per la pace e la prosperità.



Figura 7 – SDG (fonte: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>)

Questi obiettivi sono un invito urgente all'azione da parte di tutti i paesi e riconoscono che il raggiungimento di obiettivi di natura sociale, come la fine della povertà, delle disuguaglianze e di altre privazioni, e affrontando il cambiamento climatico, tutto ciò possa stimolare la crescita economica.

Infatti, il settore industriale B2B sta riversando, sempre più, una maggiore attenzione per gli aspetti ambientali, sociali e di governance nelle sue attività quotidiane poiché questi vengono intesi come un'opportunità a valore aggiunto per la differenziazione nella competizione globale e per lo sviluppo economico. Come riportato nella figura seguente, ci sono delle forze emergenti che guidano una supply chain sostenibile.



Figura 8 - Forze emergenti che guidano una supply chain sostenibile (fonte: ESG Supply Chain Guidelines)

Nel settore B2B, la supply chain può rappresentare fino all'80% dei ricavi di un'organizzazione (fonte: "ESG Supply Chain Guidelines: Industry-shared Guidelines for ESG sustainability in B2B supply chain", Febbraio 2022), pertanto, l'analisi della sua sostenibilità richiede una valutazione costante delle pratiche dei fornitori che si articola in tre fasi:

- Raccolta delle informazioni sulla sostenibilità dei vendor
- Metriche per la valutazione dei fattori ESG per ciascun vendor
- Consolidamento della base di fornitori per il monitoraggio e aggiornamento costante

Fino ad ora il metodo utilizzato per effettuare le valutazioni è stato quello di avere un rapporto individuale con il proprio vendor, quindi, le tre fasi prima citate venivano svolte da ciascun acquirente generando inefficienza per il settore di attività e per tutti gli attori coinvolti. L'ideale sarebbe, quindi, avere degli standard specifici di settore e una piattaforma condivisa di settore che possa ridurre le inefficienze causate da un approccio individuale. Si riporta nella figura seguente uno schema delle relazioni tra acquirente e vendor secondo l'approccio individuale e con la presenza di una piattaforma di settore condivisa.

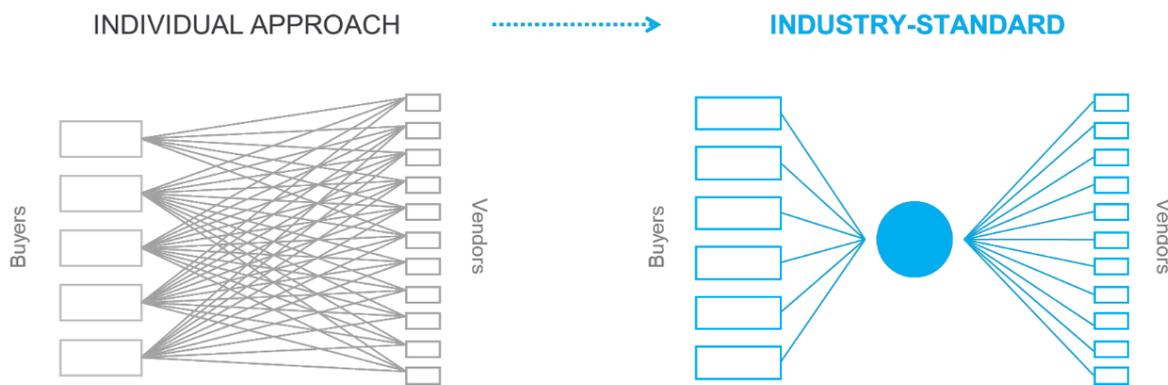


Figura 9 - Approccio individuale vs Piattaforma condivisa (fonte: ESG Supply Chain Guidelines)

Per dare maggiore spinta alla centralità di una gestione sostenibile della supply chain, secondo i fattori ESG, recentemente l'Unione Europea ha emanato una proposta di direttiva sulla due diligence di sostenibilità delle imprese. Si tratta di una proposta emessa a Febbraio 2022 che riguarda aziende con un certo valore di fatturato e numero di dipendenti, per l'esattezza più di 150 milioni di euro e più di 500 dipendenti, che *“mira a promuovere comportamenti sostenibili e responsabili lungo le catene del valore globali”* (fonte: *“ESG Supply Chain Guidelines: Industry-shared Guidelines for ESG sustainability in B2B supply chain”*, Febbraio 2022) con una serie di interventi volti a mitigare gli impatti negativi delle loro attività sull'ambiente e sui diritti umani.

1.4 Economia Circolare

Strettamente legato al concetto di sostenibilità si inserisce il concetto di Economia Circolare. Si tratta di un *“modello di produzione e consumo che implica condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile che mira a mantenere la massima utilità e il massimo valore di prodotti, componenti e materiali”* [Closing the loop: new circular economy package, European Parliament Research service, 2016].



Figura 10 - Schema Economia circolare

Esso si contrappone al modello di produzione lineare dove, invece, il classico “modus operandi” determina la produzione collaterale di grandi quantità di rifiuti, causando conseguentemente inquinamento ambientale legato anche all’entità delle emissioni, e scarsità di materie prime.



Figura 11 - Schema Economia Lineare

Infatti, con il passaggio all’economia circolare, i materiali dei prodotti che giungono alla fine del loro ciclo di vita, piuttosto che essere buttati, vengono mantenuti per quanto possibile all’interno dell’economia in modo da poter essere riutilizzati e creare, quindi, ulteriore valore.

Le potenziali opportunità, che potrebbero essere ottenute a seguito del passaggio ad un modello di produzione basato sull’economia circolare, sono molteplici e non si limitano

esclusivamente all'aspetto ambientale ma è possibile ritrovare opportunità di tipo economico. Infatti, esse includono:

- **Riduzione dell'impatto ambientale:** l'adozione di un modello di produzione basato sul concetto di economia circolare contribuirebbe a ridurre notevolmente le emissioni di gas serra (GHG) grazie, innanzitutto, ad una più efficiente gestione dei rifiuti accompagnata da una riduzione nell'utilizzo di risorse come energia, acqua, materiali e terra necessarie per i processi produttivi. Inoltre, il riutilizzo su larga scala delle materie prime contribuirebbe significativamente alla tutela e salvaguardia della biodiversità.
- **Più sicurezza circa la disponibilità delle materie prime:** con l'economia circolare verrebbero mitigati notevolmente i rischi legati alla fase di approvvigionamento di materie prime, in merito soprattutto agli aspetti che riguardano la disponibilità, la volatilità dei prezzi e la dipendenza dalle importazioni.
- **Crescita e occupazione:** l'introduzione dell'economia circolare darebbe un contributo positivo anche a crescita e occupazione; la commissione europea nel 2014 ha, infatti, stimato che la transizione ad un'economia circolare porterebbe ad un aumento del PIL dello 0,8% entro il 2030, mentre la Ellen MacArthur Foundation nel 2015 ha stimato che, a seconda che si tenga conto di un ritmo più elevato di cambiamento tecnologico, il PIL potrebbe aumentare del 7% entro il 2030 [Closing the loop: new circular economy package, European Parliament Research service, 2016].
- **Innovazione:** come suggerisce un articolo della società di consulenza McKinsey & Company, (*Developing products for a circular economy, McKinsey & Company, 2016*), l'economia circolare potrebbe favorire anche la diffusione di prodotti che andrebbero sviluppati e pensati in tale ottica e ciò permetterebbe quindi di creare maggiore valore aggiunto e di dare una spinta all'innovazione. Ne è un esempio, come riportato nell'articolo, il settore della telefonia mobile dove alcuni produttori vendono unità ricondizionate a prezzi scontati, riuscendo a catturare il valore residuo di questi telefoni e, allo stesso tempo, entrare in fasce di mercato in cui i clienti non riescono a permettersi di pagare gli ultimi modelli a prezzo pieno. Ovviamente, per realizzare ciò il design del prodotto deve essere favorevole al riutilizzo, alla riparazione e al riciclaggio ed è qui che si manifesta la spinta all'innovazione.

- Maggiore competitività:** l'economia circolare potrebbe portare risparmi a imprese e consumatori grazie ad una maggiore efficienza delle risorse e ciò fornirebbe un vantaggio competitivo alle imprese. Infatti, McKinsey & Company nello studio pubblicato nel giugno del 2015, *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*, fornisce prove del fatto che l'adozione del modello di economia circolare consentirebbe all'Europa di aumentare la produttività delle risorse fino al 3% all'anno, generando quindi un beneficio per le economie europee in termini di risorse primarie pari a 0,6 trilioni di euro all'anno entro il 2030. Inoltre, genererebbe 1.200 miliardi di euro di benefici non legati alle risorse e alle esternalità, portando il beneficio complessivo a circa 1.800 miliardi di euro all'anno rispetto ad oggi.

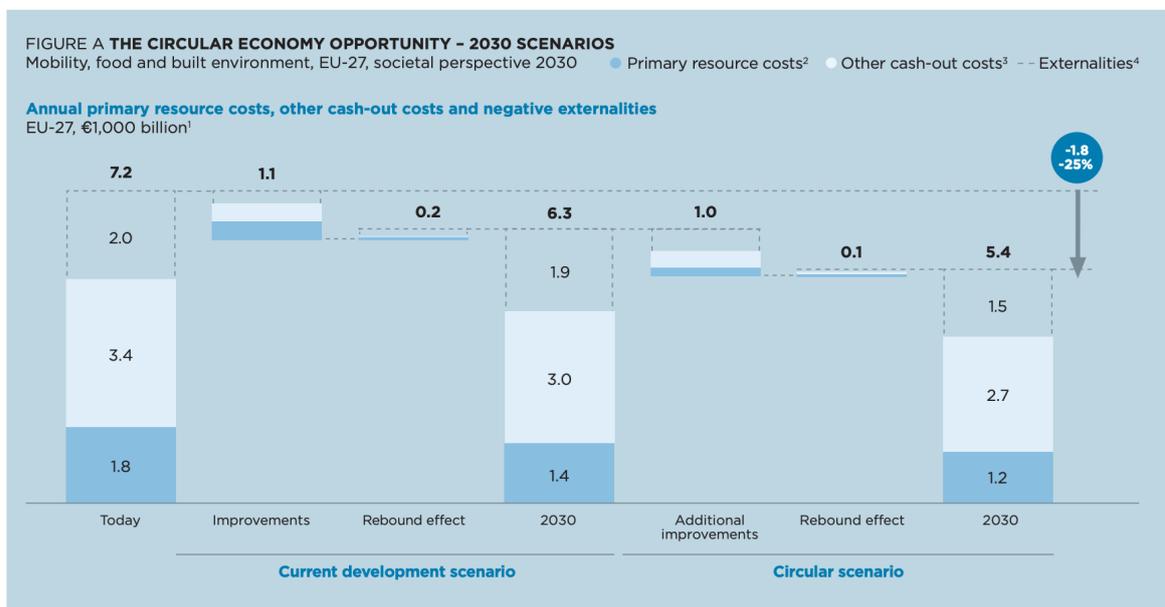


Figura 12- Opportunità dell'economia circolare (Fonte- *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*, McKinsey & Company, 2015)

I passi che devono essere intrapresi per poter ottenere i benefici sopra citati e implementare, quindi, un modello produttivo basato sui principi dell'economia circolare lungo una supply chain possono essere così sintetizzati:

- Riprogettare i prodotti:** durante il processo di design dei prodotti risulta necessario adottare logiche di durabilità, riutilizzo, modularità e standardizzazione promuovendo, allo stesso tempo, l'impiego di materiali green e bio-compatibili.
- Adattare i processi produttivi:** cercare di prendere ispirazione dalle logiche della *lean production*, dando un'impronta più di carattere ambientale per ridurre gli scarti di produzione, quindi i rifiuti, e sostituire i prodotti e le tecnologie utilizzate con

soluzioni meno impattanti dal punto di vista energetico; inoltre, sarebbe opportuno adottare anche delle misure di efficientamento energetico.

- **Modificare i modelli di business:** cercare dei modelli di business alternativi che possano andare oltre le logiche tradizionali di vendita e adottare logiche come lo *sharing* e il *pay-per-use* che siano in grado di soddisfare comunque la domanda ma impiegando un numero minore di risorse.
- **Reverse logistics nelle supply chain:** riconfigurare le supply chain per attuare meccanismi di reverse logistics in grado di raccogliere i prodotti arrivati a fine vita e sperimentare nuove forme di collaborazione con gli attori della catena.

L'applicazione di ognuno questi punti può essere agevolata da fattori come la trasformazione digitale che, ad oggi, ricopre un ruolo fondamentale nello sviluppo e applicazione di modelli di business circolari, aiutando a garantire la tracciabilità lungo tutta la filiera.

Tuttavia, adottare un modello produttivo basato sulle logiche dell'economia circolare comporta una serie di sfide e ostacoli. Questi includono:

- **Fattibilità economico-finanziaria:** soprattutto per le piccole e medie imprese (PMI), dato che la transizione verso un'economia circolare comporterebbe investimenti ingenti (in R&S, investimenti nella gestione dei rifiuti, sviluppo e adozione di nuovi modelli di business), il costo dell'innovazione e di modelli di business "green" è uno dei principali ostacoli all'adozione di essi.
- **Regolamentazione:** mancano sistemi di tariffazione e incentivi che incoraggino il riutilizzo delle risorse, inoltre molto spesso la legislazione rischia di ostacolare l'introduzione di modelli di economia circolare piuttosto che agevolarli.
- **Competenze:** per introdurre modelli di economia circolare sono necessarie competenze tecniche che attualmente sono poco presenti o poco sviluppate nella forza lavoro. Tali competenze sono necessarie nella fase di design dei prodotti in ottica circolare e la loro mancanza potrebbe essere problematica soprattutto per le PMI.
- **Ostacoli comportamentali:** purtroppo molto spesso i prodotti derivanti dall'economia circolare vengono percepiti dai clienti finali di qualità inferiore rispetto a prodotti tradizionali, pertanto, diventa complesso giustificare il prezzo agli occhi dei consumatori; inoltre, l'adozione di un modello di economia circolare

richiederebbe un cambiamento nel comportamento dei consumatori e nei modelli di business in termini di raccolta differenziata e gestione dei rifiuti alimentari.

- **Gestire una supply chain circolare:** è molto complesso trovare partner appropriati che devono essere inseriti all'interno di un ecosistema circolare; inoltre, ci sono anche aspetti di governance multilivello che devono essere presi in considerazione come le politiche internazionali, europee ma anche locali e aziendali.

L'Unione Europea, nonostante la complessità del tema, nel marzo 2020 ha adottato un nuovo piano d'azione per il tema dell'economia circolare. Questo piano ha come obiettivo quello di introdurre delle misure lungo l'intera filiera in modo da rendere l'economia europea più "green" e, allo stesso tempo, rafforzarne la competitività. I punti salienti prevedono misure per:

- **Fare in modo che i prodotti sostenibili diventino la regola tra i paesi dell'Unione Europea:** la commissione ha proposto che venisse limitato l'impiego di materiali monouso a favore di prodotti progettati per durare più a lungo, facili da riparare e riutilizzare e che contengano una certa percentuale di materiali riciclati; inoltre, le misure faranno in modo di limitare l'obsolescenza prematura e programmata dei prodotti.
- **Responsabilizzare i consumatori:** dovranno essere spinti a compiere scelte più sostenibili e potranno beneficiare di un "diritto alla riparazione"
- **Focalizzarsi sui settori che attualmente utilizzano più risorse e che hanno un grande potenziale di circolarità come:**
 - Elettronica e TIC (tecnologie dell'informazione e della comunicazione)
 - Batterie e veicoli
 - Imballaggi (disposizioni vincolanti per la riduzione degli imballaggi eccessivi)
 - Plastica
 - Tessile
 - Costruzione e edilizia
 - Alimenti
- **Ridurre i rifiuti:** la commissione ha sottolineato, innanzitutto, la necessità di evitare i rifiuti e trasformarli in risorse secondarie ed ha valutato la possibilità di introdurre un modello unico a livello UE per la gestione della raccolta differenziata dei rifiuti e

l'etichettatura, in modo da ridurre al minimo le esportazioni di rifiuti e fronteggiare le spedizioni illegali.

Ad oggi la transizione verso un'economia circolare è già in atto, con imprese che rappresentano un esempio per l'adozione di questo modello di business sostenibile. Un caso concreto è rappresentato da CHEP.

CHEP è un'azienda che fa parte del Gruppo Brambles ed è un fornitore globale di soluzioni di supply chain management per diversi settori, tra cui beni di consumo, prodotti freschi, beverage e automotive. Il loro core business è il pallet pooling, ossia il noleggio dei pallet basato sul concetto di condivisione e riutilizzo. In questo modo riescono ad ottimizzare la supply chain dei loro clienti poiché si occupano di attività non a valore aggiunto come la ripallettizzazione e lo smaltimento dei rifiuti sulla linea. Il loro modello aziendale è schematizzato nella figura seguente.

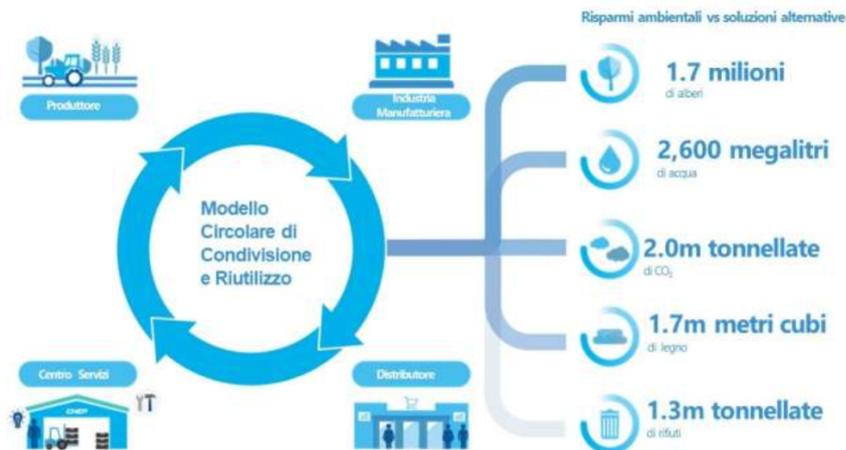


Figura 13 -Modello aziendale CHEP (fonte:<https://www.chep.com/it/it/sostenibilita>)

Il cliente sarebbe responsabile soltanto dei pallet in suo possesso e nel caso di danneggiamenti CHEP mette a sua disposizione un centro assistenza dove le unità vengono controllate e riparate.

Questo modello di business consentirebbe, quindi, di incrementare la sostenibilità della propria supply chain cercando di ridurre al minimo il proprio impatto ambientale.

Ne è un esempio Coca-Cola European Partners che, grazie all'utilizzo del servizio di pallet pooling di CHEP, è riuscita a ridurre del 60% le sue emissioni di CO₂ dovute all'utilizzo di pallet in Spagna e Portogallo.

Inoltre, per ridurre ulteriormente le sue emissioni Coca-Cola ha aderito anche al trasporto collaborativo di CHEP, altro loro prodotto, che dà la possibilità di ridurre notevolmente i chilometri percorsi “a vuoto” favorendo, pertanto, un'ulteriore diminuzione delle emissioni di CO₂ [fonte: <https://www.chep.com/it/it/sostenibilita>].

1.5 Strumenti a disposizione per l'analisi della sostenibilità: Life Cycle Assessment e indicatori di sostenibilità

Le aziende per poter effettuare un'indagine accurata circa i loro processi produttivi hanno bisogno dell'utilizzo di alcuni strumenti e metodologie che studino, in maniera analitica e sistematica, l'impronta ambientale di uno specifico prodotto o servizio. Tra le procedure più utilizzate ritroviamo il *Life Cycle Assessment*, di cui verrà fornita una spiegazione nella prima parte di questo capitolo. Successivamente, nella seconda parte del capitolo, saranno presentati alcuni degli indicatori di sostenibilità maggiormente utilizzati dalle aziende.

1.5.1 Life Cycle Assessment

Il Life Cycle Assessment è 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*” [fonte: www.isprambiente.gov.it]. Si tratta di uno strumento che ha assunto un ruolo sempre più preminente ed è considerato, ormai, uno standard a livello internazionale. Le fasi del ciclo di vita del prodotto che prende in considerazione per le sue analisi sono rappresentate schematicamente in *Figura 14 – LCA*, di seguito se ne riporta l'elenco:

- Estrazione e trattamento delle materie prime
- Fabbricazione
- Trasporto
- Distribuzione

- Uso, riuso e riciclo
- Smaltimento finale

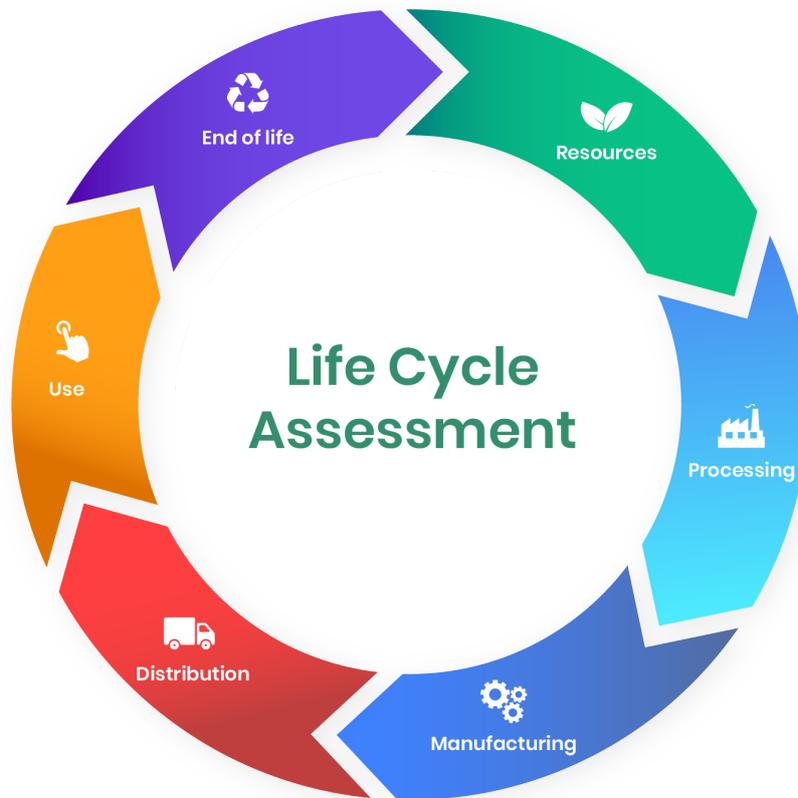


Figura 14 -LCA

I motivi che possono spingere le aziende ad effettuare un'analisi di questo tipo sono supportati dal fatto che l'LCA può consentire di:

- Identificare opportunità di miglioramento negli stadi del ciclo di vita del prodotto prima citati
- Guidare decisioni di organizzazione strategica, progettazione o riprogettazione di processi o prodotti
- Scegliere gli indicatori di performance ambientale più rilevanti e adeguati
- Migliorare la commercializzazione dei prodotti fornendo un elemento di diversificazione rispetto ai competitors (ad esempio tramite una dichiarazione di produzione sostenibile del prodotto)

Questo strumento è compreso all'interno del cosiddetto *Life Cycle Thinking* (LCT) che è un approccio più ampio che affronta l'analisi dell'impatto ambientale con una visione globale prendendo in considerazione tutti i processi coinvolti. In questo modo, risulta più facile

individuare le fasi più critiche e intraprendere delle azioni mitigative sugli impatti ambientali prodotti.

Storicamente, ciò che ha gettato le basi per lo sviluppo della metodologia LCA, fu uno studio commissionato dalla Coca-Cola nel 1969 riguardante l'eco-compatibilità dei contenitori per bevande. Data la crescente attenzione per lo sfruttamento delle risorse e le emissioni ambientali, nacque l'esigenza di standardizzare la metodologia in modo che fosse univoca. Pertanto, nel 1998 la *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) impostò le linee guida per redigere un LCA. In particolare, a livello internazionale la metodologia LCA è standardizzata attraverso le normative *ISO*. Quelle che trattano di LCA sono:

- UNI EN ISO 14040: 2006 (Environmental management - Life cycle assessment- Principles and framework)
- UNI EN ISO 14044:2006 (Environmental management - Life cycle assessment- Requirements and guidelines)

La prima norma fornisce un quadro generale sulle pratiche, le applicazioni e le limitazioni, mentre la seconda riguarda la valutazione dei risultati raccolti.

Le fasi che costituiscono gli strumenti principali per comporre un'analisi LCA sono le seguenti e sono schematicamente rappresentate in *Figura 15-Fasi LCA*:

1. **Definizione dello scopo e dell'obiettivo:** in questa fase vengono definiti gli interessi, i confini, il campo di applicazione e il fine ultimo della procedura; in particolare, la definizione del campo di applicazione comporta l'approfondimento della **funzione del sistema prodotto**, definito come “*insieme elementare di unità di processo, connesse tra loro per quanto riguarda materia ed energia, che perseguono una o più funzioni definite*” (fonte: UNI EN ISO 14040: 2006), **unità funzionale**, che rappresenta l'unità di misura a cui tutti i dati in ingresso e uscita verranno normalizzati, i **confini del sistema prodotto**, che indicano le unità di processo che bisogna includere nell'LCA e, a seconda dei confini del sistema un LCA può essere definito:
 - i) *From cradle to grave*: considera tutte le fasi del ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento, e viene utilizzato per confrontare prodotti che hanno la stessa funzione e ipotizzarne miglioramenti
 - ii) *From cradle to gate*: considera le fasi che vanno dall'estrazione delle materie prime fino al processo produttivo; generalmente è utilizzato per comparare processi produttivi in cui si ottiene lo stesso prodotto partendo però da materie prime differenti

- iii) *From gate to gate*: considera solo il processo produttivo escludendo le fasi precedenti e successive; viene utilizzato per comparare processi produttivi in cui si ottiene lo stesso prodotto partendo dalle stesse materie prime
- iv) *Zero burden*: considera solo la fase di smaltimento quindi si applica ai sistemi di gestione dei rifiuti.

Infine, poiché spesso non è pratico o possibile misurare ogni singolo input o output, si definiscono i dati di cui si avrà necessità, quali sono i **requisiti di qualità dei dati**, le metodologie che verranno utilizzate per valutarne l'impatto e interpretarli.

2. **Analisi dell'inventario**: in questa fase vengono analizzati elementi come le emissioni, il fabbisogno energetico e, in generale, il flusso di materiali in entrata e uscita per ogni processo coinvolto; si tratta, infatti, di tenere traccia dei flussi in entrata e uscita del sistema che si sta studiando e devono essere annotati quantitativamente tenendo conto dell'unità funzionale stabilita nella fase precedente. Questa fase può essere estremamente complessa perché può arrivare a coinvolgere decine di processi e tracciare centinaia di sostanze. L'analisi dell'inventario può essere suddivisa in 3 sottofasi:

- i) Raccolta dati
- ii) Elaborazione dati (validazione rispetto all'unità funzionale)
- iii) Allocazione dei flussi in entrata e uscita

Al fine di costruire un'analisi dell'inventario coerente è importante costruire un diagramma di flusso dettagliato.

3. **Valutazione dell'impatto ambientale**: questa è la fase in cui i flussi di materiali, le emissioni e il fabbisogno energetico vengono analizzati per quantificare l'impatto sull'ambiente, per farlo si definiscono delle categorie di impatto (esempi di categorie di impatto sono esaurimento delle risorse abiotiche, eutrofizzazione, acidificazione, riscaldamento globale, riduzione dello strato di ozono ecc..) e si valutano gli impatti su di esse in base ai flussi precedentemente stimati.
4. **Interpretazione dei risultati**: i risultati vengono analizzati nel contesto dell'obiettivo e dello scopo definiti nella prima fase e, sulla base dell'esito delle valutazioni, si definiscono le strategie di lungo periodo e azioni concrete da intraprendere per essere più sostenibili.



Figura 15 - Fasi LCA

Come derivato dalla metodologia LCA si inserisce un ulteriore strumento che può essere utilizzato dalle aziende per monitorare le proprie performance in termini di sostenibilità ambientale, ovvero la **Carbon Footprint**. Questo indicatore permette alle aziende di tenere traccia delle emissioni di gas a effetto serra associate alle attività aziendali, che siano esse dirette o indirette. Inoltre, è possibile utilizzarlo in due differenti situazioni:

- Calcolare la carbon footprint di un prodotto, considerando le emissioni di tutte le fasi di vita di un prodotto, dall'estrazione alla produzione (cradle to grave)
- Calcolare la carbon footprint di un'organizzazione

Come vedremo in uno dei capitoli a seguire, per la quantificazione di questo indicatore entrano in gioco diversi standard internazionali. In particolare, la norma *ISO/TS 14067* regola il calcolo della carbon footprint di un prodotto ed ha diverse fasi di sviluppo simili a quelle di uno studio LCA. Mentre, il calcolo della carbon footprint di un'organizzazione è regolato dal *GHG Protocol* e le norme *ISO 14064*, che rappresentano una guida per la raccolta e rendicontazione dei dati sulle emissioni di gas a effetto serra. In questo modo, quindi, è possibile quantificare l'impatto aziendale sul riscaldamento globale e, sulla base di

ciò, si possono valutare eventuali azioni correttive da intraprendere per far sì che i tradizionali obiettivi di business aziendali siano allineati con gli obiettivi di sostenibilità prefissati, tenendo conto dei target internazionali esistenti in tal senso.

Tutte queste norme citate, sia per il calcolo della carbon footprint di un prodotto che per il calcolo della carbon footprint di un'organizzazione si basano in maniera esplicita sulle logiche e sulle metodologie presenti negli standard internazionali vigenti per l'LCA, ovvero UNI EN ISO 14040: 2006 e UNI EN ISO 14044: 2006, concentrandosi però solo sulla categoria di impatto del *Global warming potential*.

Il calcolo della Carbon Footprint di un'organizzazione sarà trattato approfonditamente nel terzo capitolo, interamente dedicato alla spiegazione di tale argomento, in cui sarà data una spiegazione più dettagliata delle caratteristiche dell'indicatore e delle principali normative di riferimento.

1.5.2 Indicatori di sostenibilità ambientale

Negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi per cercare di individuare quali fossero gli indicatori di sostenibilità più significativi. In particolare, nel 2012 lo studio proposto da Hirschhntz-Garbers et al. (2012), *Integrating Resource Efficiency, Greening of Industrial Production and Green Industries – Scoping of and recommendations for effective indicators*, definisce una serie di indicatori che permettono di stimare l'efficienza nell'utilizzo delle risorse impiegate per i processi produttivi e che impatti si hanno in termini di sostenibilità ambientale. Lo studio ha selezionato un elenco di 32 indicatori sulla base di una serie di criteri, tra cui troviamo la *compatibilità con la LCA*, la *copertura degli impatti sulla sostenibilità* e la *rilevanza politica*. A partire da questi, sono stati successivamente identificati i 10 indicatori più promettenti in termini di solidità metodologica e potenzialità per diventare metriche industriali largamente diffuse per la valutazione dell'efficienza nell'impiego delle risorse. Si riporta di seguito l'elenco dei 10 indicatori:

1. Consumo di materiale ponderato per l'ambiente (EMC)
2. Intensità energetica per settore
3. Produttività di CO₂ basata sulla produzione
4. Consumo di acqua per settore
5. Indice di processo sostenibile (SPI)
6. Tassi di estrazione dell'acqua e stress idrico
7. Fatturato, valore aggiunto ed esportazioni di beni e servizi ambientali delle imprese per settore

8. Produttività delle risorse
9. Consumo totale di materiali (TMC)
10. Impronta ecologica (EF)

Di seguito si fornirà una breve descrizione per ogni indicatore [fonte: *Integrating Resource Efficiency, Greening of Industrial Production and Green Industries – Scoping of and recommendations for effective indicators*, Hirschhritz-Garbers et al., 2012].

Consumo di materiale ponderato per l'ambiente (ECM): l'ECM dal punto di vista metodologico risulta essere il miglior indicatore poiché soddisfa tutti i criteri sopra citati, tuttavia, risente della scarsa disponibilità di dati e il suo database è incompleto; esso combina le informazioni del flusso di materiale, “dalla culla alla tomba”, con i coefficienti di impatto ambientale stimati con la LCA. In questo modo si riesce a definire una stima di quanto quel materiale, utilizzato nei processi produttivi, stia impattando in termini di inquinamento e danni ambientali.

Intensità energetica per settore: permette di misurare i progressi in merito al decoupling del consumo di energia, ossia quando il livello di utilizzo delle risorse cresce ad un ritmo inferiore rispetto alla crescita economia. Questo indicatore per poter sfruttare a pieno il suo potenziale deve essere utilizzato insieme a una misura del mix energetico, cioè un parametro che misuri la quota parte di energia proveniente da fonti rinnovabili rispetto a quella proveniente da fonti fossili, poiché non misura direttamente l'impatto ambientale ma riesce a dare una valutazione dell'efficienza energetica. Per il suo calcolo questo indicatore richiede dati sul consumo di energia per settore, sulle entrate per settore, sul consumo interno lordo di energia e sul PIL.

Produttività di CO₂ basata sulla produzione: questo indicatore è fondamentale per misurare le prestazioni ambientali dei processi produttivi in quanto aiuta a misurare il decoupling della crescita economica rispetto agli apporti di carbonio necessari per la crescita, quindi, è possibile affermare che l'indicatore non misuri direttamente l'impatto delle emissioni di CO₂ sull'economia ma fornisce una stima di quanto crescita economica ed emissioni siano interconnesse. In particolare, esso può essere espresso come PIL per unità di CO₂ emesse. Inoltre, dato che l'indicatore non comprende tutte le fasi del ciclo di vita (poiché incorpora solo i processi di produzione) deve essere utilizzato in combinazione con altri indicatori per poter elaborare una valutazione più esaustiva dell'impatto ambientale.

Consumo di acqua per settore: questo indicatore è definito come il consumo annuale di acqua per uso domestico, industriale, agricolo e altri settori, e può essere misurato in m³/anno o come percentuale del consumo totale di acqua. Esso permette, quindi, di identificare i settori più critici in cui sarebbe necessario sviluppare dei piani di lungo periodo permettendo di identificare le principali inefficienze, tuttavia, poiché non fa coincidere l'estrazione con la disponibilità, non dà indicazioni sulla scarsità d'acqua.

Indice di processo sostenibile (SPI): questo indicatore calcola quanta superficie è necessaria per la conversione dell'energia in prodotti e servizi, di conseguenza, più superficie è richiesta più quel prodotto o servizio costa in termini di sostenibilità. Pertanto, può essere considerato come un indicatore di impronta ecologica. Inoltre, permette di comparare diverse tecnologie tra di loro poiché cattura le prestazioni dei diversi settori in termini di superficie utilizzata. Tuttavia, la sua applicazione richiede un grande quantitativo di dati che non sempre sono a disposizione delle aziende e per questo motivo è utilizzato maggiormente dalle università e dagli istituti di ricerca.

Tassi di estrazione dell'acqua e stress idrico: questi due indicatori riflettono l'intensità dell'utilizzo di risorse idriche di acqua dolce. I tassi di estrazione dell'acqua possono essere espressi come prelievi lordi pro capite, percentuale del totale delle risorse rinnovabili di acqua dolce disponibili, percentuale delle risorse intere. Lo stress idrico, invece, può essere espresso come prelievi lordi in percentuale del totale delle risorse di acqua dolce disponibili o percentuale delle risorse interne. Un aumento del valore di questi indicatori può avere impatti su tutti i pilastri della sostenibilità, quindi, è fondamentale tenerne traccia.

Fatturato, valore aggiunto ed esportazioni del settore dei beni e servizi ambientali delle imprese: questo indicatore è essenziale per misurare la performance economica delle industrie sostenibili, ma non è compatibile con l'LCA e il suo utilizzo potrebbe essere solo marginalmente appropriato nei casi in cui non ci sono dati sufficienti per il calcolo.

Produttività delle risorse e produttività dei materiali: la produttività dei materiali misura la quantità di materiali utilizzati da un'economia in relazione all'attività economica (ad esempio il PIL); la produttività delle risorse, invece, consente di misurare in modo aggregato

l'efficienza materiale di un'economia. Tuttavia, non essendo compatibili con la LCA questi indicatori sono parzialmente rilevanti

Consumo totale di materiale (TMC): misura la quantità totale di materiali direttamente utilizzati da un'economia tenendo conto anche degli effetti dei flussi nascosti a monte legati alle importazioni di materie prime, semilavorati e prodotti finiti. Tuttavia, l'indicatore non riesce a catturare gli impatti ambientali, ha una scarsa compatibilità con la LCA e i dati non sono completamente disponibili poiché i flussi indiretti sono difficili da misurare.

Impronta ecologica (EF): questo indicatore misura la quantità di terra e acqua biologicamente produttiva necessaria per soddisfare le esigenze di consumo delle risorse e assorbire i rifiuti generati, tenendo conto della tecnologia attualmente impiegata. Tuttavia, nonostante sia un buon indicatore di sostenibilità generale, non è adatto a misurare la sostenibilità di un settore.

Capitolo 2 – Green Supply Chain: strategie per una Supply Chain sostenibile

In questo secondo capitolo parleremo di *Green Supply Chain*, dandone una definizione, indentificandone opportunità e potenziali ostacoli e definendone i principali ambiti di applicazione. Successivamente verranno illustrate le principali strategie utilizzate per la gestione di una green supply chain.

Il concetto di Green supply chain rappresenta un tipo di gestione aziendale che ha come obiettivo ultimo quello di rendere minimo l'impatto ambientale di un prodotto o servizio lungo il suo ciclo di vita. Infatti, la Green supply chain deriva dall'unione e integrazione tra il concetto di Supply Chain, che rappresenta il flusso di materiali e informazioni necessari per produrre e trasferire un determinato prodotto sul mercato, e di Green Management, che fa riferimento a tutta quella serie di strategie di gestione degli impatti ambientali e sociali che un'impresa determina nello svolgimento della propria attività produttiva.

Come è stato già sottolineato più volte in precedenza, se fino a poco tempo fa le imprese consideravano il loro rapporto con l'ambiente come una problematica di minore importanza, adesso stanno puntando molto su questo modello di gestione anche perché, se si esce dalla

visione secondo cui l'azienda è in grado di agire solo sugli impatti generati dal proprio modello produttivo, è possibile rendersi conto di come una parte significativa delle esternalità negative sono generate nei vari nodi che compongono l'intera supply chain.

Da queste consapevolezza ne deriva, quindi, la necessità di considerare dei modelli gestionali che abbraccino questa visione allargata e che siano in grado di:

- Creare valore sostenibile per gli stakeholders
- Minimizzare inefficienze e rischi
- Ridurre gli impatti complessivi

Esistono, inoltre, anche diversi fattori di carattere più commerciale e gestionale, oltre a quelli ambientali, che spingono le aziende a dotarsi di un simile modello organizzativo, integrando, quindi, le logiche esistenti alla gestione della Supply Chain con criteri green. Di seguito si riporta un elenco di tali fattori trainanti:

- Aumento delle inefficienze dovute alla dispersione delle supply chain sul territorio a causa della globalizzazione
- Aumento dei costi (approvvigionamento di materie prime, costi energetici, costi dei trasporti)
- Indicatori ambientali divenuti fondamentali nella valutazione del rischio d'impresa
- Richiesta crescente da parte degli stakeholders di prodotti e servizi sostenibili
- Perdita o guadagno di reputazione in relazione alle prestazioni ambientali
- Difficoltà legate all'approvvigionamento di materie prime e risorse naturali
- Maggiori pressioni normative da parte degli enti governativi in merito all'impatto ambientale
- "Green" come elemento distintivo rispetto ai competitors

In questo modo, le aziende che decidono di gestire la propria supply chain in ottica Green, spinte dai fattori che sono stati precedentemente elencati, si ritroverebbero ad ottenere dei benefici non indifferenti in termini di: **gestione del rischio, sostenibilità dei prodotti ed efficienza dei processi.**

Si riporta in *Tabella 1 – Opportunità della Green Supply Chain*, l'elenco delle diverse opportunità per ognuna delle 3 categorie sopra citate.

Tabella 1 - Opportunità della Green Supply Chain

Opportunità	Categoria
Miglioramento dei prodotti in termini di efficienza e durabilità	Sostenibilità dei prodotti
Migliore competitività sul mercato	
Dematerializzazione (riduzione della quantità di materiali acquistati)	Efficienza dei processi
Riduzione dei consumi e dei costi	
Ottimizzazione dei processi produttivi e di quelli logistici	
Maggiore proattività nella risposta alle regolazioni normative	Gestione del rischio
Migliore reputazione del brand	
Riduzione del rischio ambientale	

Tuttavia, nonostante le opportunità che derivano dall'adozione di una Green Supply chain, esistono anche diversi fattori di criticità che potrebbero far percepire il passaggio ad un tale modello di gestione difficoltoso, ovvero:

1. Carenza informativa rispetto agli aspetti ambientali della supply chain
2. Complessità gestionale per ciò che riguarda i processi di analisi, sviluppo e realizzazione delle azioni di miglioramento individuate
3. Valutazione del ritorno dell'investimento, dato che si tratta di azioni che generano impatti sul ROI nel medio-lungo termine
4. Assenza di strumenti di misurazione adeguati e condivisi delle performance di tutti gli attori lungo la filiera
5. Resistenza al cambiamento
6. Carenza di risorse dedicate alla sostenibilità d'impresa

Dopo aver definito le opportunità e le criticità che possono derivare dall'adozione dei principi della Green Supply Chain è necessario soffermarsi anche sulle strategie necessarie per implementarla. In particolare, queste sono:

- Eco-design del prodotto

- Green Procurement
- Green Manufacturing
- Green Logistics
- Reverse Logistics

Si riporta di seguito, in *Figura 16- Strategie della Green Supply Chain*, una rappresentazione grafica della relazione che sussiste tra queste strategie e il concetto di Green Supply Chain. Inoltre, ognuna di esse sarà trattata con maggiore dettaglio nella seconda parte del capitolo, fornendone un'adeguata spiegazione ed esempi applicativi reali.



Figura 16 - Strategie della Green Supply Chain

2.1 Eco-design del prodotto

L'eco-design del prodotto è un fattore chiave nella Green supply chain in quanto, indentificandosi nella progettazione sostenibile dei prodotti, promuove i suoi vantaggi già a monte di tutta la filiera grazie all'utilizzo di materiali a ridotto impatto ambientale, con lo scopo di aumentare il benessere sociale e ambientale.

Colui che svolge un ruolo chiave è il consumatore, dato che decidendo di acquistare quel determinato prodotto garantisce un profitto di lungo periodo, pertanto, nella fase in cui vengono concepiti nuovi prodotti, è fondamentale combinare la componente puramente

estetica con quella di studio e ricerca della composizione dei materiali più ottimale in ottica green in modo da ottenere un prodotto che riesca a soddisfare le esigenze del cliente.

In merito a ciò, nell'articolo di Maletic et al. (*Ecodesign in the context of customers and producers point of view*, M. Maletic, D. & Gomiscek, 2010) si sottolinea come i potenziali clienti siano molto attenti agli aspetti ecologici dei prodotti e ne sostengano lo sviluppo, tuttavia, le esigenze del cliente risultano essere il fattore più influente sulle decisioni di acquisto. Pertanto, i produttori non dovrebbero concentrarsi esclusivamente sull'eco-compatibilità del prodotto, ma devono integrare tale aspetto insieme agli altri in modo da far sì che i prodotti ecologici:

- vengano percepiti come prodotti “tradizionali
- non modifichino in modo significativo le abitudini di utilizzo dei clienti
- devono essere comparabili in termini di prezzo

Tutto ciò porta, quindi, alla conclusione per cui sia impossibile perseguire la sostenibilità per le imprese se non si riesce ad ottenere una quota di mercato che sovrasti quella di imprese concorrenti che offrono, invece, prodotti “tradizionali” (che non seguono i principi di sostenibilità).

È evidente che l'eco-design si applichi meglio quando si deve concepire un nuovo prodotto, ma ciò non esclude che possa essere applicato anche a prodotti già presenti in commercio che hanno la necessità di essere rivisitati in chiave Green.

L'eco-design, inoltre, è strettamente legato all'analisi LCA che, come già spiegato in precedenza, prende in considerazione tutti gli stadi del ciclo di vita del prodotto e ne valuta gli impatti ambientali. Esso permette, quindi, di accrescere il rapporto tra il valore del prodotto e il suo impatto ambientale, permettendo una riduzione dell'insieme di effetti negativi causati dal processo produttivo o dall'utilizzo stesso del prodotto da parte del cliente finale.

Esistono diverse banche dati e software dedicati presenti in commercio che permettono di svolgere una valutazione di LCA su varie tipologie di prodotto; infatti, molte grandi imprese utilizzano questi strumenti per fare delle valutazioni in fase di progettazione.

Di seguito si riportano alcuni esempi di aziende che hanno implementato strategie di eco-design.

Apple: l'azienda di Cupertino ormai da anni si impegna notevolmente nello sviluppo di prodotti sostenibili, infatti, ha sviluppato un laboratorio dedicato allo studio e allo sviluppo di mezzi e strumenti necessari per disassemblare i prodotti per massimizzare il recupero di

materiali, in modo da favorirne il riciclo. Apple sta puntando molto sul riciclaggio, infatti ormai la maggioranza dei loro prodotti è costituita da materiali riciclati e questo denota l'attenzione che ripongono nella fase di design & engineering dei loro prodotti in modo da essere sostenibili. Ad esempio, iPhone 13 ha le seguenti caratteristiche (fonte: www.apple.com/it/environment):

- 100% di oro riciclato nelle placcature della scheda logica e nel cavo della fotocamera centrale
- 100% di terre rare riciclate in tutti i magneti
- 100% di stagno riciclato per le saldature della scheda logica e dell'unità di gestione della batteria
- 100% di tungsteno riciclato nella Taptic Engine

2.2 Green Procurement

Il procurement è la fase che identifica l'origine della catena di fornitura e, soprattutto, rappresenta il punto di contatto tra l'azienda e i fornitori. Tale punto di contatto incide notevolmente sulla sostenibilità della catena poiché sono i fornitori che possono qualificare il profilo e le prestazioni dell'azienda in ottica Green. Pertanto, negli ultimi anni si è diffuso il concetto di *Green Procurement*, inteso come il perseguimento degli obiettivi di sostenibilità attraverso la selezione meticolosa e accurata dei fornitori. I parametri standard di valutazione dei fornitori sono basati sui principi di costo, tempo di fornitura e qualità.

Per poter instaurare una politica di Green Procurement le aziende non dovrebbero selezionare i fornitori solo sulla base dei criteri descritti in precedenza, ma anche sulla base della loro coerenza con la politica ambientale aziendale e delle loro performance in termini di capacità di sviluppare prodotti "eco-friendly", impiego di materiali riciclati, utilizzo di sistemi di gestione ambientali e certificazioni ISO in merito. Includere criteri di Green Procurement nella selezione dei fornitori può fornire dei vantaggi a diversi livelli, come ad esempio:

- Individuare sprechi e inefficienze con impatti ambientali e costi nascosti lungo la filiera con la possibilità valutare l'introduzione di prodotti alternativi, funzionali ma eco-efficienti.
- Possibilità di valutare i costi totali di un prodotto (costo di acquisto, costo di gestione, costo di manutenzione, costo post-consumo) in modo da capire quale sia quello più sostenibile, sia a livello ambientale che a livello economico, nel tempo.

- Spingere i fornitori ad adottare procedure gestionali più orientate verso la sostenibilità, rafforzando la Corporate Social Responsibility nella filiera dei fornitori.
- Essere in linea con i nuovi riferimenti normativi europei ed internazionali in termini di produzione e consumo sostenibile.

Se si dovessero definire sinteticamente le fasi del Green Procurement, queste potrebbero essere così esemplificate:

1. Identificare i bisogni di acquisto con l'obiettivo di razionalizzare le quantità di materiali acquistati e raggiungere gli obiettivi di sostenibilità prefissati a livello strategico
2. Definire una strategia di approvvigionamento green, integrando tra i criteri di selezione le performance ambientali (identificando dei valori minimi di soddisfacimento)
3. Scelta dei fornitori in base a quanto definito nella fase precedente
4. Monitoraggio dei risultati e definizione di un piano di miglioramento di lungo periodo

Ad oggi, moltissime aziende stanno adottando i principi del Green Procurement nella selezione dei propri fornitori come ad esempio Mercedes-Benz. Come sottolineato in un articolo pubblicato sul sito di Mercedes-Benz Italia (*Massimo impegno per i diritti umani – Daimler lancia l'offensiva per una supply chain sostenibile, 2018*), dato che lo sviluppo dell'elettro-mobilità prevede l'utilizzo di metalli che Mercedes non acquista direttamente (come litio, cobalto e nichel), l'azienda si impegna a richiedere che i suoi fornitori diretti siano obbligati a trasmettere e verificare gli standard di sostenibilità all'interno della catena. Questo perché, come sottolineato dai vertici dirigenziali Mercedes, *“non è solo il fornitore diretto a lavorare in modo sostenibile, ma l'intera catena”*.

2.3 Green Manufacturing

Il Green Manufacturing è una strategia che consiste nell'introduzione dell'innovazione tecnologica nei processi produttivi al fine di ridurre il consumo di materie prime ed energia o impiegare delle fonti alternative ed ecologiche. Questa è una fase cruciale nella definizione di un processo in ottica di Green supply chain ed è strettamente collegato all'eco-design del

prodotto poiché, affinché l'implementazione di questa strategia sia possibile, è necessario che, nella fase di progettazione, i prodotti sia stati pensati e sviluppati in modo da facilitare la riduzione delle sostanze nocive per l'ambiente rilasciate nei processi produttivi.

Tra le azioni di innovazione tecnologica che possono essere intraprese per migliorare le performance ambientali riscontriamo:

- Riduzione dei consumi energetici attraverso l'introduzione di tecnologie innovative e lo sviluppo di impianti produttivi più efficienti dal punto di vista energetico, impiegando ad esempio impianti di cogenerazione e di recupero dei cascami termici, o, ancora, fonti di energia rinnovabile come l'energia eolica o impianti fotovoltaici.
- Riduzione dei consumi idrici grazie all'implementazione di strategie di depurazione e riutilizzo dell'acqua utilizzata per i processi di produzione, in modo da ridurre la quantità di acque reflue inquinanti
- Riduzione dei rifiuti di produzione attraverso il recupero, seppur parziale degli scarti produttivi

Si riporta una rappresentazione grafica dei principi che stanno alla base del Green Manufacturing nella figura sottostante.

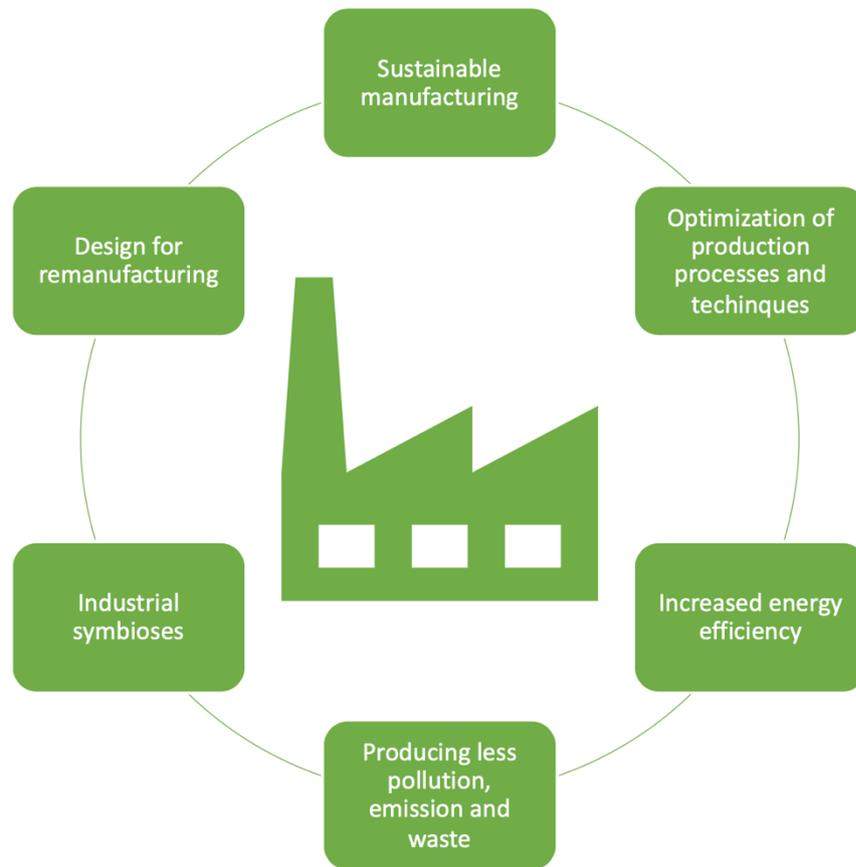


Figura 17 - Principi Green Manufacturing

Un esempio di applicazione della strategia di Green Manufacturing è rappresentato da BMW Group. Come da loro sottolineato, l'azienda firmando nel 2001 la *Internation Declaration on Cleaner Production* del programma delle Nazioni Unite per l'ambiente si è impegnata a mantenere il consumo di risorse e l'impatto ambientale ad un livello più basso possibile. Per monitorare e analizzare le misure da loro adottate, hanno introdotto dei sistemi di gestione dell'ambiente in tutti gli stabilimenti di produzione esistenti. Inoltre, al fine di ridurre le emissioni di CO₂ dei loro impianti di produzione, investono costantemente nell'ottimizzazione dell'efficienza energetica dei loro siti produttivi verificando a livello locale quale sia il modo migliore per generare energia (idrogeno, biogas, biomassa o energia geotermica). Nello stabilimento di Lipsia la produzione è sostenuta, dal punto di vista energetico, in gran parte da quattro turbine eoliche di proprietà dell'azienda; inoltre, con l'utilizzo di un parco batterie composto da circa 700 unità di accumulo ad alto voltaggio (si tratta di batterie usate che BMW recupera dai propri prodotti a cui dà una seconda vita nei suoi stabilimenti) si accumula l'energia in eccesso prodotta dalle turbine eoliche in periodi

di sovrapproduzione in modo da poter contribuire con questa energia nei periodi di sotto-approvvisionamento.

Altro esempio è rappresentato dallo stabilimento di Dingolfing dove attraverso l'impiego di impianti di cogenerazione, il gas viene convertito in elettricità e utilizza il calore risultante come fonte di energia, lo stabilimento riesce a coprire quasi metà del suo fabbisogno di energia elettrica con questa modalità [fonte: www.bmw.it/it/topics/fascination-bmw/electromobility2020/sostenibilita.html].

2.4 Green Logistics

Un'azienda convinta del valore aggiunto dell'adozione dei principi e delle strategie della Green Supply Chain non può prescindere dal caratterizzare la logistica con la stessa visione. Questo perché, il trasporto, la distribuzione, lo stoccaggio e la movimentazione impattano notevolmente sull'ambiente, se teniamo in considerazione non solo l'impatto climatico delle emissioni di CO₂ ma anche l'inquinamento legato a:

- Inquinamento atmosferico generato dalle emissioni di inquinanti come polveri sottili (PM_x) e ossidi di azoto (NO_x), ma anche legato al consumo di energia e combustibili fossili
- Inquinamento acustico dovuto a rumore e vibrazioni
- Congestione e usura stradale dovuta al trasporto merci e saturazione delle infrastrutture di transito
- Squilibrio ancora esistente sull'intermodalità dei mezzi di trasporto

La globalizzazione dei mercati con la conseguente estensione delle supply chain ha ampliato le complessità, già presenti, dei flussi logistici e i relativi impatti generati. Per migliorare questo stato di fatto sono stati sviluppati i principi della *Green Logistics*, termine coniato Alan Mckinnon autore di *Green Logistics, improving the environmental sustainability of logistics*, disciplina che si impegna nello studio e nella ricerca di nuove strategie volte a migliorare la sostenibilità ambientale della logistica. Gli obiettivi che si pone la Green Logistics sono molteplici e i possibili vantaggi che è possibile derivarne sono sia di carattere economico che di carattere ambientale; i principali sono:

- Incentivare l'intermodalità degli spostamenti
- Razionalizzare i flussi di merci nel tempo e nello spazio
- Incentivare l'acquisto di una flotta mezzi con minori emissioni

- Ottimizzare gli spostamenti in funzione dei carichi e ridurre i cosiddetti “viaggi a vuoto” (viaggi in cui un mezzo si reca senza carico al suo successivo punto di carico o punto di partenza)
- Ottimizzare l’utilizzo del packaging per ridurre rifiuti e relativi costi di smaltimento ma anche per migliorare la capacità di riempimento dei mezzi
- Incentivare l’utilizzo di carburanti alternativi
- Ridisegnare l’assetto del network logistico per raggiungere una maggiore efficienza in merito all’impatto ambientale

Se dovessimo classificare le soluzioni per rendere la logistica più sostenibile, potremmo suddividerle principalmente in due categorie: la prima di carattere tecnologico poiché riguarda l’innovazione dei sistemi logistici dal punto di vista fisico (flotta degli automezzi, packaging, strumenti informatici per l’ottimizzazione delle rotte), la seconda di carattere gestionale poiché riguarda la revisione e l’aggiornamento dei sistemi organizzativi aziendali legati alla logistica e ai trasporti (ridisegnare l’assetto del network logistico).

Si riportano di seguito alcuni esempi di casi aziendali in cui sono state applicate logiche di Green Logistics. Si tratta di casi del “largo consumo” evinti dal progetto pluriennale “EcologistiCO₂” di GS1 Italy.

Carlsberg Italia: nel 2018 l’azienda ha pensato di avviare nel centro della città di Firenze un progetto di distribuzione urbana elettrificata, stabilendo una partnership con il provider logistico Beverete. L’analisi condotta sui vincoli esistenti ha sottolineato come l’introduzione di tale servizio avrebbe avuto dei vantaggi dal punto di vista operativo, in quanto il centro della città di Firenze è una zona a traffico limitato (ZTL) e ciò imponeva vincoli sugli orari di consegna che impattavano sul livello di servizio. Adottando dei mezzi full electric questi vincoli sono stati ridotti, permettendo così l’aumento del livello di servizio oltre alla riduzione consistente delle emissioni di CO₂ (-90%) e del particolato (-89%) [fonte: *Logistica sostenibile: soluzioni e casi virtuosi dal largo consumo*, GS1 Italy, 2018].

SanPellegrino- Nestlé Waters: SanPellegrino per ottimizzare la propria strategia di sostenibilità ha deciso di utilizzare dei mezzi di trasporto con combustibili alternativi per l’esecuzione dei trasporti su gomma non intermodali. In particolare, grazie alla collaborazione con il vettore Maganetti, ha adottato automezzi LNG (Liquefied Natural

Gas), ovvero automezzi a gas naturale liquefatto. Le analisi effettuate in seguito all'adozione di questa tipologia di mezzo di trasporto hanno mostrato come in meno di un anno è stato possibile ridurre le emissioni dirette del trasporto di circa il 12% [fonte: *Logistica sostenibile: soluzioni e casi virtuosi dal largo consumo*, GS1 Italy, 2018].

Eridania: è un'azienda italiana specializzata nella produzione di zucchero e ha deciso di revisionare la modalità di trasporto dei flussi di approvvigionamento verso uno dei suoi stabilimenti, in particolar quello di Russi, in provincia di Ravenna. In particolare, grazie alla riattivazione del raccordo ferroviario di stabilimento a Russi è stato possibile organizzare spedizioni ferroviarie con destinazione finale lo stabilimento stesso ed evitare quindi passaggi intermedi che prevedevano l'impiego di spedizioni stradali. In questo modo è stato possibile ridurre notevolmente le emissioni di CO₂ (-40%) e del particolato [fonte: *Logistica sostenibile: soluzioni e casi virtuosi dal largo consumo*, GS1 Italy, 2018].

Tutto questo è reso possibile anche grazie allo sviluppo di tecnologie digitali che consentono alle aziende di:

- Ottimizzare carichi e tracciabilità.
- Minimizzare le tratte: esistono degli strumenti informatici che attraverso il tracing satellitare consentono di definire le migliori tratte e individuare la posizione migliore dei mezzi in modo da ridurre le inefficienze durante i tragitti.
- Ottimizzare i consumi: esistono software che consentono di effettuare un monitoraggio preciso delle prestazioni dei veicoli e dello stile di guida del conducente, in modo da valutare come questo impatti sui consumi complessivi; inoltre, attraverso questi software è possibile stabilire dei piani di manutenzione per i mezzi e di formazione per gli autotrasportatori sullo stile di guida in ottica di riduzione dei consumi.

2.5 Reverse Logistics

Come ultimo tassello delle strategie della Green Supply Chain ritroviamo la *Reverse Logistics*. Una sua prima definizione risale al 1998, in cui viene definita come “*il processo che consiste nel pianificare, implementare e controllare l'efficiente ed efficace flusso di materie prime, semilavorati, prodotti finiti e le relative informazioni dal punto di consumo al punto di origine con l'obiettivo di recuperarne valore o procedere allo smaltimento*”

[*Going Backwards: Reverse Logistics trends and Practices*, Rogers & Tibben – Lembke, 1998].

Questa pratica trasforma, quindi, la Supply chain in un percorso chiuso che incorpora sia la logistica tradizionale, che va dal fornitore al consumatore finale, sia la logistica di ritorno che effettua, invece, il percorso inverso in cui si concretizza la raccolta e lo smistamento dei prodotti finiti in modo da recuperarne il valore tramite la rigenerazione o riciclo. Si riporta di seguito, in *Figura 18 – Reverse Logistics* una rappresentazione grafica di quanto appena descritto.



Figura 18 - Reverse Logistics

La Reverse Logistics può verificarsi per reso dei prodotti da parte del cliente per non conformità del prodotto ricevuto, prodotto difettoso o, ancora, prodotto danneggiato; oppure può verificarsi per raccolta dei prodotti a fine ciclo vita in modo da rigenerarli o riciclarli. Quest'ultima casistica è quella che offre maggiori opportunità dal punto di vista della sostenibilità ambientale poiché, recuperando un prodotto finito o parte dei suoi componenti, questo contribuisce a un minor impiego di materie prime e alla conseguente riduzione della

quantità di rifiuti. Pertanto, la Reverse Logistics, se gestita al meglio, ha tutte le potenzialità per diventare una best practice per ridurre i costi, generare valore ed essere sostenibili.

Un esempio di imprese che stanno cercando di implementare soluzioni di Reverse Logistics per raggiungere obiettivi di sostenibilità è rappresentato da IKEA. Infatti, come dichiarato dall'azienda, stanno valutando “*nuovi modi per rendere la circolarità più rilevante e alla portata dei nostri clienti*” per raggiungere l'obiettivo di diventare un business circolare entro il 2030. Per fare ciò, stanno testando in alcuni mercati del mondo servizi di riacquisto e rivendita e, in particolare nei Paesi Bassi, in Svezia e Svizzera, stanno sperimentando il leasing come modalità di pagamento. In Italia è attualmente attivo il servizio *Riporta e Rivendi* per cui è possibile riportare in negozio i mobili Ikea usati e, previa valutazione dello stato del prodotto, ottenere un buono da spendere nei punti vendita Ikea fino ad un valore massimo pari al 50% del prezzo originale dell'articolo in modo da incentivare i clienti ad usufruire del servizio e promuovere il riutilizzo e riciclo dei prodotti.

Capitolo 3 – Impatto climatico delle Supply Chain

In questo capitolo verrà analizzato più nel dettaglio l'impatto climatico delle Supply Chain e di come sia importante quantificarlo per raggiungere i target di sostenibilità prefissati. In particolare, si darà una definizione dei gas, cosiddetti, climalteranti secondo il Protocollo di Kyoto e verrà fornita una spiegazione di come questi contribuiscano alla determinazione della Carbon Footprint di un'impresa. Successivamente, verranno illustrate le principali normative di riferimento internazionali utilizzate dalle aziende per selezionare le attività da includere nel calcolo della Carbon Footprint aziendale, includendo anche le metodologie di calcolo e le modalità di comunicazione dei risultati. Infine, verrà dato spazio agli studi condotti negli ultimi anni in merito alla rilevanza delle fonti indirette e di come queste contribuiscono notevolmente alla totalità delle emissioni.

3.1 Greenhouse Gases Emissions e Carbon Footprint

La quantificazione della Carbon Footprint ha acquisito ormai una valenza prioritaria in tema di sostenibilità. Le aziende, infatti, per poter valutare le loro prestazioni in termini di sostenibilità e quantificare l'impatto delle loro attività sul riscaldamento globale, stanno considerando il calcolo di questo indicatore non più come un'eccezionalità ma come una prassi. È molto importante che ciò accada poiché permetterebbe alle aziende di:

- comprendere e gestire l'esposizione dell'azienda rispetto, innanzitutto, ai rischi legati al cambiamento climatico ma anche rispetto ai rischi regolatori in materia
- pianificare delle strategie di riduzione realistiche in linea con gli obiettivi internazionali
- valutare le opportunità date da una differenziazione dell'offerta rispetto ai competitors (divulgare al pubblico la propria carbon footprint potrebbe rappresentare un vantaggio in termini di responsabilità sociale e immagine)
- individuare le aree, all'interno della propria azienda, che necessitano un intervento prioritario
- soddisfare gli interessi di diversi stakeholders (clienti, investitori e istituzioni governative)

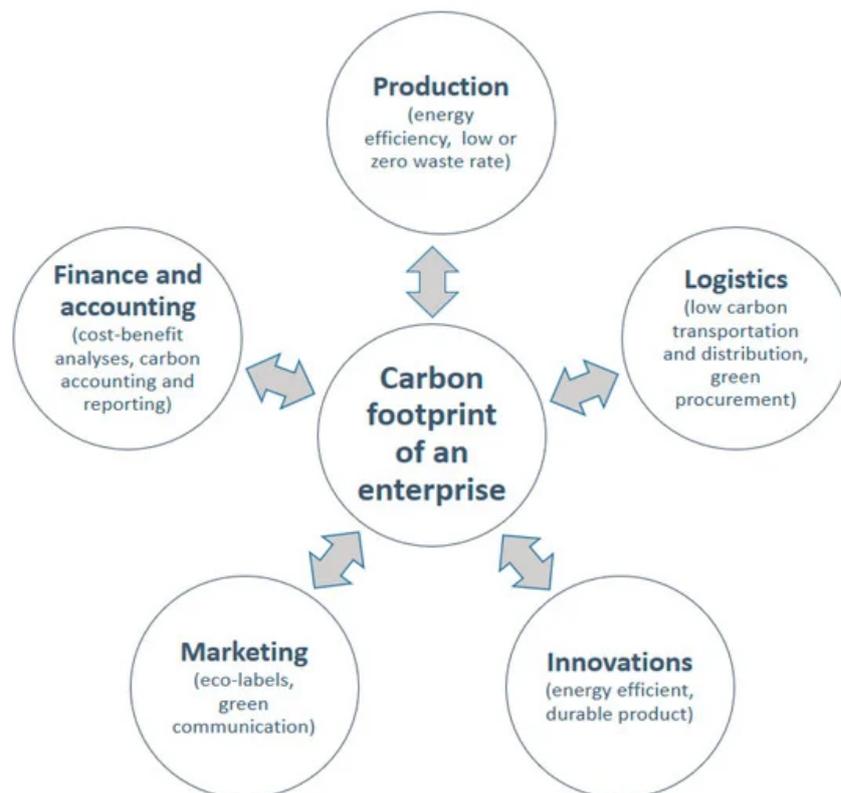


Figura 19 - Importanza della Carbon Footprint

Pertanto, da come si evince schematicamente in *Figura 19 – Importanza della Carbon Footprint*, adottare un sistema di rendicontazione delle emissioni ed analizzare la propria Carbon Footprint può essere un vantaggio sotto diversi punti di vista, aiutando a realizzare sinergie all'interno dell'azienda e migliorarne le performance.

Alcuni ricercatori hanno condotto un'analisi SWOT sull'indicatore della Carbon Footprint definendone, quindi, i punti di forza, di debolezza, le opportunità e le minacce [fonte, *Strenghts-Weaknesses-Opportunities-Threats analysis of carbon footprint indicator and derived recommendations*, Sergio Alvarez, Ingrid Mateo-Mantecon, Adolfo Carballo Panela, Agustin Rubio, 2016]. Di seguito si riporta l'elenco dei principali punti riscontrati nella definizione degli elementi dell'analisi SWOT.

Punti di forza:

- Facile da comprendere e comunicare, poiché si tratta di una tematica di interesse a livello globale
- Capacità di immersione sociale ed economica
- Effetto moltiplicatore sulla catena del valore e dell'approvvigionamento

Punti di debolezza:

- Cambiamento climatico come unica categoria di impatto
- Variabilità delle catene di approvvigionamento e delle caratteristiche ambientali locali
- Differenti modalità per affrontare le questioni legate alla Carbon Footprint e al Life Cycle Assesment aumentano la differenza tra le metodologie esistenti
- Dati non sempre accurati
- Non vengono considerate altre componenti come l'acidificazione delle acque o l'esaurimento delle risorse.

Opportunità:

- Opportunità competitive reali di risparmio sia dal punto di vista energetico che dal punto di vista economico e opportunità di differenziazione rispetto ai competitors
- Crescita del numero di investitori e dei settori economici green che potrebbero portare all'apertura di nuovi mercati

Minacce:

- Rischio di effettuare una valutazione errata a causa della mancanza di dati accurati e affidabili

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica di quanto descritto.

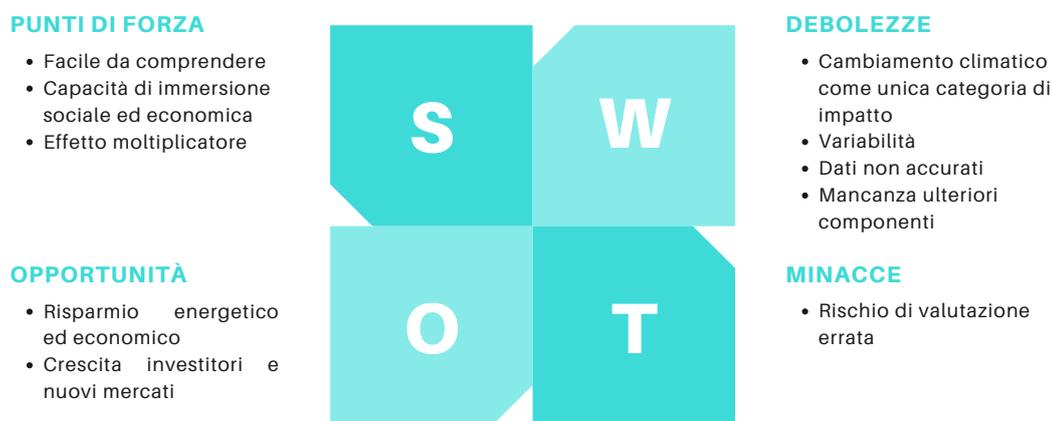


Figura 20 - Analisi SWOT Carbon Footprint

Dopo averne fornito un'analisi SWOT e averne spiegato l'importanza, si procede nel dare una spiegazione più dettagliata di tale indicatore.

La Carbon Footprint, come già anticipato in precedenza, è un indicatore ambientale che permette di misurare le emissioni di gas a effetto serra (*Greenhouse Gases – GHG*) associate, direttamente o indirettamente, ad un prodotto, un'organizzazione o servizio. La sua unità di misura è la tonnellata di CO₂ equivalente che permette di confrontare i differenti GHG rapportandoli ad una unità di CO₂ mediante l'utilizzo di un opportuno fattore di correzione, ovvero il *Global Warming Potential – GWP*, calcolato dall'*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*, che rappresenta lo specifico potenziale di riscaldamento globale attribuito a quel gas rispetto a quello attribuito alla CO₂ che risulta essere pari a 1 poiché presa come riferimento. Tale rapporto è riferito ad un intervallo specifico di tempo che normalmente è pari a 100 anni. Sulla base del *Protocollo di Kyoto*, accordo internazionale nato per contrastare il riscaldamento climatico, i gas a effetto serra da tenere in considerazione per il calcolo, poiché climalteranti, sono i seguenti:

- Anidride carbonica - CO₂
- Metano - CH₄
- Protossido di azoto - N₂O
- Idrofluorocarburi - HFC_x
- Esafluoruro di zolfo - SF₆
- Perfluorocarburi - PFC_x

Si riporta nella seguente tabella il valore o il range di valori del GWP per ognuno dei gas a effetto serra precedentemente elencati.

Tabella 2 - Dati GWP (fonte: www.ipcc.ch)

Gas a effetto serra	Formula chimica	GWP
Anidride carbonica	CO ₂	1
Metano	CH ₄	28
Protossido di azoto	N ₂ O	265
Idrofluorocarburi	HFC _x	124- 14800
Esfluoruro di zolfo	SF ₆	23500
Perfluorocarburi	PFC _x	6500

3.2 Normative di riferimento

Il reporting aziendale è ormai diventato uno strumento fondamentale e abilitante nella dimostrazione dell'impegno e degli obiettivi raggiunti da un'azienda sul tema. Le organizzazioni fanno comunemente riferimento a degli standard internazionali che li guidano e supportano nella selezione della attività da rendicontare, delle metodologie di calcolo della CO₂ e nella scelta delle più appropriate modalità di comunicazione dei risultati. L'obiettivo di questi standard è quello di delineare dei sistemi sicuri di rilevazione che siano potenzialmente collegabili all'interno del Protocollo di Kyoto o altri programmi ambientali specifici che affrontino di petto la tematica relativa alle emissioni di gas a effetto serra.

Gli standard internazionali da prendere come riferimento sono:

- *GHG Protocol Initiative*
- *ISO 14064*

Di seguito verranno descritte queste due normative di riferimento, dandone opportuna spiegazione.

3.2.1 Protocollo GHG

Il GHG Protocol Initiative è stato sviluppato già a partire dal 1998 dal *World Resources Institute (WRI)* e dal *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* che, insieme a grandi partner aziendali e organizzazioni non governative (NGOs) hanno

riconosciuto la necessità ed il bisogno di avere uno standard internazionale per l'accounting e il reporting dei GHG.

Il protocollo GHG prevede la suddivisione delle fonti di emissione in tre categorie:

- **Scope 1:** rientrano in questa categoria tutte le emissioni dirette di GHG generate da fonti che risultano di proprietà (o sotto il controllo) dell'organizzazione. Ad esempio, rientrano in questa categoria le emissioni dovute al consumo diretto di combustibili per il funzionamento delle facilities aziendali e le emissioni legate alla flotta di veicoli aziendali.
- **Scope 2:** in questa categoria rientrano le emissioni indirette di GHG generate dall'azienda durante lo sfruttamento di energia, prodotta esternamente rispetto ai propri confini (quindi si tratta di energia acquistata da terze parti); in questo caso anche se non vi è una responsabilità diretta circa le emissioni generate dalla produzione di energia, l'azienda detiene comunque un certo grado di influenza sulle emissioni generate essendo l'utilizzatore finale di tale energia.
- **Scope 3:** rientrano in questa categoria tutte le altre emissioni non comprese nello Scope 1 e Scope 2; si tratta di altre emissioni indirette associate, ad esempio, alla gestione dei rifiuti, viaggi di lavoro, mobilità dei dipendenti.

Si riporta di seguito una rappresentazione grafica di quanto appena descritto (*Figura 21 – Categorizzazione delle emissioni*).

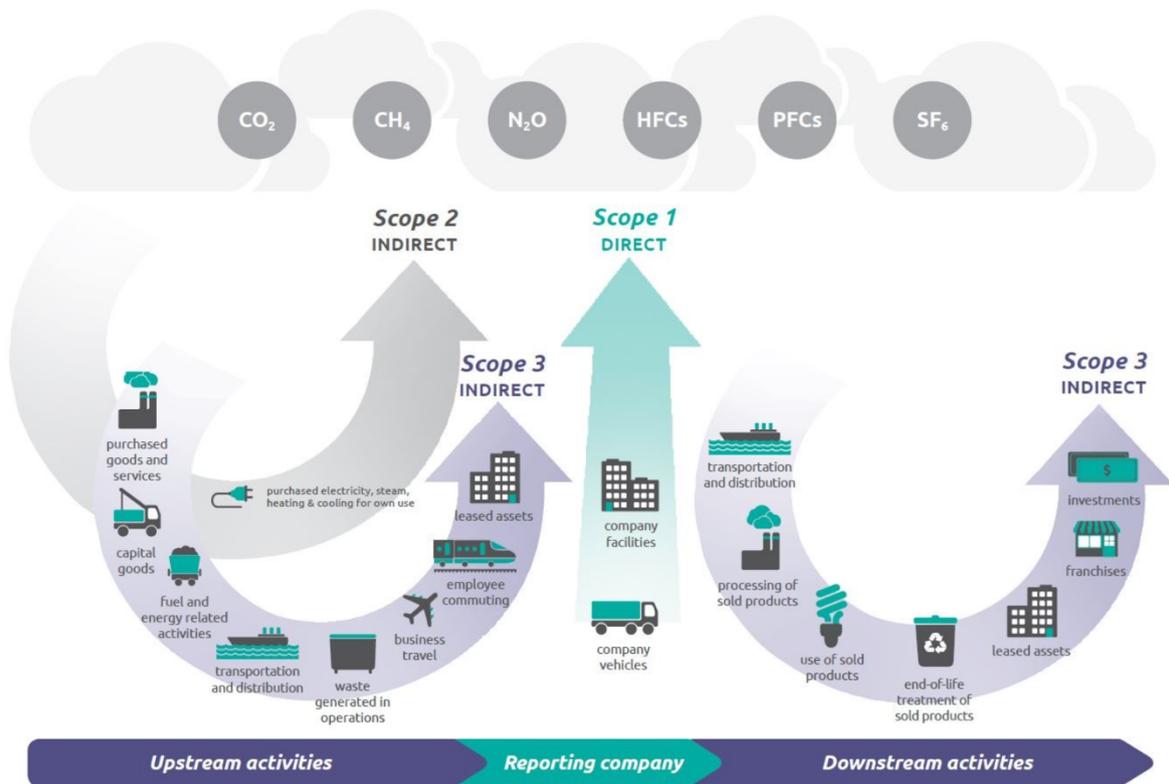


Figura 21 - Categorizzazione delle emissioni

L'iniziativa del protocollo GHG comprende due standard distinti ma collegati tra loro:

- Il *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard* che fornisce una guida passo-passo per le aziende da utilizzare per rendicontare le proprie emissioni di gas serra; è stato pubblicato la prima volta nel 2001 e aggiornato nel 2004 in una edizione rivisitata (*GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition*).
- Il *GHG Protocol Project Quantification Standard* che fornisce una guida per quantificare le riduzioni derivanti da progetti di mitigazione dei gas serra.

[fonte: *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004*].

In particolare, secondo il *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard-Revised Edition*, la procedura per il calcolo della Carbon Footprint prevede le seguenti fasi:

1. Impostazione dei confini del sistema
2. Monitoraggio delle emissioni nel tempo
3. Identificazione e calcolo delle emissioni di GHG
4. Gestione della qualità dell'inventario

5. Contabilità delle riduzioni dei GHG
6. Segnalazione/comunicazione dei GHG
7. Verifica delle emissioni
8. Impostazione di un obiettivo di riduzione dei GHG

In ognuna di queste fasi e, in generale, in tutti i protocolli GHG, è necessario seguire dei principi di contabilità e reporting che si basano sui principi della contabilità generale e si tratta di:

- **Rilevanza:** *“garantire che l’inventario dei gas serra rifletta in modo appropriato le emissioni di gas serra dell’azienda e serva alle esigenze decisionali degli utenti, sia interni che esterni all’azienda”* [fonte: The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004]; un aspetto fondamentale è rappresentato dalla scelta del perimetro dell’inventario in quanto questo deve riflettere fattori quali la struttura organizzativa, i confini operativi e il contesto aziendale.
- **Completezza:** *“contabilizzare e riportare tutte le fonti di emissione di gas serra e di tutte le attività all’interno del perimetro dell’inventario scelto. Indicare e giustificare eventuali esclusioni”* [fonte: The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004]; esiste, infatti, una soglia minima, detta soglia di materialità, che definisce se una fonte può essere omessa o meno dall’inventario.
- **Consistenza:** *“utilizzare metodologie coerenti per consentire confronti significativi delle emissioni nel tempo e documentare in modo trasparente qualsiasi modifica ai dati, al perimetro dell’inventario, ai metodi o a qualsiasi altro fattore rilevante”* [fonte: The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004]; un simile approccio è essenziale per avere dati comparabili nel tempo e valutare, quindi, l’andamento delle prestazioni in termini di emissioni.
- **Trasparenza:** *“affrontare tutte le questioni rilevanti in modo fattuale e coerente, sulla base di una chiara via di controllo; divulgare tutte le ipotesi rilevanti e fare riferimento in modo appropriato alle metodologie contabili e di calcolo e citare le fonti di dati utilizzate”* [fonte: The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004]; un rapporto dotato di

questa caratteristica darà la possibilità di effettuare una valutazione significativa delle performance.

- **Accuratezza:** “assicurare che la quantificazione delle emissioni di gas serra non sia sistematicamente né superiore né inferiore alle emissioni effettive, per quanto possibile, e che le incertezze siano ridotte il più possibile in modo da consentire agli utenti di prendere decisioni con ragionevole certezza circa l'integrità delle informazioni riportate” [fonte: The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition, 2004]; una tale caratteristica può contribuire a migliorare la trasparenza e promuovere la credibilità.

Il *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition* definisce in maniera estremamente dettagliata come determinare le emissioni di Scope 1 e 2, tuttavia non ha lo stesso livello di dettaglio per lo Scope 3. Per questo motivo, nel 2008 il WRI e il WBCSD hanno lanciato un piano di sviluppo, il *GHG Protocol Corporate Value Chain Accounting and Reporting*, in modo da fornire una guida alle aziende sul come rendicontare le emissioni derivanti dalla catena del valore delle attività ed avere, quindi, un inventario di GHG completo e dettagliato che dia modo di comprendere alle aziende le loro emissioni totali lungo tutta la filiera, da monte a valle.

3.2.2 ISO 14064

Come il protocollo GHG, anche la norma ISO 14064 suddivide le emissioni in 3 categorie, ovvero:

- Emissioni dirette di GHG
- Emissioni indirette di GHG da consumo energetico
- Altre emissioni indirette

Si riporta nella tabella sottostante il parallelismo tra la classificazione delle emissioni secondo il GHG Protocol e secondo la ISO14064.

Tabella 3 - Parallelismo tra GHG Protocol e ISO 14064

GHG Protocol	ISO 14064
Scope 1	Emissioni dirette di GHG
Scope 2	Emissioni indirette di GHG da consumo energetico
Scope 3	Altre emissioni indirette

La ISO 14064 impone l'obbligatorietà di calcolo per le *Emissioni dirette di GHG* e le *Emissioni indirette di GHG da consumo energetico*, mentre per le *Altre emissioni indirette* si rimette alla discrezionalità aziendale se contabilizzarle o meno. Questo deriva dal fatto che, se per le prime due categorie i dati sono facilmente reperibili in tutte le tipologie di organizzazione, per la terza categoria i dati non sempre sono reperibili e quando lo sono il calcolo risulta più complesso.

La norma è suddivisa in tre parti:

- **ISO 14064 – Parte 1:** in questa prima parte sono specificati i principi e i requisiti che l'organizzazione deve seguire per definire l'inventario delle emissioni di GHG ed effettuare la rendicontazione; in questa fase, infatti, vengono definiti i principi che guidano la quantificazione, i confini organizzativi e operativi in cui verranno catalogate le emissioni, si definiscono, inoltre, le procedure di realizzazione dell'inventario e le procedure per la stima effettiva delle emissioni e, infine, si fornisce ausilio su come l'organizzazione deve effettuare la verifica dell'inventario.
- **ISO 14064 – Parte 2:** questa parte definisce i principi e i requisiti, fornendo una guida, in merito alla rendicontazione dei progetti finalizzati alla riduzione delle emissioni o aumentare le rimozioni di GHG; in particolare questa parte tratta dei requisiti per la pianificazione del progetto di riduzione, per identificare sorgenti, assorbitori e serbatoi.
- **ISO 14064 – Parte 3:** in questa ultima parte, invece, vengono definiti i principi e i requisiti formarli per le attività di verifica e convalida delle emissioni di GHG, permettendo di stabilire il processo di valutazione dei dati.

I vantaggi dati dall'adozione dello standard della ISO 14064 sono i seguenti:

- Maggiore trasparenza e chiarezza nella rendicontazione
- Incentivo allo sviluppo di progetti che hanno come obiettivo ultimo la riduzione delle emissioni di GHG
- Facilitazione nella fase di monitoraggio e controllo delle emissioni
- Partecipazione a programmi volontari di riduzione dei GHG

3.3 Identificazione e calcolo delle emissioni GHG: dati utili

Come già spiegato nei capitoli precedenti, la procedura per il calcolo della Carbon Footprint di un'organizzazione prevede diversi step. In particolare, come anticipato precedentemente, secondo il GHG Protocol le fasi di stesura dell'inventario GHG sono otto e di seguito se ne riporta una rappresentazione grafica.



Figura 22 - Fasi per il calcolo della Carbon Footprint

In questo paragrafo verrà approfondita la terza fase: *Identificazione e calcolo delle emissioni*, cercando di fornire un'opportuna spiegazione su quali siano i dati utili per il calcolo. A sua volta, questa fase si suddivide in ulteriori fasi processuali. Queste verranno elencate di seguito e, per ognuna di esse, verrà fornita un'opportuna spiegazione.

1. **Identificazione delle fonti di emissione:** questa fase consiste nell'identificare le fonti delle emissioni di GHG collocate all'interno dei confini dell'organizzazione. Le fonti di emissione possono essere classificate in:
 - Fonti stazionarie (la combustione avviene in attrezzature fisse)
 - Fonti mobili (la combustione avviene in attrezzature mobili, ad esempio la combustione del carburante utilizzato per i mezzi di trasporto)
 - Fonti di emissione fuggitive (perdite da giunture o guarnizioni)
 - Fonti di emissione di processo (dovute all'attività produttiva e possono essere emissioni da sostanze chimiche o fisiche)
2. **Selezione di un approccio di calcolo:** l'approccio più utilizzato è quello del *fattore di emissione*, l'Environmental Protection Agency definisce il fattore di emissione come *“un valore rappresentativo che cerca di mettere in relazione la quantità di un inquinante rilasciato nell'atmosfera con un'attività associata al rilascio di tale inquinante”* [fonte: www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification]; pertanto il fattore di emissione rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, cioè, nel caso dei GHG, la quantità di CO₂e emessa per unità di combustibile consumato. La determinazione dei fattori di emissione è un'attività molto critica poiché spesso i dati cambiano a seconda del tipo di impianto; pertanto, è importante che siano affidabili e che derivino da fonti tecnico-scientifiche del settore di riferimento.
3. **Raccolta dei dati e scelta dei fattori di emissioni:** in questa fase si categorizzano i dati raccolti nelle diverse categorie di emissione (Scope 1, 2 e 3) e viene loro assegnato il corrispondente fattore di emissione.
4. **Applicazione degli strumenti di calcolo:** in questa fase vengono applicati i tool per il calcolo della Carbon Footprint, è possibile applicare gli strumenti proposti dal GHG Protocol oppure le aziende possono utilizzare i propri, a patto che ci sia coerenza con quelli del GHG Protocol; esistono due tipologie di tool: quelli che possono essere applicati indipendentemente dal settore (cross- sector tools) e quelli, invece, progettati specificatamente per un dato settore (sector- specific tolls).

5. **Roll-up dei dati:** in questa fase i dati sono raccolti e riepilogati in modo da elaborare il report che poi dovrà essere visibile a tutte le strutture dell'organizzazione; anche per la redazione del report è importante utilizzare degli standard in modo da ridurre i rischi di errore.

Si riporta di seguito una rappresentazione grafica di quanto sopra descritto.

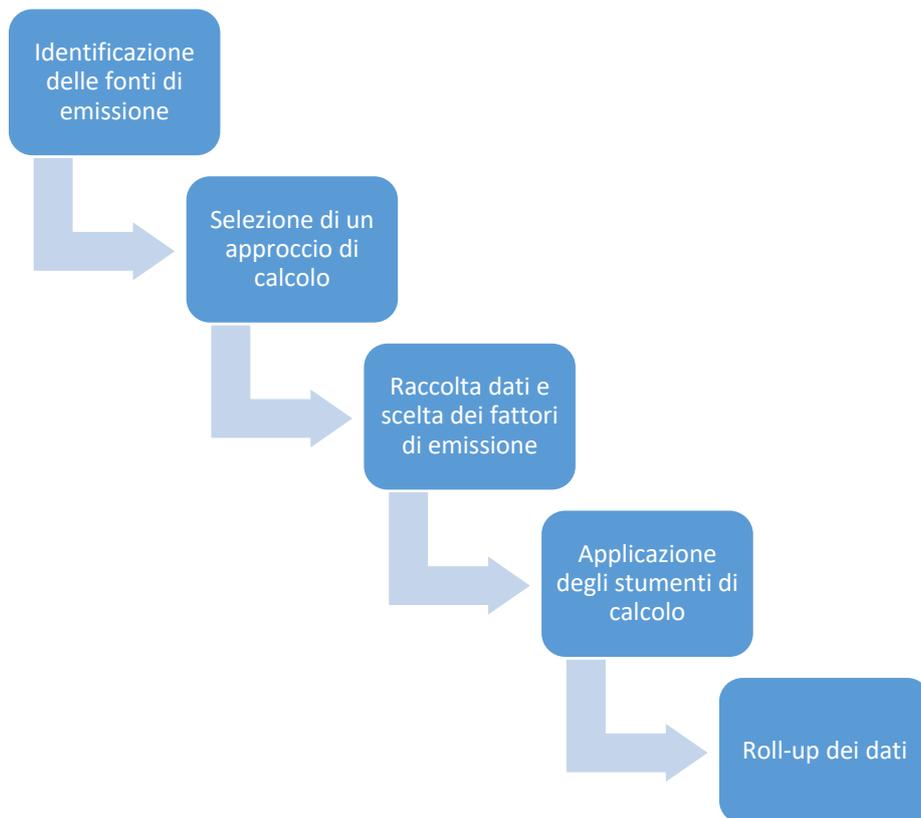


Figura 23 - Fasi del calcolo delle emissioni di GHG

3.4 Importanza sulla visibilità delle fonti indirette

Come è già stato più volte sottolineato nei capitoli precedenti, le performance in termini di sostenibilità sono un fattore chiave per la crescita aziendale. Le aziende non possono più trascurare questi fattori anche perché, come sottolineato nell'articolo redatto dalla società di consulenza McKinsey & Company dal titolo *Starting at the source: sustainability in supply chains*, il valore di un'azienda è dato dalla somma di due contributi: il valore attuale dei flussi di cassa attuali dell'azienda, estesi nel futuro, e il valore attuale della crescita attesa dei flussi di cassa. Da uno studio da loro condotto sulle prime 50 società di beni di consumo risulta come il 50% del valore dell'azienda sia dato proprio dal valore attuale della crescita attesa dei flussi di cassa, e ciò può rappresentare un problema dato che è fortemente esposto

ai rischi legati ai fattori di sostenibilità che potrebbero causare perdite economiche considerevoli. Si riporta di seguito una rappresentazione grafica di quanto appena esposto (Figura 24 – Rischi impattanti sulle crescite attese dei flussi di cassa).

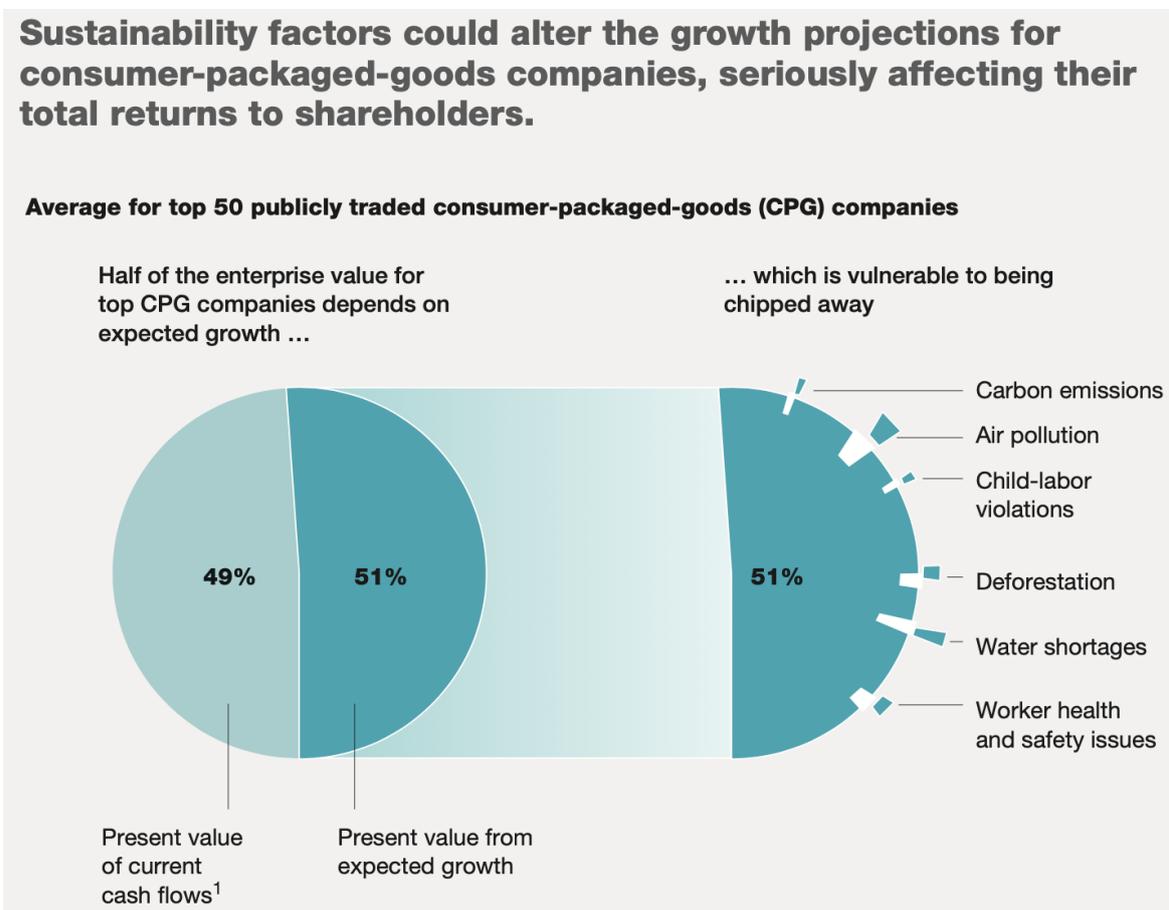


Figura 24 - Rischi impattanti sulle crescite attese dei flussi di cassa (fonte: McKinsey&Company)

L'aggravarsi della questione ambientale richiede alle aziende notevoli miglioramenti nelle prestazioni di sostenibilità, infatti, per essere in linea con gli obiettivi dell'accordo di Parigi (ridurre le emissioni in una quantità tale da impedire al pianeta di riscaldarsi i oltre 2°C) le aziende dovrebbero ridurre la quantità di GHG emessi per unità di prodotto di oltre il 90% entro il 2050. Si riporta nella figura sottostante l'andamento dell'aumento delle vendite e delle riduzioni di emissioni di GHG che dovrebbero essere raggiunte entro il 2050.

To achieve global climate goals while meeting growing demand, consumer-packaged-goods companies would have to significantly cut their greenhouse-gas emissions.

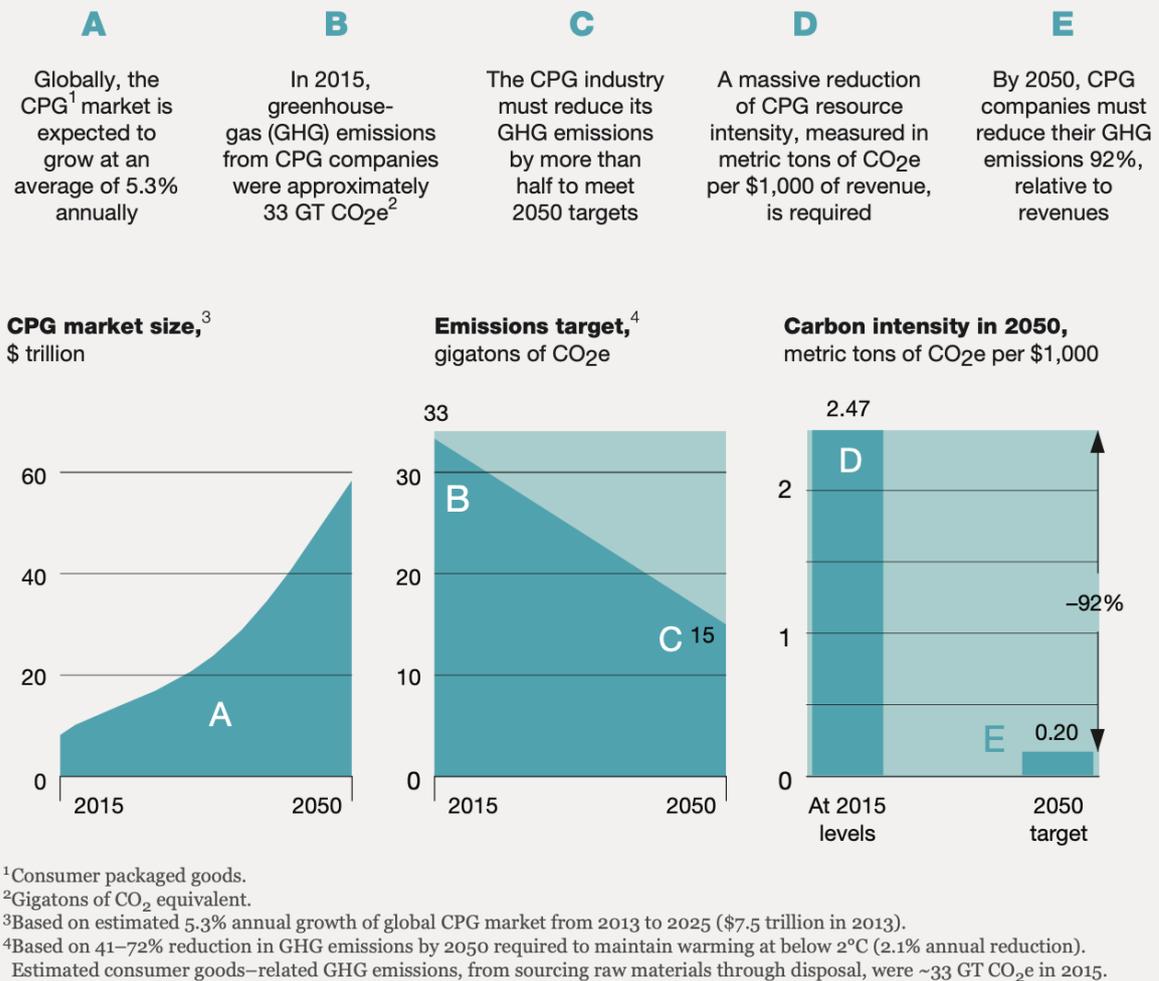


Figura 25- Riduzione del 90% delle emissioni entro il 2050 (fonte: McKinsey&Company)

Analizzando attentamente i dati a disposizione è possibile notare, tuttavia, che in una tipica catena di fornitura di un'azienda di beni di consumo la percentuale maggiore di emissioni di GHG non è data dalle proprie operazioni, ma si genera lungo tutta catena di approvvigionamento. Da qui deriva la necessità da parte delle aziende di concentrare la loro attenzione sulle catene di approvvigionamento che possono, quindi, offrire maggiori opportunità di innovazione nelle performance di sostenibilità.

Da ciò che si evince in *Figura 26 – Percentuali di GHG per Scope*, la catena di fornitura genera circa l'80% delle emissioni di GHG aziendali e impatta per circa il 90% sul capitale naturale (terra, aria, biodiversità ecc...), inoltre, nella figura gli impatti sono differenziati anche per settore.

Most of the environmental impact associated with the consumer sector is embedded in supply chains.

>90% of natural capital impact (eg, affecting air, soil, land) of consumer sector is in supply chains

Supply-chain impact Direct impact

Breakdown of impact by source, %

Focusing on supply-chain vs direct impact



>80% of greenhouse-gas (GHG) emissions in most consumer-goods categories are in supply chains¹

Scope 1: direct emissions Scope 2: emissions from purchased power Scope 3: embedded emissions

Breakdown of impact by scope, %

Focusing on Scope 3 vs Scope 1 and 2 emissions²



Only 25% of companies engage their suppliers to address Scope 3 emissions

Note: Supply chains are defined here as all organizations, including energy providers, involved in producing and distributing consumer goods.

¹Supply-chain impact multiples are lower for GHG emissions than for natural capital because GHG multiples consider Scope 1 and Scope 2 emissions jointly.

²Among companies that disclose to CDP.

Figura 26 - Percentuali di GHG per Scope (fonte: McKinsey&Company)

Le aziende potrebbero ritrovarsi a gestire due tipi di rischi legati alla sostenibilità: il primo legato all'impatto sulla sostenibilità della fornitura di beni e servizi, il secondo legato all'impatto che la sostenibilità può avere sulla catena di approvvigionamento. Come riportato nell'articolo, "Unilever stima di perdere circa 300 milioni di euro all'anno a causa

del peggioramento della scarsità d'acqua e il calo della produttività agricola porterebbe a costi alimentari più elevati" [fonte: *Starting at the source: sustainability in supply chains*, McKinsey&Company,2016].

Tuttavia, nonostante l'importanza assunta dal tema e le potenzialità prima citate legate ad una maggiore attenzione nei confronti della sostenibilità dei fornitori, ancora poche aziende stanno collaborando con i propri fornitori per diminuire le emissioni, infatti, come riportato nell'analisi svolta da McKinsey, "delle aziende che segnalano le proprie emissioni di gas serra alla Carbon Disclosure Project solo il 25% afferma di impegnare i propri fornitori negli sforzi per ridurre le emissioni" [fonte: *Starting at the source: sustainability in supply chains*, McKinsey&Company,2016]. Ciò, molto spesso, accade perché la tradizionale gerarchia del sistema di fornitura è costituita come riportato in *Figura 27 – Gerarchia del network dei fornitori*.

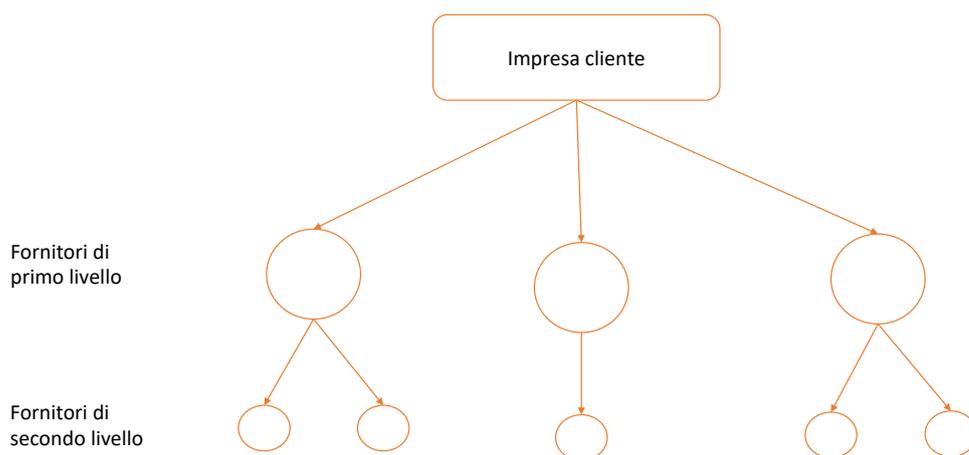


Figura 27 - Gerarchia del network dei fornitori

Un grande problema è, infatti, rappresentato dal fatto che le aziende non trattano direttamente con tutti i loro fornitori, ma solo con i *fornitori di primo livello*, che a loro volta hanno dei subfornitori, i *fornitori di secondo livello*. In un network di questo tipo è molto difficile per le aziende supervisionare l'operato dei subappaltatori e, soprattutto, diventa molto complesso instaurare delle politiche di gestione che li spingano ad allinearsi con gli obiettivi di sostenibilità aziendali.

Tuttavia, come sottolineato nell'articolo, è possibile intraprendere delle azioni che spingano i fornitori in questa direzione:

1. **Individuare le criticità lungo l'intera catena di approvvigionamento:** questo è sicuramente il primo passo da compiere per cercare di ridurre le emissioni di GHG ed essere quindi sostenibili lungo tutta la supply chain; per fare ciò in soccorso delle aziende ci sono numerose organizzazioni che promuovono l'utilizzo di determinati strumenti di misurazione che possono agevolare le aziende nel processo di identificazione dei punti critici della supply chain
2. **Collegare gli obiettivi di sostenibilità della supply chain con gli obiettivi di sostenibilità globali:** in questo modo sarà più semplice raggiungere tali obiettivi e ottenere anche un beneficio economico.
3. **Assistere i fornitori nella gestione dell'impatto e assicurarsi che lo facciano:** attraverso l'utilizzo di codici di condotta, questionari e l'esecuzione di audit le aziende possono aiutare i fornitori a progettare e implementare dei programmi di sostenibilità che siano in linea con quelli aziendali; inoltre potrebbe rappresentare un vantaggio l'azione collettiva, dato che alcune catene di approvvigionamento si sovrappongono in diversi settori di consumo, e in virtù di questo molte aziende hanno iniziato a collaborare per coinvolgere le loro reti di fornitori nei loro obiettivi di sostenibilità

In sostanza, da questo articolo si evince come le aziende possono puntare a raggiungere obiettivi di sostenibilità ambiziosi e di notevole impatto solo se includono la loro catena di fornitura come attore fondamentale nel processo, stabilendo, quindi, anche per loro degli standard elevati in termini di performance ambientali. Se questi non dovessero essere rispettati le aziende dovrebbero evitare di avere dei rapporti commerciali e ciò implicherebbe, quindi, il fatto che gli indicatori di sostenibilità ambientale vengano considerati al pari di altri fattori rilevanti per le aziende come il costo, la qualità e i tempi di spedizione.

Un'ulteriore modalità per spingere i fornitori verso questa prospettiva è rappresentata dagli incentivi. Infatti, un'iniziativa in tal senso è stata intrapresa da Levi Strauss. Come riporta l'articolo, *“con l'International Finance Corporation, Levi Strauss ha istituito un suo programma, Global Trade Supplier Finance, da 500 milioni di dollari per fornire finanziamenti a breve termine a basso interesse a coloro che hanno un punteggio elevato*

nella scheda di valutazione della sostenibilità per i fornitori di Levi” [fonte: Starting at the source: sustainability in supply chains, McKinsey&Company,2016].

Capitolo 4 – Presentazione Caso Aziendale

In questo capitolo sarà presentato il caso aziendale che permetterà di effettuare nel capitolo successivo un confronto tra tre piattaforme di calcolo del CFP prese in considerazione per questo lavoro di tesi. Si tratta della piattaforma *GreenRouter*, che ha gentilmente fornito una versione demo del proprio tool di calcolo, la piattaforma gratuita online *Carbon Footprint Management*, che rispetto alla precedente non permette di effettuare analisi molto dettagliate poiché non consente di costruire e modellare un network logistico come la precedente e la piattaforma *AG-TS Energy*, sviluppata da una società italiana che è molto simile a *Carbon Footprint Management* offrendo, però, la possibilità di inserire un maggior numero di dati.

4.1 Supply Chain caso aziendale

Per poter effettuare un confronto tra le piattaforme di calcolo sopra citate, è stato creato un caso aziendale ad hoc dove la distribuzione geografica degli elementi della Supply chain e i relativi dati in merito a consumi energetici, consumi di combustibili, nodi delle rotte di consegna, numero delle rotte di consegna, tipologia di vezione, frequenza di riordino e carico trasportato per rotte di consegna sono stati ipotizzati.

La Supply chain dell’azienda ipotizzata è distribuita interamente sul territorio italiano ed è caratterizzata dai seguenti elementi:

- Stabilimento
- Magazzino di stabilimento
- 2 Magazzini periferici
- Magazzino centrale
- 3 Transit point
- 14 Punti vendita

Per ognuno di questi elementi, ad eccezione dei transit point, sono stati determinati i rispettivi consumi medi annuali, in merito a energia elettrica e combustibili, partendo da valori medi sui consumi annuali di energia e di combustibili dello stabilimento di un’impresa di medie dimensioni e rapportati successivamente all’area in metri quadri dell’elemento.

In particolare, avendo definito il valore dei consumi energetici e di combustibile dello stabilimento ed avendo definito la superficie in metri quadri di tutti, per determinare i consumi degli altri nodi sono state applicate le seguenti proporzioni:

- Consumi di elettricità stabilimento pari a 1.600.000 kWh/anno
- Consumi di combustibile stabilimento pari a 700 m³/anno
- Superficie stabilimento pari a 800 m²

$$1.600.000: 800 = x: \text{superficie nodo}_i$$

$$700: 800 = x: \text{superficie nodo}_i$$

I dati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4 - Dati sulla posizione geografica e sui consumi

Nodo	Superficie (m ²)	Indirizzo	Consumi energetici da fonti NON rinnovabili (kWh/anno)	Consumi energetici da fonti rinnovabili (kWh/anno)	Consumi di combustibile (gas naturale, m ³ /anno)
Stabilimento	800	Via Italia 6,10093 Collegno TO	1.520.000	80.000	700
Magazzino di stabilimento	520	Via Italia 6,10093 Collegno TO	988.000	52.000	455
Magazzino centrale (MI)	760	Via Privata delle Gerole 17, 20867 Caponago MB	1.444.000	76000	665
Magazzino periferico (VT)	720	Via Castello Almadiano 21,01100 Viterbo	1.368.000	72000	630
Magazzino periferico (CT)	720	Via Passo del Cavaliere,95121, Catania	1.368.000	72000	630
Porto di Genova	n/d	Viale Africa, 16149 Genova	n/d	n/d	n/d
Porto di Civitavecchia	n/d	Piazza Vittorio Emanuele 12, 00053 Civitavecchia	n/d	n/d	n/d
Porto di Catania	n/d	Via Dusmet 59, 95121 Catania	n/d	n/d	n/d
Punto vendita Torino	51-150	Via Maria Vittoria 36/B,10123 Torino	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Milano	51-150	Via Carlo Botta 4,20135 Milano	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Verona	51-150	Piazza Santo Spirito 9,37122 Verona	201.000	n/d	87,9375

Punto vendita Catania	51-150	Viale Cristoforo Colombo 6,95037 San Giovanni la Punta (CT)	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Roma	51-150	Via Giacomo Rho 7A,00154 Roma	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Bologna	51-150	Via Luigi Valeriani 17,40026 Imola (BO)	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Bari	51-150	Corso Cavour 213,70121 Bari	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Firenze	51-150	Via dei Brunelleschi 1,50123 Firenze	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Pescara	51-150	Via Roma 104,65122 Pescara	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Napoli	51-150	Via Toledo 381,80134 Napoli	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Palermo	51-150	Via Vittorio Emanuele 102, 90018 Termini Imerese PA	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Sondrio	51-150	Piazza Giuseppe Garibaldi, 1623100 Sondrio	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Trento	51-150	Via del Simonino 14, 38122 Trento	201.000	n/d	87,9375
Punto vendita Cuneo	51-150	Via Peveragno 3, 12100 Cuneo	201.000	n/d	87,9375

Per quanto riguarda la definizione delle rotte di consegna, con le relative caratteristiche in termini di carico trasportato e tipologia di mezzo, queste sono schematizzate nella tabella seguente.

Tabella 5 - Dati sulle rotte di consegna

ID Viaggio	Partenza-Arrivo	Distanza(km)	Carico(t)	Tipo mezzo
1	MG-Centrale (MI) - Porto Genova	175,43	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
1	Porto Genova - Porto Civitavecchia	425	16	Nave porta container
1	Porto Civitavecchia - MG-Periferico (VT)	57	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
2	MG-Stabilimento - MG-Centrale (MI)	159,51	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
3	MG-Stabilimento - PV Torino	10,69	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
3	PV Torino - PV Cuneo	97	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
4	MG-Centrale (MI) - PV Milano	29,3	1,2	Furgone motore Diesel Euro 6
4	PV Milano - PV Verona	155	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6

4	PV Verona - PV Bologna	184	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
5	MG-Periferico (VT) - PV Firenze	221	1,2	Furgone motore Diesel Euro 6
5	PV Firenze - PV Pescara	397	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
5	PV Pescara - PV Roma	123	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
6	MG Periferico (VT) - PV Napoli	306,98	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
6	PV Napoli- PV Bari	271,19	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
7	MG-Centrale (MI) - Porto Genova	175,43	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
7	Porto Genova - Porto Catania	1278	16	Nave porta container
7	Porto Catania – MG-Periferico (CT)	12	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
8	MG-Periferico (CT) – PV Catania	23,13	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
8	PV Catania – PV Palermo	185,45	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
9	MG- Centrale (MI) – PV Sondrio	132	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
9	PV Sondrio – PV Trento	163	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6

Si riporta in *Figura 28– Schema rotte di consegna* una rappresentazione grafica di quanto precedentemente indicato in tabella.



Figura 28 - Schema rotte di consegna

Tutti i dati precedentemente elencati si riferiscono ad un periodo di simulazione annuale che va dal 01/01/2022 al 31/12/2022.

Ipotizzando che le rotte precedentemente descritte abbiano rispettivamente una frequenza di:

- ID Viaggio 1 ogni mese
- ID Viaggio 2 ogni mese
- ID Viaggio 3 ogni 2 settimane
- ID Viaggio 4 ogni 2 settimane
- ID Viaggio 5 ogni 2 settimane
- ID Viaggio 6 ogni 2 settimane
- ID Viaggio 7 ogni mese
- ID Viaggio 8 ogni 2 settimane
- ID Viaggio 9 ogni 2 settimane

Per un totale di 192 viaggi in un anno, in questo modo è possibile conoscere i chilometri all'anno percorsi per ogni tratta e conoscere la quantità di chilometri percorsa da ciascuna tipologia di mezzo. Questi dati saranno utili quando si procederà al calcolo della Carbon Footprint sulle piattaforme prese in esame, in particolare per le piattaforme online gratuite *Carbon Footprint Management* e *AG-TS Energy* che, come vedremo, necessitano di questi dati di input per poter procedere al calcolo a differenza della piattaforma *GreenRouter* il cui algoritmo li determina automaticamente dopo aver definito il network logistico; insieme a questi dati sono necessari anche quelli aggregati sui consumi totali di energia elettrica e di combustibili.

Si riportano in *Tabella 6 – Dati per tratta* i chilometri percorsi per ogni tratta considerando solo gli spostamenti via terra, escludendo quindi gli spostamenti effettuati tramite nave porta container, e in *Tabella 7 – Dati aggregati sui consumi* i dati aggregati sui consumi di elettricità, combustibili e Diesel.

Tabella 6 - Dati per tratta

ID Viaggio	Distanza totale (km/anno)
1	2.789,16
2	1.914,12
3	2.799,94

4	9.575,8
5	19.266
6	15.028
7	2.249,16
8	5.423,08
9	7.670

I dati sul consumo medio di Diesel per tipologia di mezzo sono stati calcolati ipotizzando:

- Consumo medio furgone → 11 l/100 km
- Consumo medio autotreno → 29 l/100km

Tabella 7 - Dati aggregati sui consumi

Voce	Valore	Unità di misura
Consumi totali elettricità da fonti rinnovabili	352.000	kWh/anno
Consumi totali elettricità da fonti NON rinnovabili	9.502.000	kWh/anno
Consumi totali di combustibile	4.311,125	m ³ /anno
Totale chilometri percorsi da Furgone	59.762,82	km/anno
Totale chilometri percorsi da autotreno	6.952,44	km/anno
Consumo medio Diesel Furgone	6.573,9102	l/anno
Consumo medio Diesel autotreno	2.016,2076	l/anno
Consumo medio totale Diesel	8.590,1178	l/anno

Capitolo 5 – Analisi delle Piattaforme e confronto dei risultati

In questo capitolo nella prima parte si procederà alla descrizione e al confronto delle tre piattaforme prese in esame, *GreenRouter*, *Carbon Footprint Management* e *AG-TS Energy*, in termini di dati di input necessari per il calcolo e di overview generale della piattaforma. Successivamente, nella seconda parte del capitolo, si procederà al confronto delle due piattaforme, inserendo i dati del caso aziendale presentato nel capitolo precedente, in merito ai risultati ottenuti in termini di emissioni.

5.1 Overview su GreenRouter

GreenRouter è una azienda italiana che ha sviluppato un proprio tool di calcolo, accreditato dallo Smart Freight Center per il calcolo delle emissioni in conformità con GLEC Framework 2.0, che permette di stimare e monitorare nel tempo l’impatto climatico delle attività di trasporto, stoccaggio e altre attività svolte dalle filiere logistiche direttamente collegate al GHG protocol [fonte: <https://www.greenrouter.it/page/index/azienda>]. La piattaforma consente di modellizzare la propria supply chain attraverso grafi di nodi e archi con un livello di dettaglio sul singolo viaggio al fine di valutare e misurare in modo puntuale la Carbon Footprint aziendale. In questo modo, è possibile valutare strategie volte a minimizzare le emissioni e simularne l’impatto. GreenRouter ha gentilmente concesso una versione demo del proprio tool da utilizzare per la stesura di questo lavoro di tesi.

Dopo aver effettuato l’accesso, la prima schermata che appare è la seguente, *Figura 29 – Dashboard parte 1* e *Figura 30- Dashboard parte 2*, in cui si viene rimandati al tab *Dashboard* dove è mostrata una sintesi dei risultati dell’ultimo periodo, modificabile dal tasto *Filtri*, in termini di emissioni suddivise per:

- Dati generali
- Dettagli
- Scope

Nelle figure seguenti si riporta la visualizzazione della Dashboard dopo aver caricato i dati del network logistico.

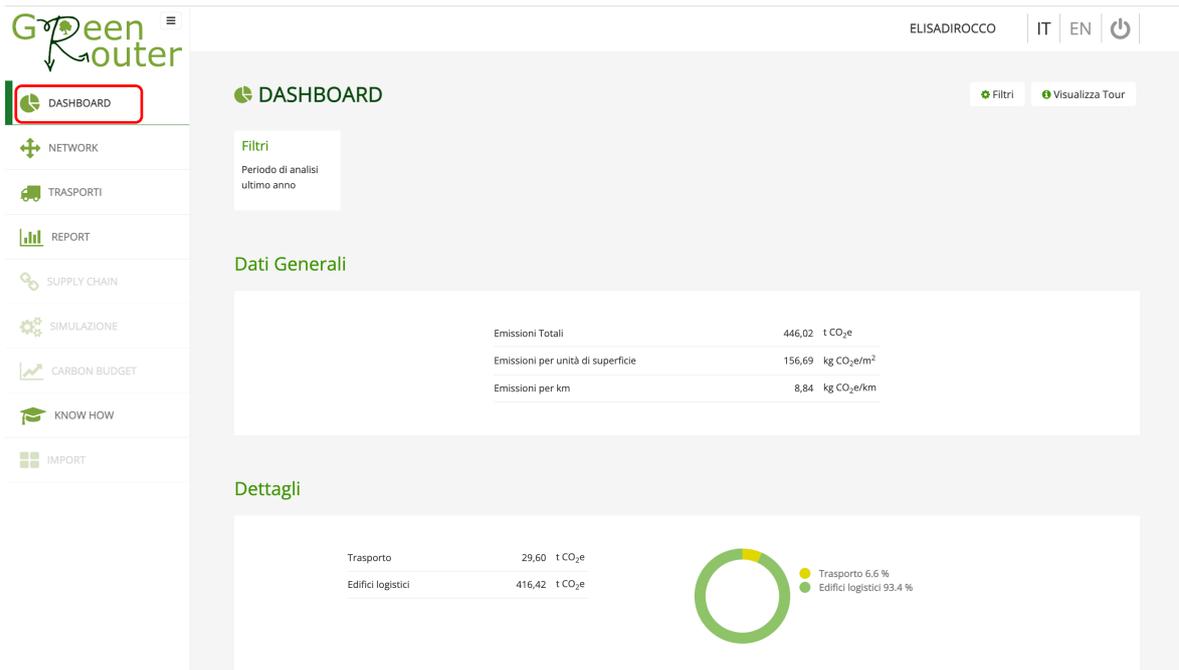


Figura 29 - Dashboard parte 1 (fonte: GreenRouter)

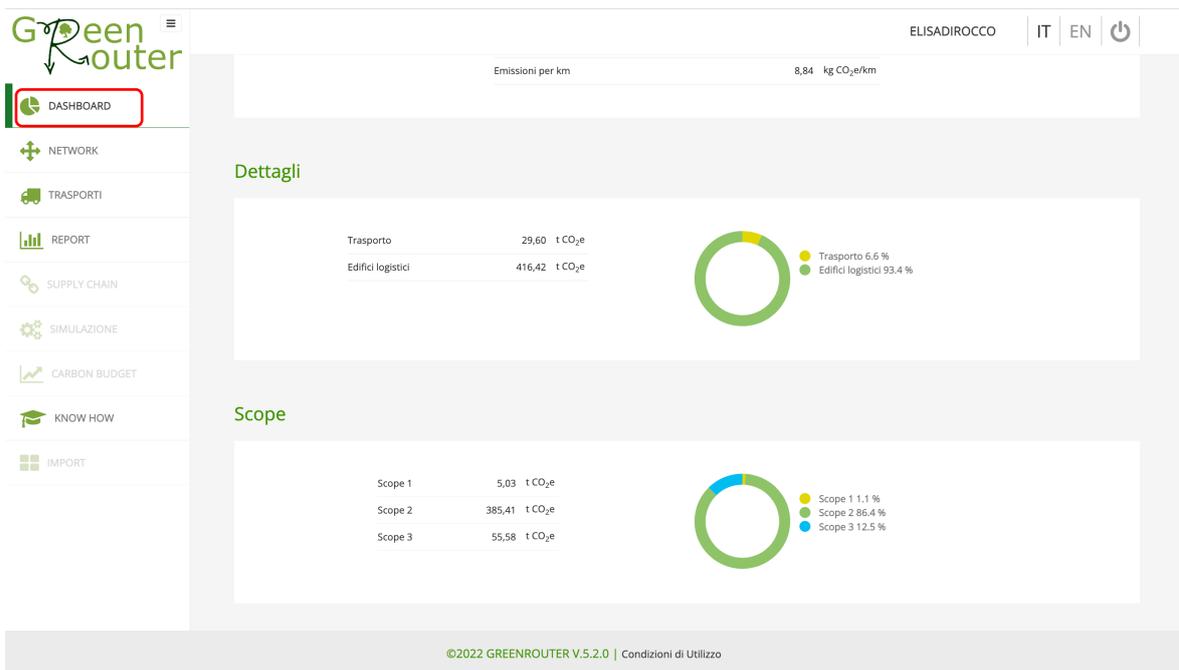


Figura 30 - Dashboard parte 2 (fonte: GreenRouter)

Cliccando sul tab *Network*, è possibile geolocalizzare i nodi logistici della supply chain e la prima schermata a cui si viene rimandati mostra una mappa dove poter visualizzare i nodi inseriti.

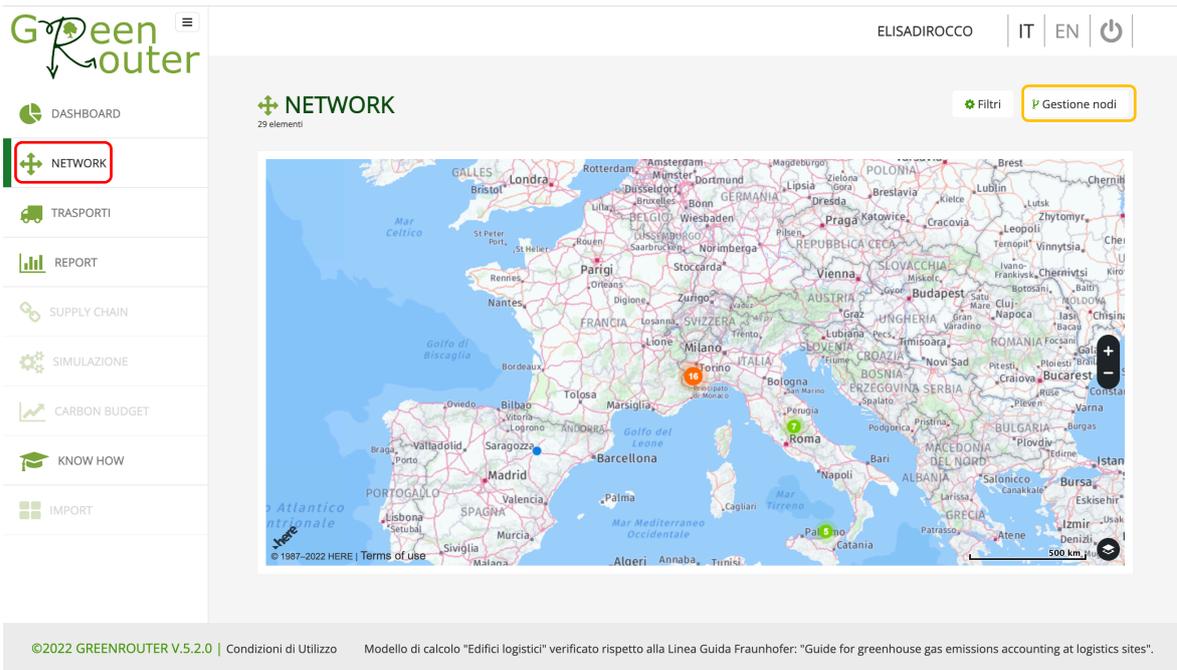


Figura 31 – Mappa network (fonte: GreenRouter)

Per poter inserire sulla piattaforma un nuovo nodo è necessario cliccare sul tab *Gestione nodi* e, dapprima la piattaforma rimanderà ad una schermata in cui sarà visualizzato l'elenco di nodi caricati fino a quel momento, successivamente cliccando su tasto *Aggiungi* posizionato in alto si potranno definire le caratteristiche del nodo da inserire.

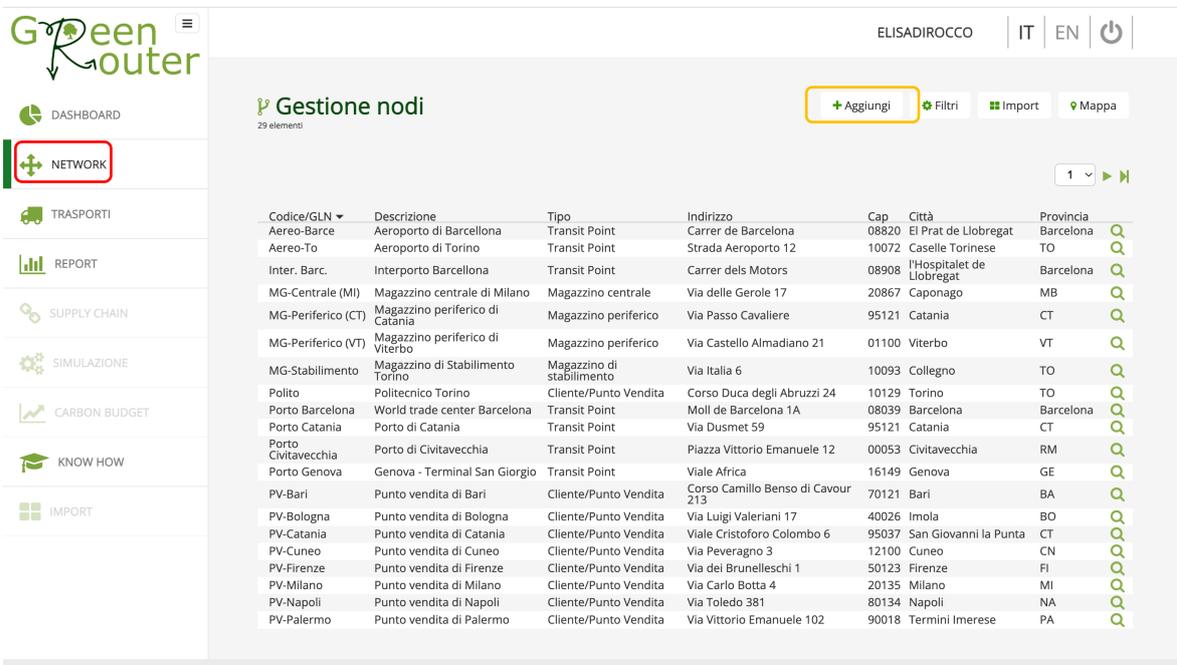


Figura 32 - Gestione nodi (fonte: GreenRouter)

In particolare, inizialmente verrà richiesto di inserire le *Informazioni anagrafiche* del nodo e successivamente sarà possibile inserire i consumi del nodo in termini di:

- Elettricità
- Combustibili
- Refrigeranti
- Consumi d'acqua
- Acquisti di calore e vapore

Per le analisi del lavoro di tesi saranno presi in considerazione solo i consumi di elettricità e combustibili. Si riporta in *Figura 33 – Informazioni anagrafiche* la videata in cui inserire in input le informazioni anagrafiche del nodo, ovvero la sua posizione geografica, l'estensione superficiale, informazioni riguardo la capacità, il flusso della merce e la temperatura media.

Figura 33 - Informazioni anagrafiche (fonte: GreenRouter)

Successivamente, come detto in precedenza, è possibile aggiungere i dati sui consumi. In particolare, per i consumi energetici è possibile indicare la composizione percentuale del mix dei consumi, suddividendoli in consumi derivanti da movimentazione, illuminazione, refrigerazione o altro. Inoltre, è possibile indicare quanto dei consumi totali di energia elettrica è prodotta da fonti rinnovabili o meno. Si riporta in *Figura 34 – Consumi elettrici* la schermata dedicata.

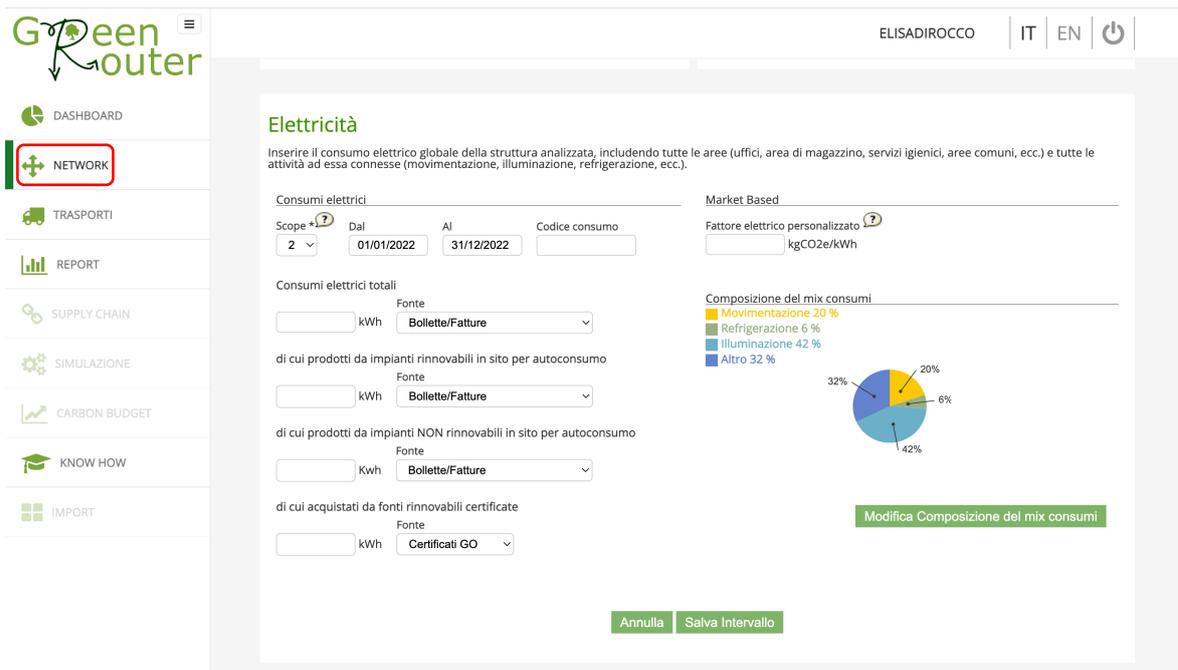


Figura 34 - Consumi elettrici (fonte: GreenRouter)

Allo stesso modo è possibile inserire i consumi di combustibili. In particolare, dopo aver selezionato il tipo di combustibile, tramite un menù a tendina in cui è riportato un elenco di tutti i combustibili presenti in commercio e caricabili sulla piattaforma, è possibile inserire la quantità di combustibile consumata annualmente specificandone l'impiego, ossia se tale combustibile è stato utilizzato per:

- Mezzi di movimentazione
- Riscaldamento
- Produzione di energia elettrica
- Altro

Si riporta in *Figura 35 – Consumi di combustibili* una rappresentazione della schermata dedicata.



Figura 35 - Consumi di combustibili (fonte: GreenRouter)

Esiste anche la possibilità di procedere ad un import massivo dei dati sul network logistico, infatti, come mostrato in *Figura 36 – Import massivo dati network*, cliccando sul tab *Import* è possibile caricare un file formato .csv, il cui template è sempre scaricabile dalla piattaforma, dove poter inserire tutti i dati che andrebbero inseriti manualmente per ogni nodo se si seguisse la procedura mostrata in precedenza. Questa modalità di caricamento risulta essere molto comoda quando i nodi che compongono la supply chain da analizzare sono numerosi e hanno un livello di dettaglio, in termini di consumi, molto elevato.

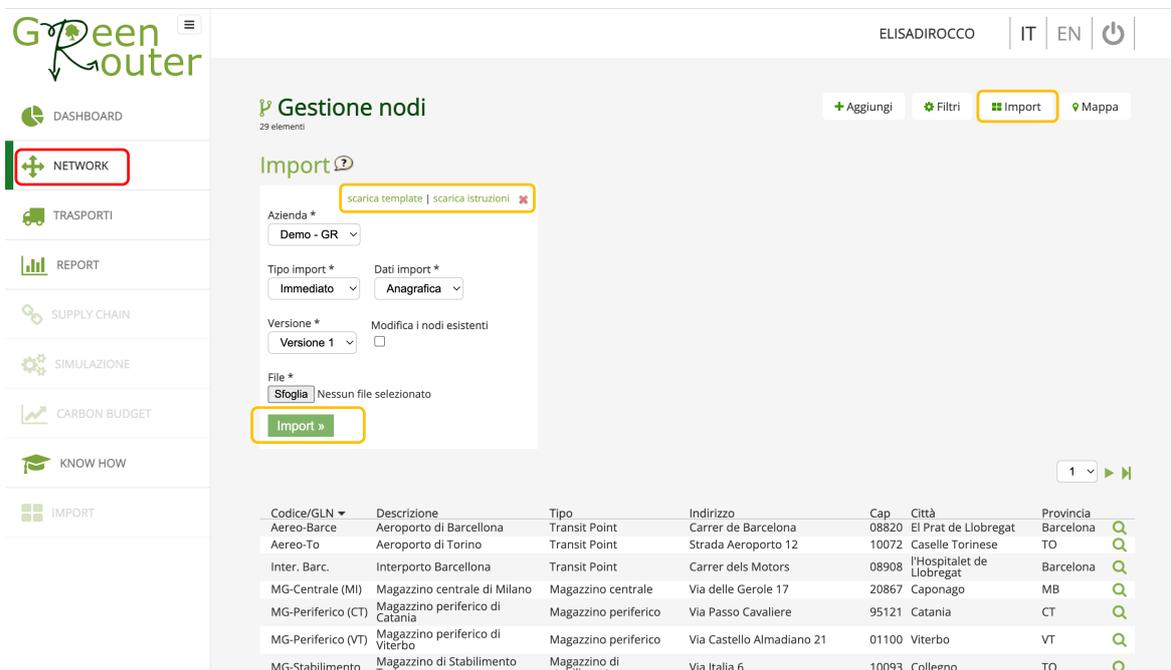


Figura 36 - Import massivo dati network (fonte: GreenRouter)

Successivamente, cliccando sul tab *Trasporti* è possibile inserire le rotte di trasporto della propria supply chain. In particolare, ogni viaggio viene modellizzato in nodi e archi e, per ciascuna tratta, vengono calcolate le emissioni, date le caratteristiche del trasporto inserite. In particolare, come nel caso della *Dashboard*, la prima schermata a cui si viene rimandati mostra una mappa in cui è possibile visualizzare le rotte fino a quel momento inserite e, cliccando su una di esse, vengono mostrate le informazioni di riepilogo della rotta. Si riporta una rappresentazione della schermata in *Figura 37 – Mappa trasporti*.

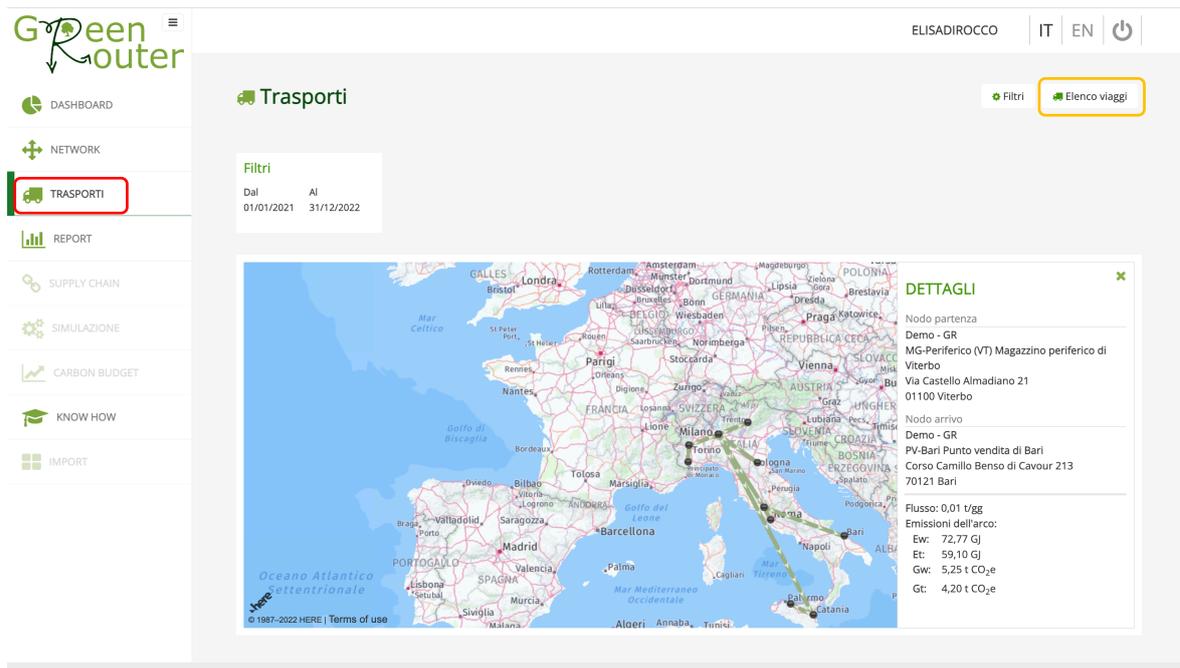


Figura 37 - Mappa trasporti (fonte: GreenRouter)

Cliccando successivamente sul tab *Elenco viaggi*, è possibile visualizzare in forma tabellare i viaggi inseriti con alcune informazioni di riepilogo come:

- Data partenza
- Descrizione
- Nodo di partenza
- Nodo di arrivo
- Distanza
- Temperatura
- Peso merce
- Tipo trasporto
- Emissioni in tonnellate di CO₂e

Elenco viaggi
192 elementi

Filtri
Dal 01/01/2021 Al 31/12/2022

Data	Descrizione	Partenza	Arrivo	Distanza (km)	Temperatura	Peso merce (t)	Tipo trasporto	Emissioni (t CO ₂ e)
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 3	Magazzino di Stabilimento Torino Collegno (TO)	Punto vendita di Cuneo Cuneo (CN)	107,69	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,04
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 6	Magazzino periferico di Viterbo Viterbo (VT)	Punto vendita di Bari Bari (BA)	578,17	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,31
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 8	Magazzino periferico di Catania Catania (CT)	Punto vendita di Palermo Termini Imerese (PA)	208,58	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,08
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 9	Magazzino centrale di Milano Caponago (MB)	Punto vendita di Trento Trento (TN)	295,00	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,15
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 4	Magazzino centrale di Milano Caponago (MB)	Punto vendita di Bologna Imola (BO)	368,30	Ambiente	1,20	Colletta mista	0,20
19/12/2022 06:00	ID Viaggio 5	Magazzino periferico di Viterbo Viterbo (VT)	Punto vendita di Roma Roma (RM)	741,00	Ambiente	1,20	Colletta mista	0,55
05/12/2022 06:00	ID Viaggio 3	Magazzino di Stabilimento Torino Collegno (TO)	Punto vendita di Cuneo Cuneo (CN)	107,69	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,04
05/12/2022 06:00	ID Viaggio 6	Magazzino periferico di Viterbo Viterbo (VT)	Punto vendita di Bari Bari (BA)	578,17	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,31
05/12/2022 06:00	ID Viaggio 8	Magazzino periferico di Catania Catania (CT)	Punto vendita di Palermo Termini Imerese (PA)	208,58	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,08
05/12/2022 06:00	ID Viaggio 9	Magazzino centrale di Milano Caponago (MB)	Punto vendita di Trento Trento (TN)	295,00	Ambiente	0,80	Colletta mista	0,15
05/12/2022	ID Viaggio	Magazzino centrale di Milano	Punto vendita di Bologna					

Figura 38 - Elenco viaggi (fonte: GreenRouter)

Per poter aggiungere un nuovo viaggio è necessario cliccare su *Aggiungi*, successivamente la piattaforma rimanda ad una schermata in cui definire le informazioni base del viaggio, ovvero:

- Tipo trasporto
- Descrizione
- Tipo viaggio
- Data partenza
- Intermodale
- Temperatura
- Tipo merce
- Peso merce
- Nodo partenza
- Nodo arrivo

Per ognuna di queste voci e per quelle da valorizzare successivamente, GreenRouter mette a disposizione una guida molto dettagliata in cui ne viene spiegato il significato e i valori che tali parametri possono assumere al fine di permettere alle aziende che usufruiscono della piattaforma di essere il più precise possibili nel calcolo della propria carbon footprint. Si riporta una rappresentazione della schermata appena descritta in *Figura 39 – Informazioni base*.

GreenRouter ELISADIROCCO IT EN

Calcolo CO₂ Inserimento multiplo Elenco viaggi Import massivo

Inserire i parametri per il calcolo delle emissioni di CO₂. Per prima cosa inserire i dati di viaggio e poi il dettaglio di tutti i percorsi.

Azienda * Demo - GR

Tipo trasporto * Massivo/Carico completo

Descrizione *

Tipo viaggio * Viaggio diretto

Partenza → Viaggio → Arrivo

Data partenza *

Intermodale

Temperatura Ambiente 7 - 15 °C 0 - 4 °C - 25 °C

Tipo merce merce pesante (riempimento in peso) merce standard merce leggera (riempimento in volume)

Peso merce * t

Partenza * Tipo: Magazzino di stabilimento Codice Città

Arrivo * Tipo: Magazzino di stabilimento Codice Città

Prosegui »

Figura 39 – Informazioni base (fonte: GreenRouter)

Dopo aver definito, le informazioni base del viaggio si può procedere con la definizione dei vari nodi intermedi che caratterizzano la rotta, la tipologia di vezione e le caratteristiche specifiche del mezzo di trasporto (tipo di alimentazione, tecnologia del motore e percentuale di ritorno a vuoto). La piattaforma automaticamente provvederà al calcolo della distanza tra i vari nodi intermedi e al calcolo delle emissioni totali dovute a quello specifico viaggio. Si riporta di seguito la schermata.

GreenRouter ELISADIROCCO IT EN

Azienda	Tipo trasporto	Tipo viaggio	Descrizione	Data partenza	Intermodale	Tipo merce	Peso merce	Temperatura
Demo - GR	Massivo/Carico completo	Viaggio personalizzato	prova	01/01/2022 06:00	SI	merce standard	16,00 ton	Ambiente

Dati viaggio Calcola »

Partenza Modifica

Magazzino centrale di Milano
Caponago (MB), Via delle Gerole 17, 20867

Distanza * km

Mezzi di trasporto: Stradale Ferroviario Navale Aereo

Mezzo di proprietà	Tipo mezzo	Tipo motore	Tecnologia	Ritorno a vuoto	Pick/Drop
No	Bilico / Autotreno	Diesel	Euro 4 (Average)	30 %	<input type="radio"/> m/d <input type="radio"/> Pick <input type="radio"/> Drop

Peso trasportato 16.0000 t

NODO 1

Tipo: Magazzino di stabilimer Codice Città

Distanza * km

Mezzi di trasporto: Stradale Ferroviario Navale Aereo

Mezzo di proprietà	Tipo mezzo	Tipo motore	Tecnologia	Ritorno a vuoto	Pick/Drop
No	Bilico / Autotreno	Diesel	Euro 4 (Average)	30 %	<input type="radio"/> m/d <input type="radio"/> Pick <input type="radio"/> Drop

Peso trasportato 16.0000 t

Arrivo Modifica

Magazzino periferico di Viterbo
Viterbo (VT), Via Castello Almadiano 21, 01100

Calcola »

Figura 40 - Informazioni nodi intermedi (fonte: GreenRouter)

Come i nodi del network logistico, anche in questo caso è possibile procedere al caricamento massivo dei dati dei viaggi sulla piattaforma cliccando sul tab *Import* e compilando un file in formato .csv con tutte le informazioni necessarie.

Infine, l'ultima funzionalità a disposizione per questa versione demo della piattaforma è il tab *Report*, in cui è possibile visualizzare separatamente le emissioni generate dalle diverse attività della supply chain, in particolare si possono visualizzare i dati delle emissioni con focus sui magazzini, sui punti vendita e sui trasporti. Inoltre, per ognuna delle tre categorie, è possibile scaricare dei report in formato .pdf generato secondo la normativa UNI EN 16258.

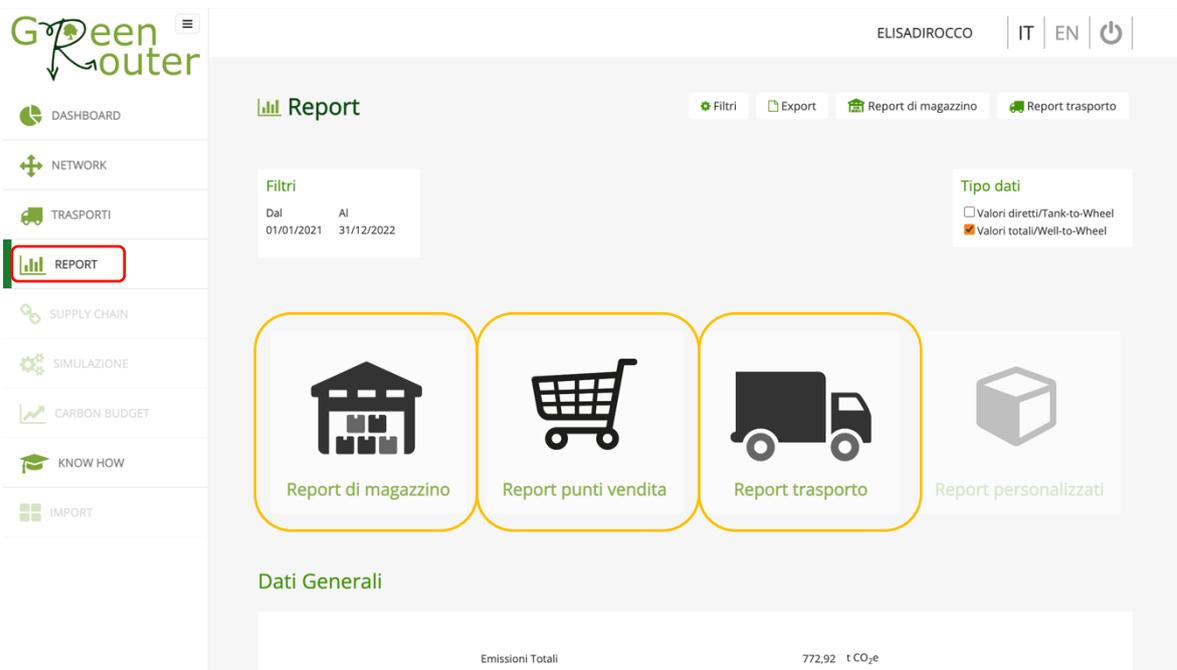


Figura 41 – Report (fonte: GreenRouter)

Le informazioni disponibili per il *Report di magazzino* e *Report punti vendita* hanno una struttura molto simile, in quanto entrambi i report sono incentrati sulle emissioni degli edifici logistici. Se ne riporta una rappresentazione nelle figure sottostanti.

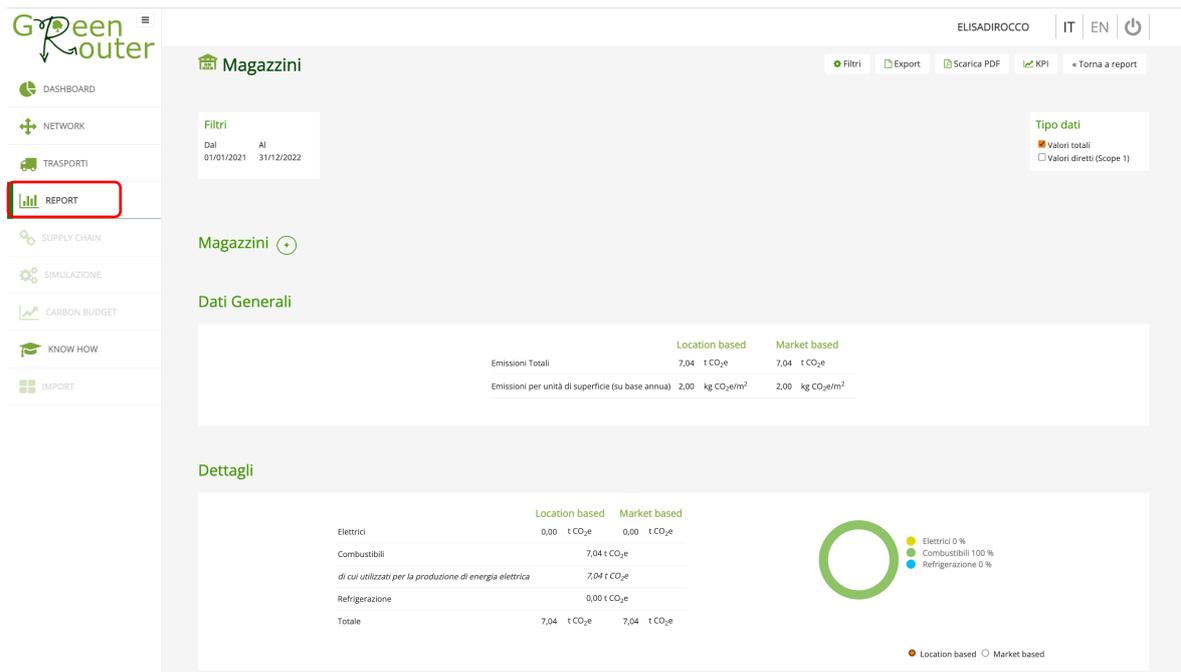


Figura 42 - Report magazzini/punti vendita parte 1 (fonte: GreenRouter)

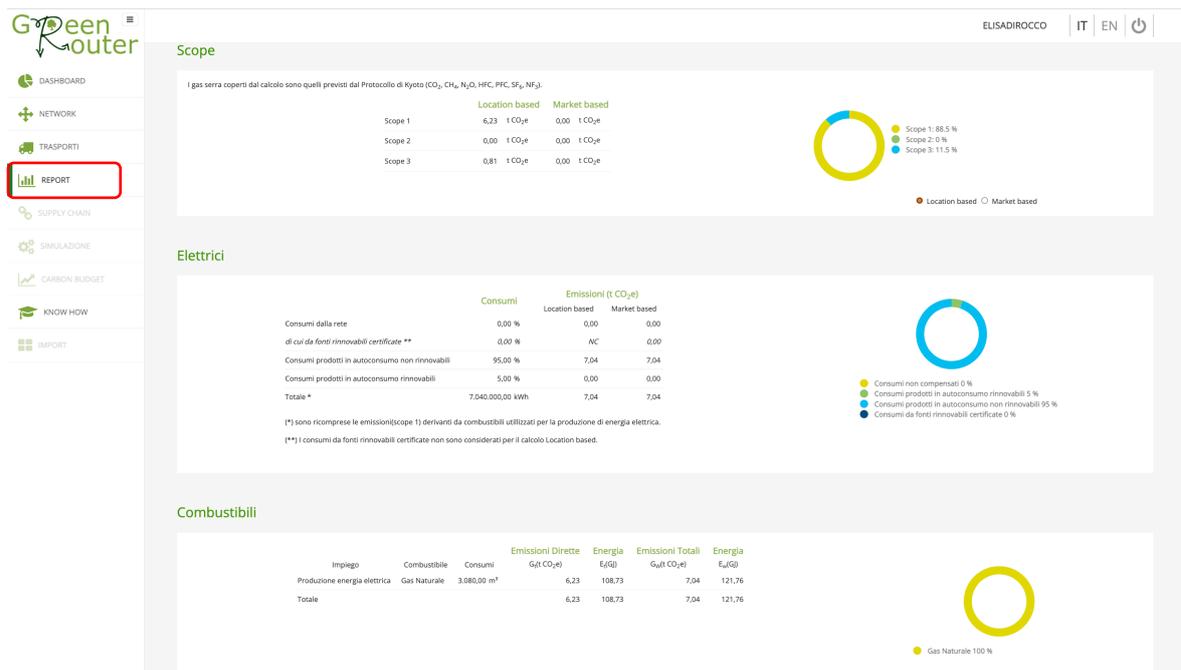


Figura 43 - Report magazzini/punti vendita parte 2 (fonte: GreenRouter)

Mentre per ciò che riguarda il report dei trasporti, ciò che è importante notare, oltre dai dati riportati differenziati per tipologia di vezione, è la possibilità offerta dalla piattaforma di poter fare un confronto tra due scenari di trasporto, in modo da valutare l'alternativa migliore. Tale funzionalità sarà utilizzata successivamente per poter fare un'analisi più

approfondita e confrontare due scenari di trasporto estremi, uno tradizionale e uno che impiega mezzi di trasporto più sostenibili.

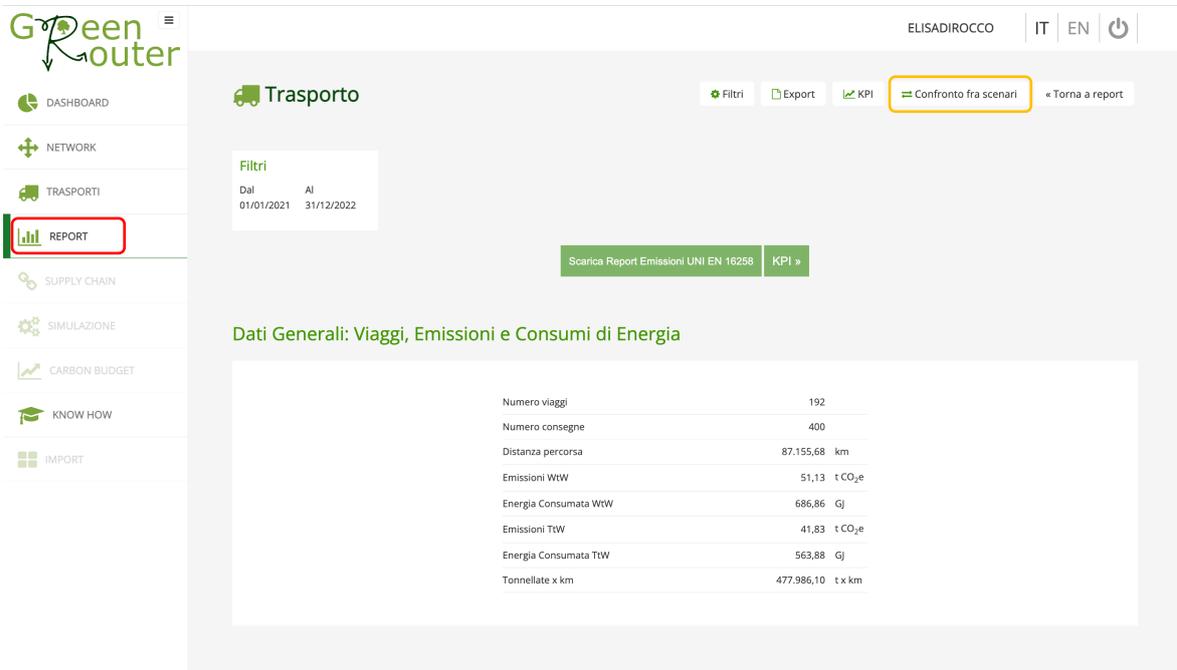


Figura 44 - Report trasporti parte 1 (fonte: GreenRouter)

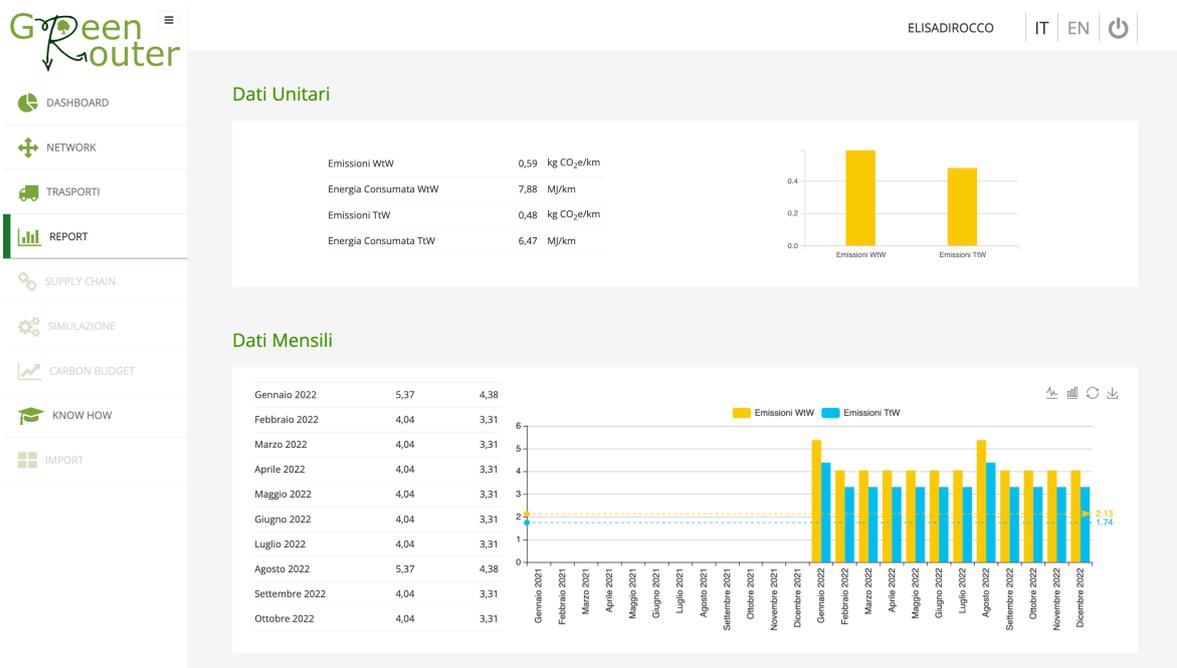


Figura 45 - Report trasporti parte 2 (fonte: GreenRouter)

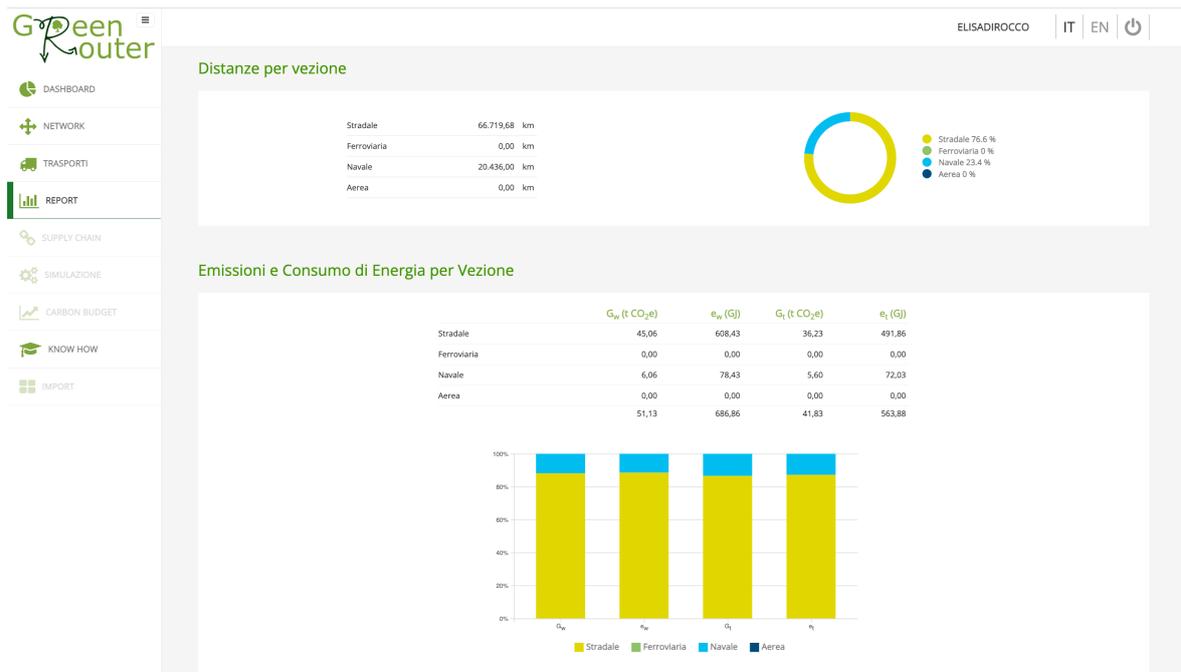


Figura 46 -Report trasporti parte 3 (fonte: GreenRouter)

Da ciò che si evince, questa piattaforma è uno strumento estremamente potente e offre delle informazioni in output molto dettagliate che rispettano diversi standard di reportistica. Per un'azienda volenterosa di perseguire i propri obiettivi di sostenibilità, utilizzare questa piattaforma consentirebbe di conoscere nei minimi particolari le emissioni prodotte dai propri edifici logistici, che siano essi magazzini o punti vendita, offrendo quindi spunti per l'introduzione di eventuali migliorie per ciò che riguarda i consumi di elettricità o combustibili aumentando, ad esempio, la percentuale di energia elettrica prodotta da impianti rinnovabili in sito. In questo modo, è possibile avere una visione chiara dei probabili punti critici presenti nella propria supply chain. Allo stesso tempo, il livello di dettaglio raggiungibile nella definizione delle rotte di consegna consente di individuare i punti critici in termini di distanze percorse e conseguente consumo di carburante, offrendo quindi la possibilità di poter valutare l'introduzione di rotte alternative o l'impiego di mezzi più in linea con gli obiettivi di sostenibilità da raggiungere.

5.2 Overview su Carbon Footprint Management

Altro strumento preso in considerazione per il lavoro di tesi è la piattaforma online gratuita *Carbon Footprint Management*. Si tratta di una piattaforma intrinsecamente diversa rispetto a GreenRouter, innanzitutto perché si tratta di un tool online completamente gratuito ed in secondo luogo perché non consente di raggiungere lo stesso livello di dettaglio, sia nei dati

in input che nei risultati in output, raggiungibile da GreenRouter. Infatti, Carbon Footprint Management non consente di definire il network logistico, come è stato possibile fare in GreenRouter, né tantomeno consente di inserire le rotte di trasporto ed avere, quindi, una visione più dettagliata delle emissioni di CO₂ in relazione alle attività di trasporto. Questo perché Carbon Footprint management è un calcolatore gratuito utile per farsi una prima idea delle emissioni della propria azienda, in quanto produce delle stime approssimative non utili a produrre una certificazione ufficiale. Pertanto, tale strumento può essere inteso come un primo approccio al mondo della sostenibilità per poter avere un'idea generale e successivamente, utilizzare strumenti più appropriati. Il calcolatore è accessibile al sito www.carbonfootprintmanagement.com/free-co2-carbon-footprint-calculator e la prima schermata che appare richiede di inserire in input i dati aggregati sui consumi di elettricità.

Carbon footprint calculator

A carbon Footprint is the total amount of greenhouse gases (like CO₂) that is emitted because of your company's actions. Calculate your carbon Footprint here for free and use it as a starting point for further climate actions. For more theoretical background, check out [this blogpost](#) >

Electricity Heating Mobility Air travel Total My carbon footprint

Electricity

Electricity (coal)	CO ₂ -output	Relative share
0 kWh p/y	0 kg	%
0 kWh p/y	0 kg	%
0 kWh p/y	0 kg	%

Next

Figura 47 - Consumi di elettricità (fonte: Carbon Footprint Management)

Per ogni dato inserito in input, sulla destra appare una stima delle emissioni di CO₂ e la relativa percentuale sul totale, considerando i dati fino a quel momento inseriti. La schermata successiva richiede in input i dati sui consumi di combustibili dovuti al riscaldamento, consentendo l'inserimento dei consumi di gas naturale, gas propano e olio combustibile.

Carbon footprint calculator

A carbon footprint is the total amount of greenhouse gases (like CO2) that is emitted because of your company's actions. Calculate your carbon footprint here for free and use it as a starting point for further climate actions. For more theoretical background, check out [this blogpost >](#)

Heating

Category	Unit	CO2-output	Relative share
Natural gas	m3 p/y	0 kg	%
Fuel oil	Liters p/y	0 kg	%
Propane gas	Liters p/y	0 kg	%

[Next](#)

Figura 48 - Consumi di combustibili (fonte: Carbon Footprint Management)

Andando avanti, il calcolatore consente di inserire i dati relativi alla mobilità distinguendoli nelle seguenti categorie:

- Bicycle
- Diesel car
- Petrol car
- Electric car
- Diesel train
- Diesel autobus
- Metro

Mobility	CO2-output	Relative share
Bicycle Km p/y	0 kg	%
Diesel car Liters p/y	0 kg	%
Petrol car Liters p/y	0 kg	%
Electric car (on fossil electricity) Km p/y	0 kg	%
Diesel train Km p/y	0 kg	%
Diesel autobus Km p/y	0 kg	%
Metro (on green electricity) Km p/y	0 kg	%

Next

Figura 49 - Consumi relativi alla mobilità (fonte: Carbon Footprint Management)

Infine, l'ultima sezione di caricamento dati consente di caricare i chilometri percorsi utilizzando la vezione aerea distinguendo i chilometri percorsi per viaggi aerei con distanze inferiori ai 2.500 km e viaggi aerei con distanze superiori a tale limite.

Carbon footprint calculator

A carbon footprint is the total amount of greenhouse gases (like CO2) that is emitted because of your company's actions. Calculate your carbon footprint here for free and use it as a starting point for further climate actions. For more theoretical background, check out [this blogpost](#) >

Progress: Electricity, Heating, Mobility, **Air travel**, Total, My carbon footprint

Air travel	CO2-output	Relative share
Air Flight <2.500 km Km p/y	0 kg	%
Air Flight >2.500 km Km p/y	0 kg	%

Next

Figura 50 - Distanze percorse con vezione aerea (fonte: Carbon Footprint Management)

L'ultima schermata restituisce in output il risultato delle emissioni totali, sulla base dei dati precedentemente caricati, e permette di conoscere il valore delle emissioni per impiegato, inserendo il numero di impiegati aziendali.

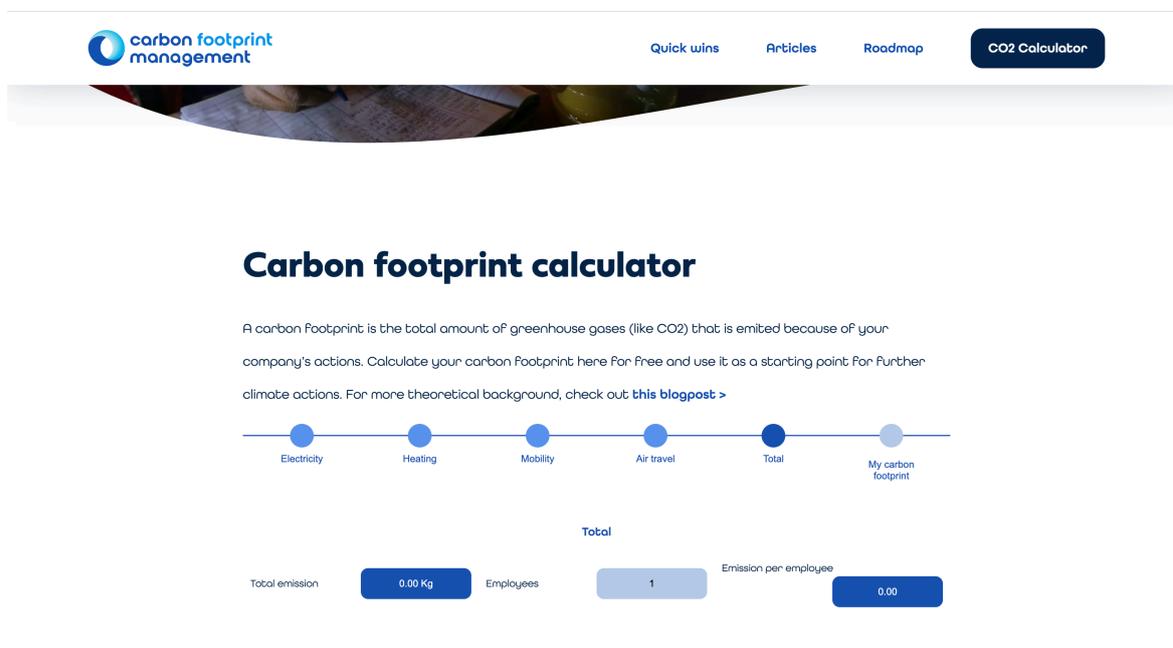


Figura 51 - Emissioni totali (fonte: Carbon Footprint Management)

Come detto già all'inizio del paragrafo, questa piattaforma di calcolo ha delle caratteristiche totalmente differenti rispetto all'altra presa in esame poiché si tratta di uno strumento che può essere utilizzato solo per un primo approccio e per avere un'idea del proprio impatto ambientale. Nonostante ciò, potrebbe risultare comunque interessante analizzare i risultati che essa restituisce in output per capirne la sua percentuale di precisione rispetto a piattaforme più strutturate come GreenRouter. Infatti, i successivi paragrafi saranno dedicati a questa attività.

5.3 Overview su AG-TS Energy

In fine, l'ultima piattaforma presa in considerazione è *AG-TS Energy*, reperibile al sito <https://www.ag-ts.energy/calcolo-impronta-carbonio-aziende/>. Si tratta di un servizio online messo a disposizione da una società di consulenza aziendale, AG-TS Group, che ha sviluppato una divisione energetica, AG-TS.energy, che offre servizi di consulenza integrati, tecnici, finanziari e commerciali, volti all'efficiamento e al risparmio energetico (fonte: <https://www.ag-ts.energy/>). Pertanto, se un'azienda fosse interessata ad ottenere i loro

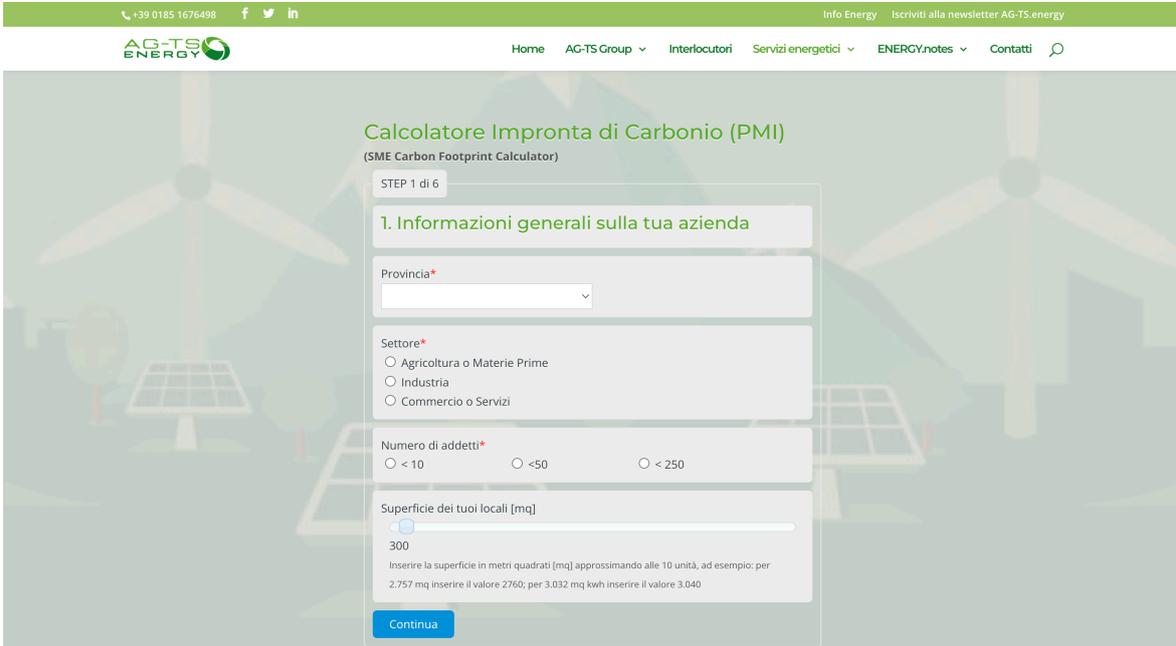
servizi, dopo aver usufruito del loro tool di calcolo gratuito, è possibile richiedere una consulenza specifica per le proprie esigenze.

Come dichiarato sul loro sito, il calcolatore di *AG-TS Energy*, stima l'organizational carbon footprint (impronta di carbonio organizzativa), che misura le emissioni di gas serra in un anno, derivanti dalle attività interne, processi industriali e veicoli aziendali.

Il calcolatore è caratterizzato dalla presenza di 6 schermate in cui inserire i dati di input, ovvero:

- Informazioni generali
- Consumi energetici
- Veicoli aziendali
- Voli aerei
- Riepilogo
- Emissioni di kgCO₂e

Analizzeremo nel dettaglio ognuna delle 6 schermate ed infine sarà data una valutazione sugli aspetti positivi e aspetti negativi della piattaforma confrontandola con le altre due piattaforme precedentemente descritte.



The screenshot shows the 'Calcolatore Impronta di Carbonio (PMI)' (SME Carbon Footprint Calculator) interface. It is the first step of a 6-step process. The form is titled '1. Informazioni generali sulla tua azienda' and contains the following fields:

- Provincia***: A dropdown menu.
- Settore***: Radio buttons for 'Agricoltura o Materie Prime', 'Industria', and 'Commercio o Servizi'.
- Numero di addetti***: Radio buttons for '< 10', '< 50', and '< 250'.
- Superficie dei tuoi locali [mq]**: A text input field with a value of '300'. Below it, there is a note: 'Inserire la superficie in metri quadrati (mq) approssimando alle 10 unità, ad esempio: per 2.757 mq inserire il valore 2760; per 3.032 mq kwh inserire il valore 3.040'.

A blue 'Continua' button is located at the bottom of the form.

Figura 52 - Informazioni generali (fonte: AG-TS Energy)

Come è possibile notare in *Figura 52 – Informazioni generali* (fonte: AG-TS Energy), in questa prima schermata i dati in input richiesti sono:

- Provincia
- Settore
- Numero di addetti
- Superficie dei locali

Successivamente, nella seconda schermata è possibile inserire i dati relativi ai consumi energetici, *Figura 53 – Consumi energetici (fonte: AG-TS Energy)*.

Figura 53 - Consumi energetici (fonte: AG-TS Energy)

In particolare, sarà possibile inserire il consumo annuo di energia elettrica, il consumo annuo di gas metano, GPL e gasolio ed, inoltre, è possibile indicare se la propria azienda utilizza energia elettrica certificata da fonti rinnovabili.

La terza schermata è dedicata alle informazioni sui veicoli aziendali, *Figura 54 - Informazioni veicoli aziendali (fonte:AG-TS Energy)*. Infatti, è possibile inserire la percorrenza annua dei veicoli alimentanti con le seguenti tipologie di alimentazione:

- Benzina
- Diesel
- GPL
- Metano

Inoltre, in basso, è presente una sezione dedicata ai veicoli ibridi in cui, tramite la presenza di tre radio button è possibile selezionare la tipologia di veicolo tra *Full electric*, *Ibrido plug-in* e *Ibrido* e indicare i chilometri annui percorsi.

STEP 3 di 6

3. Informazioni sui veicoli aziendali

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a benzina [km]

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a diesel [km]

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a GPL [km]

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a metano [km]

VEICOLI IBRIDI

Tipologia

Full Electric

Ibrido plug-in

Ibrido

Percorso annuo dei tuoi veicoli ibridi [km]

[Torna indietro](#) [Continua](#)

Figura 54 - Informazioni sui veicoli aziendali (fonte: AG-TS Energy)

La quarta schermata è dedicata alle informazioni sui voli aerei. In particolare, come è possibile notare in *Figura 55 – Informazioni sui voli aere (fonte: AG-TS Energy)*, questa schermata offre la possibilità di indicare il numero di voli effettuati in un anno per ognuna delle seguenti tipologie di viaggio:

- Corto raggio (meno di 3 ore di volo)
- Medio raggio (tra 3 e 6 ore di volo)
- Lungo raggio (tra 6 e 9 ore di volo)
- Lunghissimo raggio (oltre 9 ore di volo)

È importante sottolineare, come riportato in alto nella schermata, che i voli di andata e ritorno devono essere conteggiati separatamente e ciascun passeggero deve essere conteggiato separatamente anche se viaggiano insieme.

STEP 4 di 6

4. Informazioni sui voli aerei

Inserisci per ciascuna tipologia di viaggio il numero di voli effettuati nell'arco di un anno.

- I voli andata e ritorno devono essere conteggiati separatamente (indica + 2 per ciascun volo A/R).
- Ciascun passeggero deve essere conteggiato separatamente anche se hanno viaggiato insieme (indica + 1 per ciascun passeggero).

Corto raggio (meno di 3 ore di volo)
6

Medio raggio (tra 3 e 6 ore di volo)
0

Lungo raggio (tra 6 e 9 ore di volo)
0

Lunghissimo raggio (oltre 9 ore di volo)
0

Torna indietro Continua

Figura 55 - Informazioni sui voli aerei (fonte: AG-TS Energy)

La quinta schermata offre un riepilogo dei dati precedentemente inseriti, come mostrato *Figura 56- Riepilogo dei dati inseriti parte 1* (fonte: AG-TS Energy) e *Figura 57 – Riepilogo dei dati inseriti parte 2* (fonte: AG-TS Energy) in cui sono stati inseriti alcuni dati per mostrare il dettaglio della schermata.

5. Riepilogo dei dati inseriti

Controlla che i dati inseriti siano corretti. Torna indietro per modificarli oppure clicca su "Continua" per ottenere la valutazione delle emissioni di carbonio equivalente della tua azienda.

Informazioni generali

Provincia: Agrigento
Settore: Industria
Numero di addetti: < 10
Superficie dei tuoi locali [mq]: 300

Informazioni sui consumi energetici

Consumo annuo di energia elettrica [kWh]: 12
La tua azienda utilizza energia elettrica certificata da fonti rinnovabili (green energy)?: si
Consumo annuo di gas metano [mc]: 1
Consumo annuo di GPL [litri]: 1
Consumo annuo di gasolio [kg]: 1

Informazioni sui veicoli aziendali

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a benzina [km]: 0
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a diesel [km]: 0
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a GPL [km]: 0
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a metano [km]: 0
Tipologia:
La tua azienda utilizza energia elettrica certificata da fonti rinnovabili (green energy)?: si

Figura 56 - Riepilogo dei dati inseriti parte 1 (fonte: AG-TS Energy)

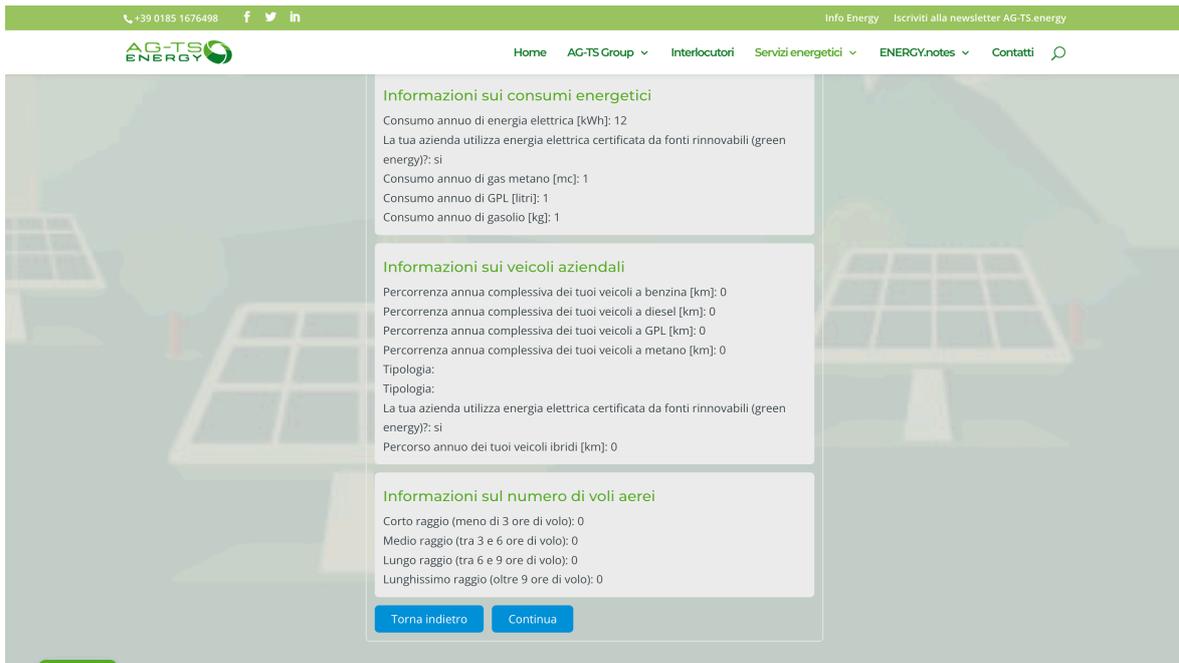


Figura 57 - Riepilogo dei dati inseriti parte 2 (fonte: AG-TS Energy)

Infine, l'ultima schermata fornisce una stima dei chilogrammi di CO₂e emessi in anno sulla base dei dati precedentemente inseriti. Inoltre, mostra il numero di alberi necessari per compensare le emissioni di gas serra e una stima dei kWh che potrebbero essere generati da un impianto che produca energia da fonti rinnovabili per compensare le emissioni.



Figura 58 - Emissioni di kCO₂e parte 1 (fonte: AG-TS Energy)



Figura 59 - Emissioni kgCO₂e parte 2 (fonte: AG-TS Energy)

Anche il tool di calcolo di *AG-TS Energy* risulta essere intrinsecamente diverso rispetto alla piattaforma *GreenRouter*, poiché come *Carbon Footprint Management* non consente di definire nel dettaglio il network logistico. Tuttavia, questa piattaforma rispetto a *Carbon Footprint Management* offre maggiori opportunità di dettaglio in quanto è possibile inserire dati sulla posizione geografica dello stabilimento, oltre che dati in merito alla superficie dei locali. Analizzando ancora i punti di forza di questa piattaforma, si riscontra la possibilità di differenziare i chilometri percorsi dai veicoli aziendali con diverse tipologie di alimentazione, differenziazione che su *Carbon Footprint Management* non è possibile effettuare. Allo stesso modo, nelle informazioni sui voli aerei si riscontra maggiore dettaglio nella definizione delle tipologie di viaggio.

In sintesi, *AG-TS Energy*, pure rimanendo in secondo piano rispetto a *GreenRouter*, offre maggiori possibilità di analisi e spunti di riflessione rispetto a *Carbon Footprint Management*, anche se è bene sottolineare che entrambe le piattaforme sono da considerarsi come strumenti volti a fornire un'idea e un primo approccio all'analisi della Carbon Footprint aziendale. Per analisi più approfondite e per una rendicontazione delle emissioni che rispetti gli standard internazionali in materia è necessario affidarsi a piattaforme più strutturate come *Green Router* o a servizi di consulenza personalizzati, offerti anche da *AG-TS Energy*.

5.4 Risultati ottenuti su Carbon Footprint Management

Come anticipato in precedenza, questo paragrafo sarà dedicato alla descrizione dei dati ottenuti in output sulla piattaforma di calcolo gratuita Carbon Footprint Management inserendo in input i dati precedentemente descritti del caso aziendale creato per poter procedere al confronto tra le piattaforme.

In particolare, considerando i dati presenti in *Tabella 7 – Dati aggregati sui consumi* e *Tabella 8 – Dati in input per Carbon Footprint Management* riportati nel capitolo precedente dedicato alla presentazione del caso aziendale, e ipotizzando che i consumi di combustibili dei punti vendita sia interamente dedicati alla produzione del riscaldamento, mentre per ciò che riguarda i dati dello stabilimento e dei vari magazzini che questi siano per il 20% dedicati al riscaldamento e per il restante 80% siano dedicati alla produzione di energia elettrica, si ottengono i dati da inserire in input per il calcolo della carbon footprint. Tali dati sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 8 - Dati in input per Carbon Footprint Management

Voce	Valore	Unità di misura
Consumi totali elettricità da fonti rinnovabili	352.000	kWh/anno
Consumi totali elettricità da fonti NON rinnovabili	9.502.000	kWh/anno
Consumi di combustibile per la produzione di energia elettrica	2.464	m ³ /anno
Consumi di combustibile per la produzione di riscaldamento	1.847,125	m ³ /anno
Totale chilometri percorsi da Furgone	59.762,82	km/anno
Totale chilometri percorsi da autotreno	6.952,44	km/anno
Consumo medio Diesel Furgone	6.573,9102	l/anno
Consumo medio Diesel autotreno	2.016,2076	l/anno

Consumo medio totale		
Diesel	8.590,1178	l/anno

Ciò che la piattaforma restituisce in output è un report inviato tramite mail che indica le emissioni totali di CO₂ espresse in kg. Si riporta di seguito ciò che è stato ottenuto dove aver inserito i dati presenti in Tabella 8.

klimaatplein.com

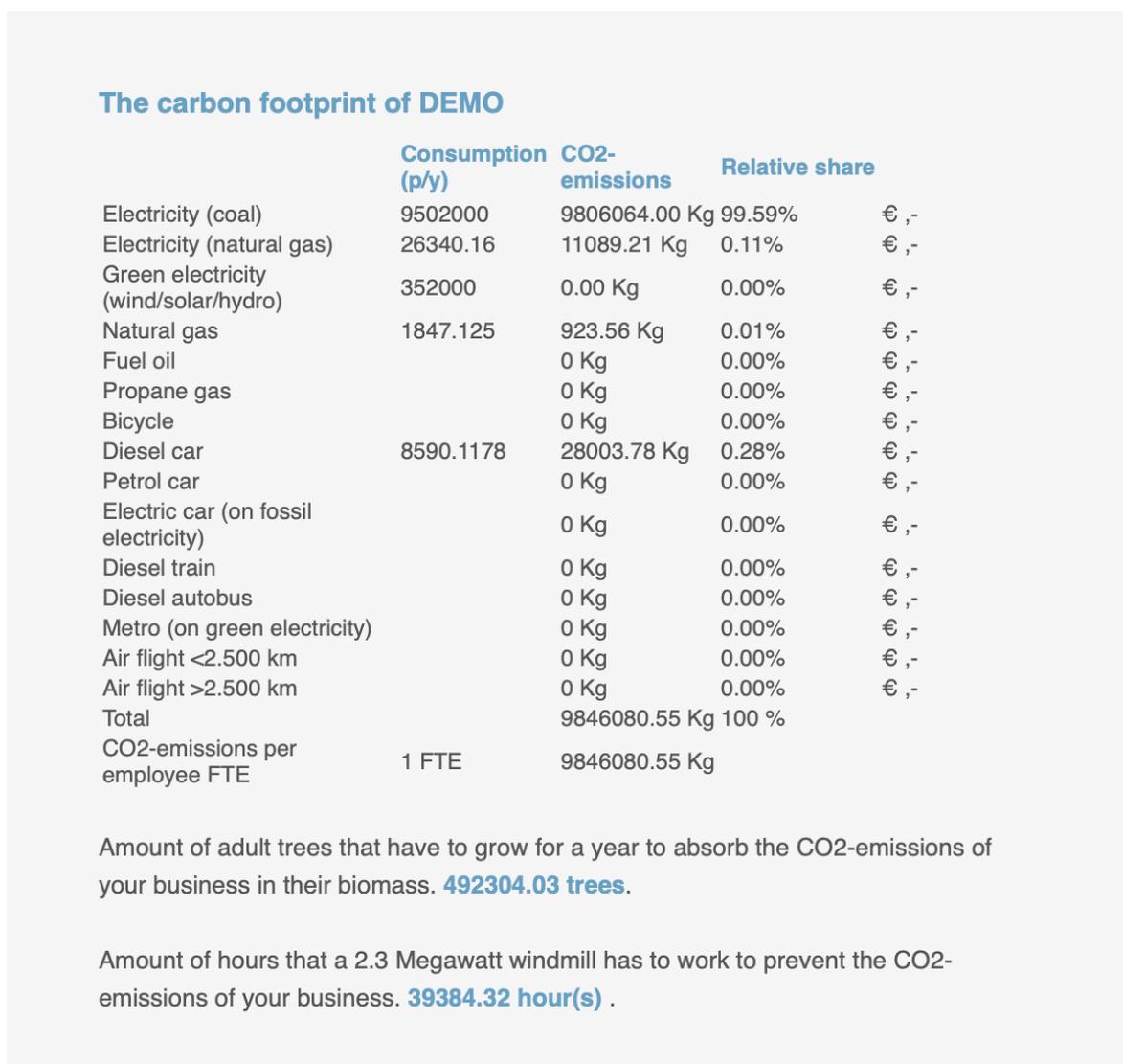


Figura 60 - Report Carbon Footprint Management (fonte: Carbon Footprint Management)

Sulla base di quanto sopra riportato, le emissioni totali ammontano a 9.846.080,55 kg di CO₂. Come già ripetuto più volte, questa piattaforma è intrinsecamente diversa rispetto alla seconda presa in esame, in quanto non è adatta per una rendicontazione delle emissioni di CO₂ che rispetti i principali standard internazionali esistenti in merito. Inoltre, non restituisce

una suddivisione del valore delle emissioni totali in Scope, come previsto dal GHG protocol. Pertanto, il risultato ottenuto in output è da intendersi come una stima approssimata delle emissioni che consente soltanto di avere un'idea generale del proprio impatto ambientale e non è, quindi, attendibile per delle valutazioni più accurate e precise su quali possono essere, ad esempio, i punti critici lungo la supply chain.

5.5 Risultati ottenuti su AG-TS Energy

Per poter fare un confronto tra le piattaforme prese in esame, anche in questo caso sono stati inseriti in input i dati del caso aziendale presentato nel capitolo precedente. Per una maggiore chiarezza, si riportano nella tabella seguente i dati inseriti in input sulla piattaforma.

Tabella 9 - Dati in input su AG-TS Energy

Voce	Valore	Unità di misura
Provincia	Torino	n/d
Settore	Industria	n/d
Numero addetti	<250	n/d
Superficie dei locali	4.930	m ²
Consumo annuo di energia elettrica (da fonti NON rinnovabili)	9.502.000	kWh/anno
Consumo annuo di gas metano	4.311,125	m ³ /anno
Percorrenza annua complessiva veicoli Diesel	66.715,26	Km/anno
Totale chilometri percorsi da Furgone	59.762,82	km/anno
Totale chilometri percorsi da autotreno	6.952,44	km/anno

Non sono stati inseriti i consumi di energia elettrica da fonti rinnovabili poiché la piattaforma non consente di tenere traccia contemporaneamente delle due tipologie di alimentazione, ma consente soltanto di indicare se l'azienda utilizza o meno energia green certificata senza richiederne la percentuale esatta sul totale dei consumi. Pertanto, per ottenere dei risultati il

più possibile veritieri è stato indicato come consumo annuo di energia elettrica il valore relativo ai soli consumi derivanti da fonti non rinnovabili.

Di seguito si riporta la schermata 5 del calcolatore che riporta un riepilogo dei dati inseriti.

Calcolatore Impronta di Carbonio (PMI)
(SME Carbon Footprint Calculator)

STEP 5 di 6

5. Riepilogo dei dati inseriti

Controlla che i dati inseriti siano corretti. Torna indietro per modificarli oppure clicca su "Continua" per ottenere la valutazione delle emissioni di carbonio equivalente della tua azienda.

Informazioni generali

Provincia: Torino
Settore: Industria
Numero di addetti: < 250
Superficie dei tuoi locali [mq]: 4.930

Informazioni sui consumi energetici

Consumo annuo di energia elettrica [kWh]: 9502000
La tua azienda utilizza energia elettrica certificata da fonti rinnovabili (green energy)?: no
Consumo annuo di gas metano [mc]: 4311,125
Consumo annuo di GPL [litri]: 0
Consumo annuo di gasolio [kg]: 0

Figura 61 - Riepilogo dati caso aziendale parte 1 (fonte: AG-TS Energy)

Consumo annuo di GPL [litri]: 0
Consumo annuo di gasolio [kg]: 0

Informazioni sui veicoli aziendali

Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a benzina [km]: 0
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a diesel [km]: 66715,26
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a GPL [km]: 0
Percorrenza annua complessiva dei tuoi veicoli a metano [km]: 0
Tipologia:
La tua azienda utilizza energia elettrica certificata da fonti rinnovabili (green energy)?: no
Percorso annuo dei tuoi veicoli ibridi [km]: 0

Informazioni sul numero di voli aerei

Corto raggio (meno di 3 ore di volo): 0
Medio raggio (tra 3 e 6 ore di volo): 0
Lungo raggio (tra 6 e 9 ore di volo): 0
Lunghissimo raggio (oltre 9 ore di volo): 0

Torna indietro Continua

Figura 62 - Riepilogo dati caso aziendale parte 2 (fonte: AG-TS Energy)

Ciò che la piattaforma restituisce, sulla base di quanto inserito, è un valore di emissioni pari a 3.124.995,67 kgCO₂e.

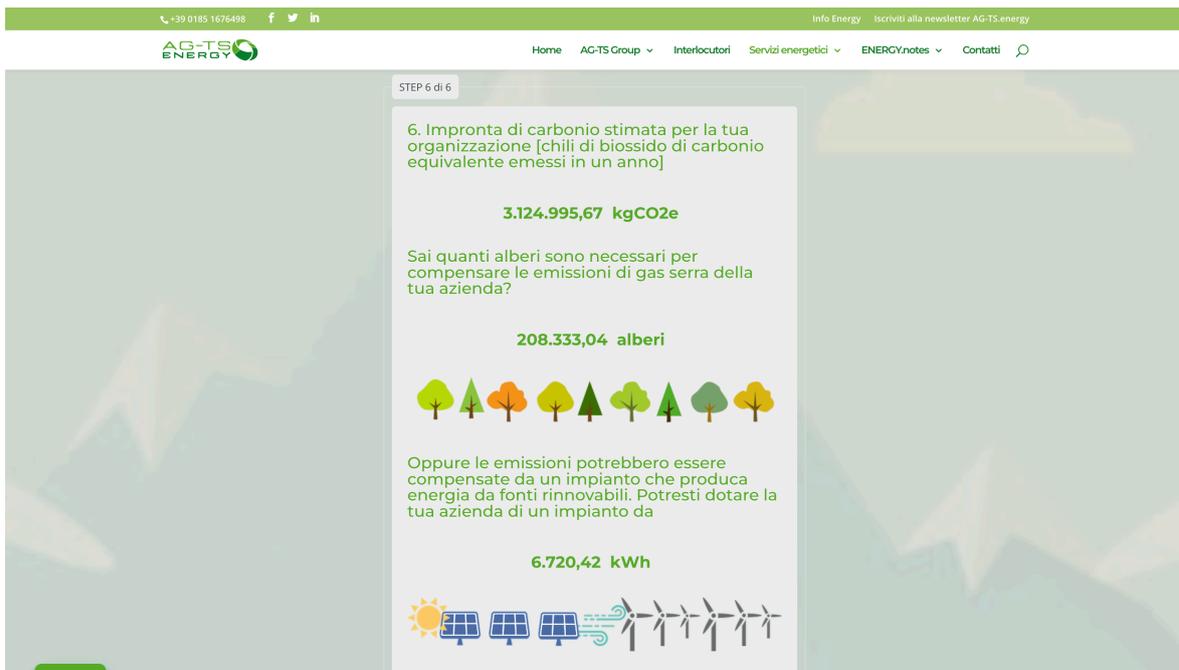


Figura 63 - Risultati emissioni caso aziendale (fonte: AG-TS Energy)

Come già ribadito più volte, il risultato ottenuto in output è da intendersi come una stima molto approssimata della propria Carbon footprint. Inoltre, ciò che viene restituito dalla piattaforma non è utilizzabile per individuare gli eventuali punti critici lungo la propria supply chain né, tantomeno, può essere utilizzato per fini reportistici dato che la piattaforma non si presta a questo genere di attività, al contrario di ciò che può offrire una piattaforma come *GreenRouter*. In sintesi, seppur con qualche aspetto positivo in più, la piattaforma di *AG-TS Energy* può essere considerata al pari di *Carbon Footprint Management*.

5.6 Risultati ottenuti su GreenRouter

Per poter ottenere in output i risultati sulle emissioni di CO₂ è stato prima necessario procedere al caricamento dei dati del caso aziendale presentato nel capitolo 4. In particolare, il primo step è stato quello di procedere al caricamento dei dati sui nodi della supply chain presenti in *Tabella 4 – Dati sulla posizione geografica e sui consumi*. Come nella situazione precedente, è stato ipotizzato che i consumi di combustibile dei punti vendita siano interamente dedicati alla produzione di riscaldamento mentre per i consumi dello stabilimento e dei vari magazzini è stato ipotizzato che questi per il 20% siano dedicati alla produzione di riscaldamento e che il restante 80% siano dedicati alla produzione di energia elettrica. Si riporta come esempio per tutti gli edifici logistici e punti vendita una rappresentazione grafica di tale suddivisione per il Magazzino centrale di Milano e per il Punto vendita di Bologna.



Figura 64 - Suddivisione consumi di combustibile per edifici logistici (fonte: GreenRouter)

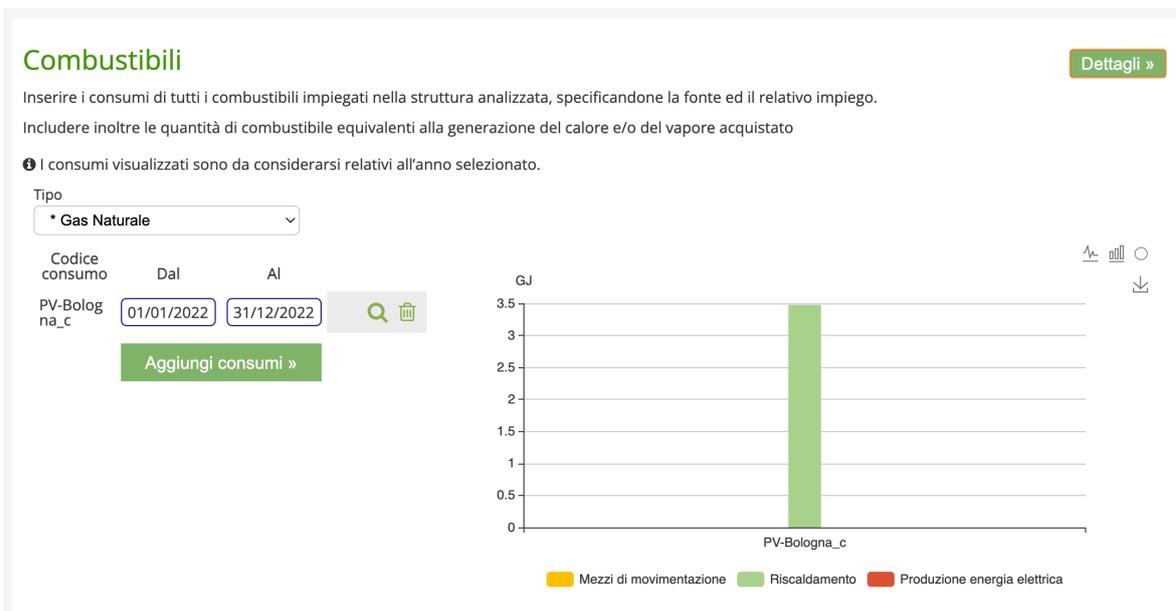


Figura 65 - Suddivisione consumi di combustibile per punto vendita (fonte: GreenRouter)

Lo step successivo necessita del caricamento dei dati sulle rotte di consegna presenti in *Tabella 5 – Dati sulle rotte di consegna*. Come già spiegato nel capitolo precedente è stata ipotizzata una frequenza per ognuna delle rotte che ha portato ad ottenere un totale di 192

viaggi in un anno. Nella tabella seguente si riporta per ogni ID Viaggio tutte le date di partenza pianificate in un anno.

Tabella 10 - Date di partenza per ID Viaggio

	ID Viaggio								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Data Partenza	01/01/22	01/01/22	03/01/22	03/01/22	03/01/22	03/01/22	01/01/22	03/01/22	03/01/22
	01/02/22	01/02/22	17/01/22	17/01/22	17/01/22	17/01/22	01/02/22	17/01/22	17/01/22
	01/03/22	01/03/22	31/01/22	31/01/22	31/01/22	31/01/22	01/03/22	31/01/22	31/01/22
	01/04/22	01/04/22	14/02/22	14/02/22	14/02/22	14/02/22	01/04/22	14/02/22	14/02/22
	01/05/22	01/05/22	28/02/22	28/02/22	28/02/22	28/02/22	01/05/22	28/02/22	28/02/22
	01/06/22	01/06/22	14/03/22	14/03/22	14/03/22	14/03/22	01/06/22	14/03/22	14/03/22
	01/07/22	01/07/22	28/03/22	28/03/22	28/03/22	28/03/22	01/07/22	28/03/22	28/03/22
	01/08/22	01/08/22	11/04/22	11/04/22	11/04/22	11/04/22	01/08/22	11/04/22	11/04/22
	01/09/22	01/09/22	25/04/22	25/04/22	25/04/22	25/04/22	01/09/22	25/04/22	25/04/22
	01/10/22	01/10/22	09/05/22	09/05/22	09/05/22	09/05/22	01/10/22	09/05/22	09/05/22
	01/11/22	01/11/22	23/05/22	23/05/22	23/05/22	23/05/22	01/11/22	23/05/22	23/05/22
	01/12/22	01/12/22	06/06/22	06/06/22	06/06/22	06/06/22	01/12/22	06/06/22	06/06/22
			20/06/22	20/06/22	20/06/22	20/06/22		20/06/22	20/06/22
			04/07/22	04/07/22	04/07/22	04/07/22		04/07/22	04/07/22
			18/07/22	18/07/22	18/07/22	18/07/22		18/07/22	18/07/22
			01/08/22	01/08/22	01/08/22	01/08/22		01/08/22	01/08/22
			16/08/22	16/08/22	16/08/22	16/08/22		16/08/22	16/08/22
			29/08/22	29/08/22	29/08/22	29/08/22		29/08/22	29/08/22
			12/09/22	12/09/22	12/09/22	12/09/22		12/09/22	12/09/22
			26/09/22	26/09/22	26/09/22	26/09/22		26/09/22	26/09/22
		10/10/22	10/10/22	10/10/22	10/10/22		10/10/22	10/10/22	
		24/10/22	24/10/22	24/10/22	24/10/22		24/10/22	24/10/22	
		07/11/22	07/11/22	07/11/22	07/11/22		07/11/22	07/11/22	
		21/11/22	21/11/22	21/11/22	21/11/22		21/11/22	21/11/22	
		05/12/22	05/12/22	05/12/22	05/12/22		05/12/22	05/12/22	
		19/12/22	19/12/22	19/12/22	19/12/22		19/12/22	19/12/22	

Inoltre, è opportuno specificare che gli ID Viaggio 1, 2 e 7 sono stati modellizzati con tipologia di trasporto *Massivo/carico completo* in cui il carico di merce rimane costante per tutto il tragitto, dato che si tratta di spostamenti verso i diversi magazzini, mentre tutti gli altri ID Viaggio sono stati modellizzati con tipologia di trasporto *Colletta mista* in cui il carico di merce cambia dopo ogni consegna nei nodi che caratterizzano l'ID Viaggio.

Sulla base dei dati caricati sulla piattaforma, si riportano i risultati ottenuti in termini di emissioni. Dapprima, si riportano i dati di carattere generale, reperibili nella sezione *Report*, riferiti alle emissioni prodotte dalle attività lungo l'intera supply chain.

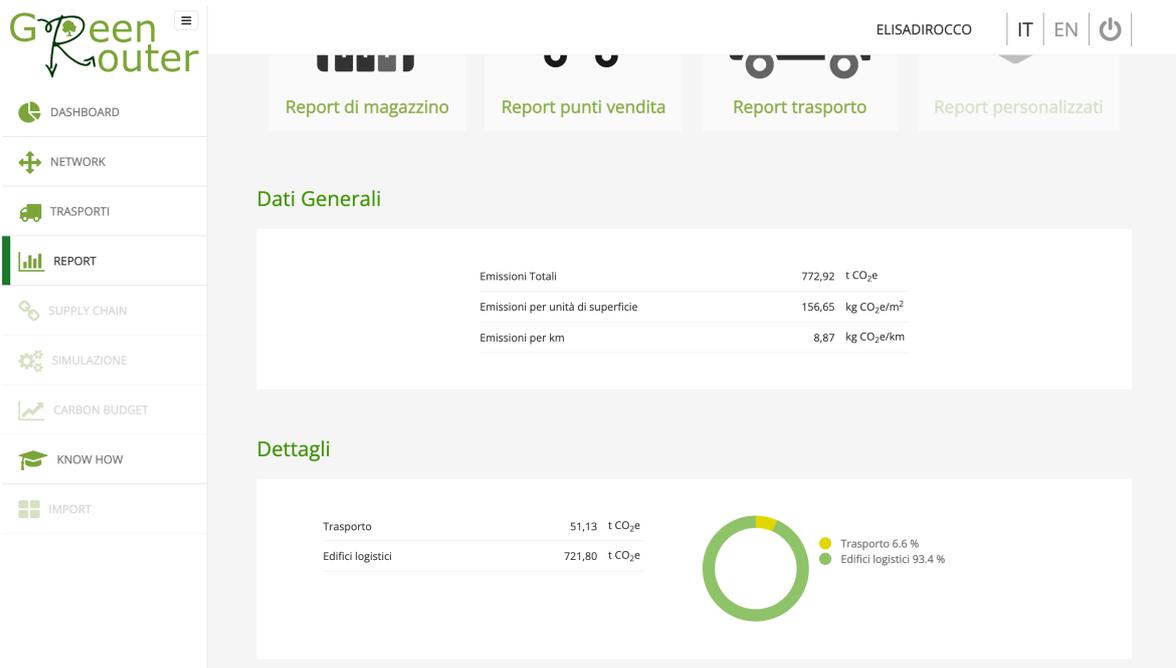


Figura 66 - Emissioni GR: Dati generali (fonte: GreenRouter)

Come si può vedere dai valori presenti in *Figura 66 – Emissioni GR: Dati generali*, il valore delle emissioni totali è pari a 772,92 tonnellate di CO₂e, di cui il 6,6% dovuto alle attività di trasporto e il restante 93,4% dovuto alle attività degli edifici logistici, tra stabilimento, magazzini e punti vendita. Inoltre, è possibile conoscere il valore delle emissioni suddivise per Scope, come previsto dal GHG Protocol.

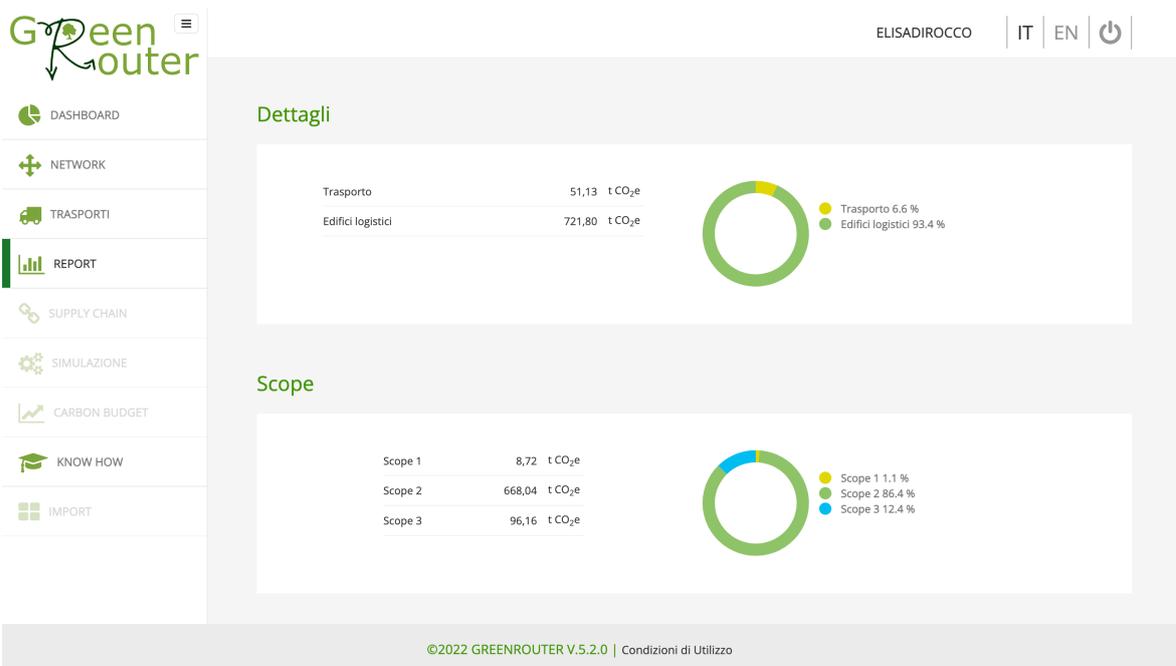


Figura 67 - Emissioni GR: valori per Scope (fonte: GreenRouter)

Si nota come a impattare maggiormente siano le emissioni indirette di Scope 2, per l'86,4% sul totale, e a seguire Scope 3 che impatta per il 12,4%. Le emissioni dirette di Scope 1 hanno un peso pari all'1,1% sul totale prodotto.

È, inoltre, possibile visualizzare dati di output più dettagliati rispetto a quelli mostrati fin qui. Infatti, come già spiegato nella sezione dedicata alla presentazione della piattaforma, rimanendo sempre sul tab *Report* è possibile accedere a report specifici per le emissioni dei magazzini, dei punti vendita e per le attività di trasporto.

Per quanto riguarda i magazzini, si riporta nelle figure seguenti ciò che la piattaforma ha restituito in output. In particolare, in una prima parte della schermata, visibile in *Figura 68 – Dati report magazzini parte 1*, sono riportati i dati generali delle emissioni dei magazzini, che includono anche i transit point, con i dettagli in merito alla suddivisione per scope e alle emissioni generate dai consumi di elettricità e combustibile. La seconda parte della schermata, invece, visibile in *Figura 69 - Dati report magazzini parte 2*, è dedicata ai consumi elettrici e di combustibili. Ciò che si nota è che le attività dei magazzini e dei transit point contribuiscono alle emissioni per un valore pari a 7,04 tonnellate di CO₂e, di cui 6,23 tonnellate appartenenti allo Scope 1 e 0,81 tonnellate appartenenti allo Scope 3.

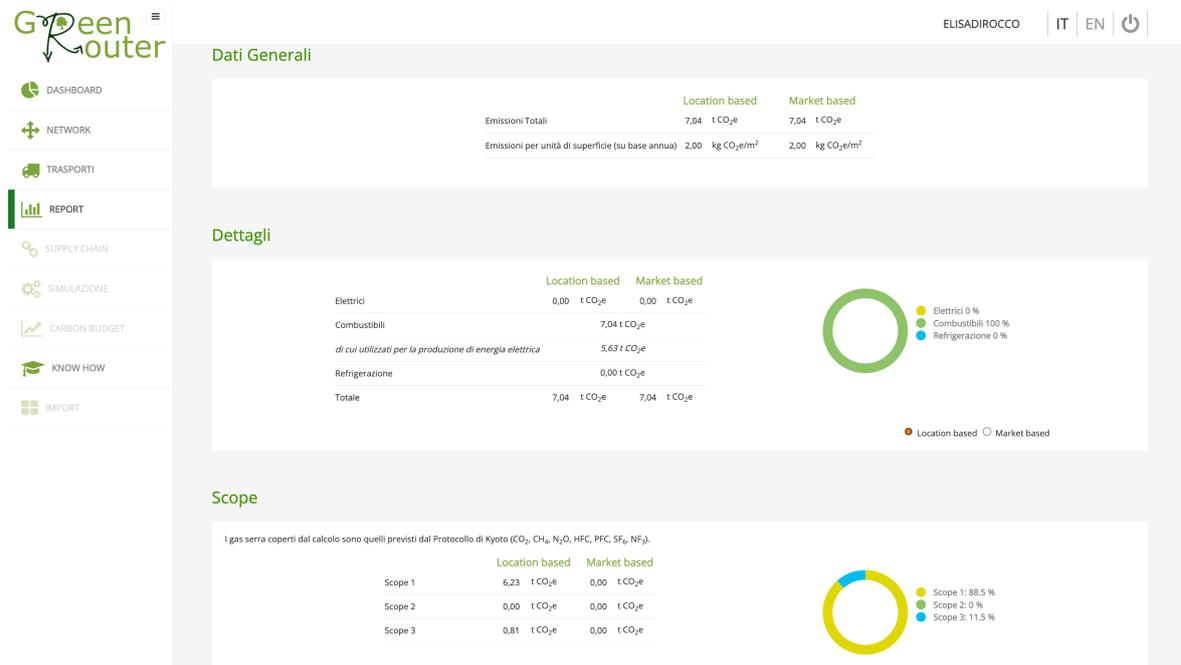


Figura 68 - Dati report magazzini parte 1 (fonte: GreenRouter)

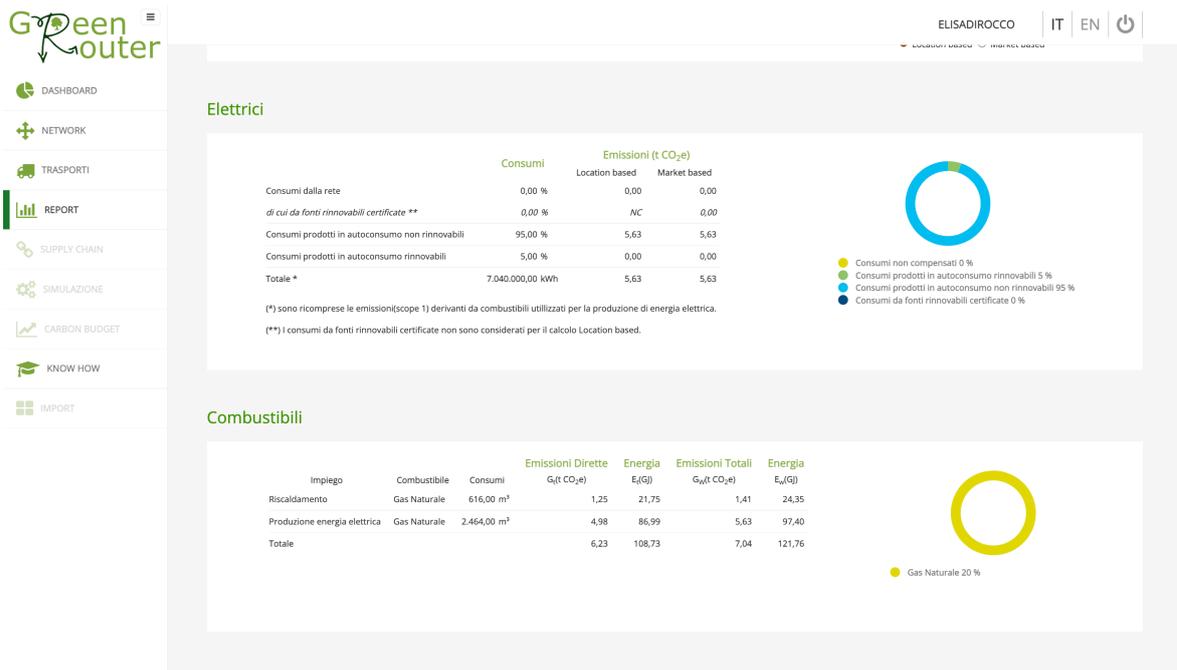


Figura 69 - Dati report magazzini parte 2 (fonte: GreenRouter)

Per quanto riguarda il report dei punti vendita, come già spiegato nel paragrafo dedicato alla presentazione della piattaforma, anch'esso segue la stessa struttura del report dei magazzini, pertanto, anche in questo caso ci sarà una prima parte della schermata dedicata ai dati in generale e una seconda parte che offre un focus sui consumi di elettricità e combustibili.

Si riportano nelle figure seguenti le due parti della schermata.

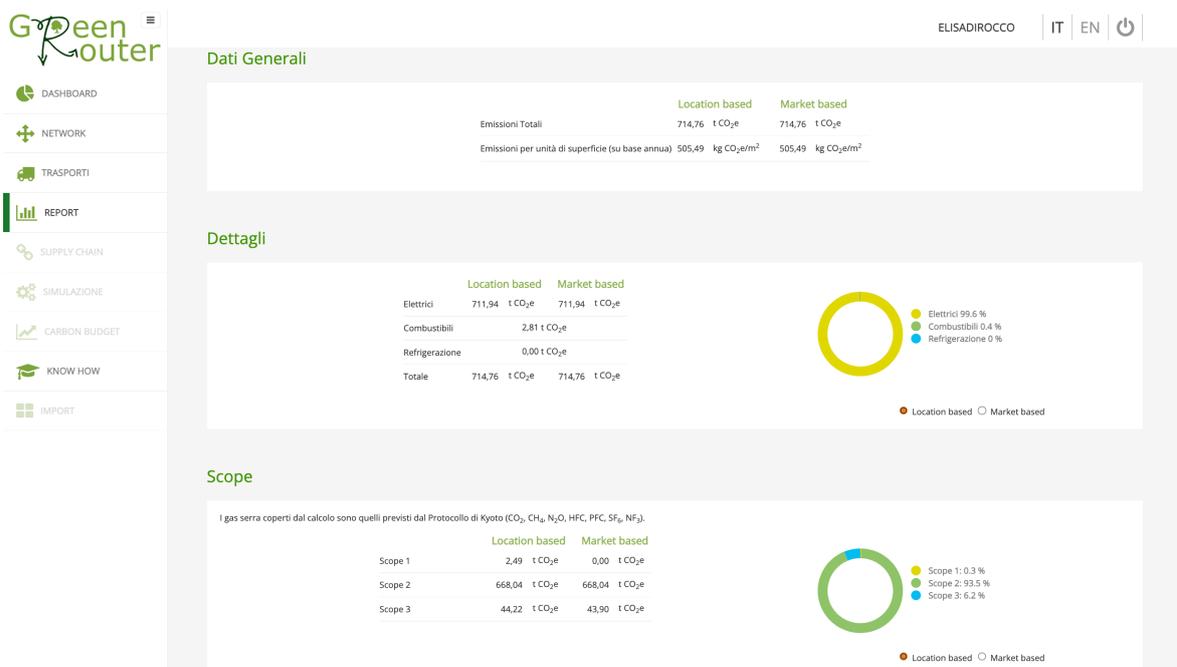


Figura 70 - Dati report punti vendita parte 1 (fonte: GreenRouter)

In questo caso i punti vendita contribuiscono al totale delle emissioni per un valore pari 714,76 tonnellate di CO₂e, di cui 2,49 tonnellate classificate come Scope 1, 668,04 tonnellate classificate con Scope 2 e le restanti 44,22 tonnellate classificate come Scope 3. Per ciò che, invece, riguarda i consumi elettrici e di combustibile è possibile notare come il 100% dei consumi siano non compensati; quindi, questo dato potrebbe rappresentare un possibile spunto di riflessione per attuare delle strategie volte a incrementare i consumi da fonti rinnovabili. In generale, la struttura di questi report come già ripetuto più volte, consente di analizzare in profondità l'origine delle emissioni della propria supply chain dando, quindi, alle aziende che utilizzano questa piattaforma, o delle piattaforme simili a questa, la possibilità di poter valutare l'introduzione di strategie e azioni correttive necessarie per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati.

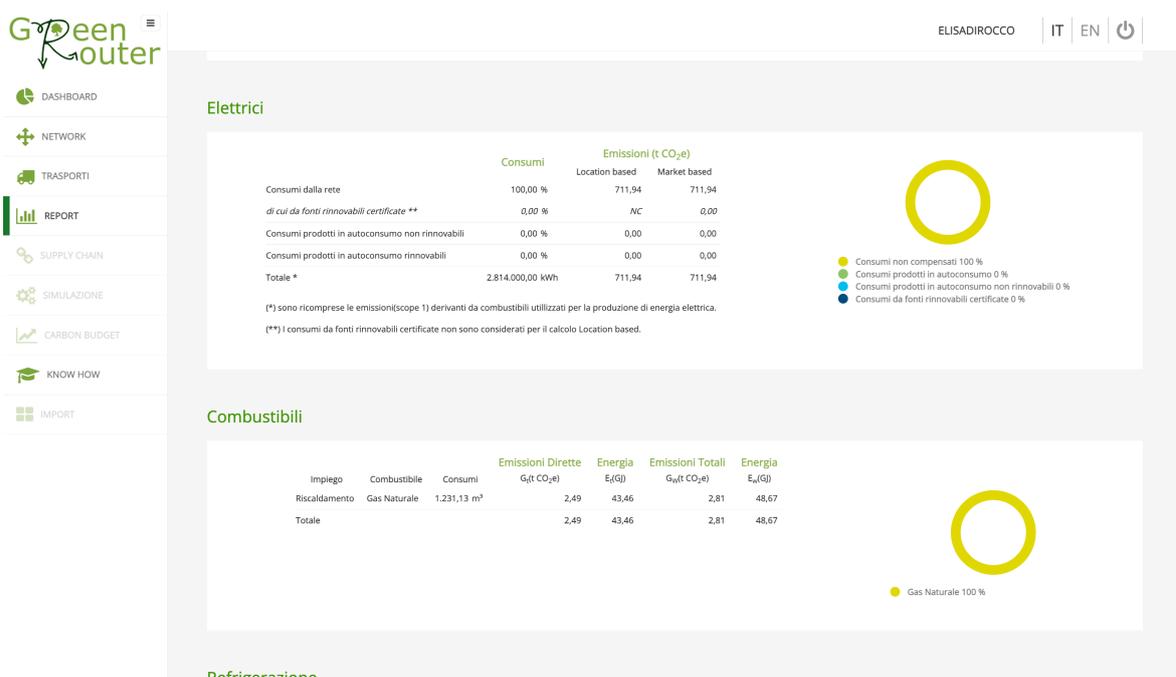


Figura 71 - Dati report punti vendita parte 2 (fonte: GreenRouter)

Ultimo report che sarà analizzato, tra quelli standard disponibili nella piattaforma, è quello dedicato alle attività di trasporto. Tra tutti questo è il report che maggiormente permette di poter analizzare la situazione attuale della supply chain implementata sulla piattaforma e di poter fare un confronto tra diversi scenari di trasporto in modo da guidare le aziende nelle proprie scelte in merito. Nella prima parte della schermata sono riportati i dati generali

sull'attività di trasporto, in particolare, come è possibile vedere in *Figura 72 – Dati report trasporto diesel parte 1*, i dati restituiti in output sono:

- Numero viaggi
- Numero consegne
- Distanza totale percorsa
- Emissioni WtW (Well to Wheel, emissioni di CO₂e dal pozzo alla ruota)
- Energia consumata WtW
- Emissioni TtW (Tank to Wheel, emissioni generate dal viaggio)
- Energia consumata TtW
- Tonnellate per chilometro

Ognuno di questi dati è riferito al periodo di analisi impostato sulla piattaforma e modificabile cliccando sul tasto *Filtro*.

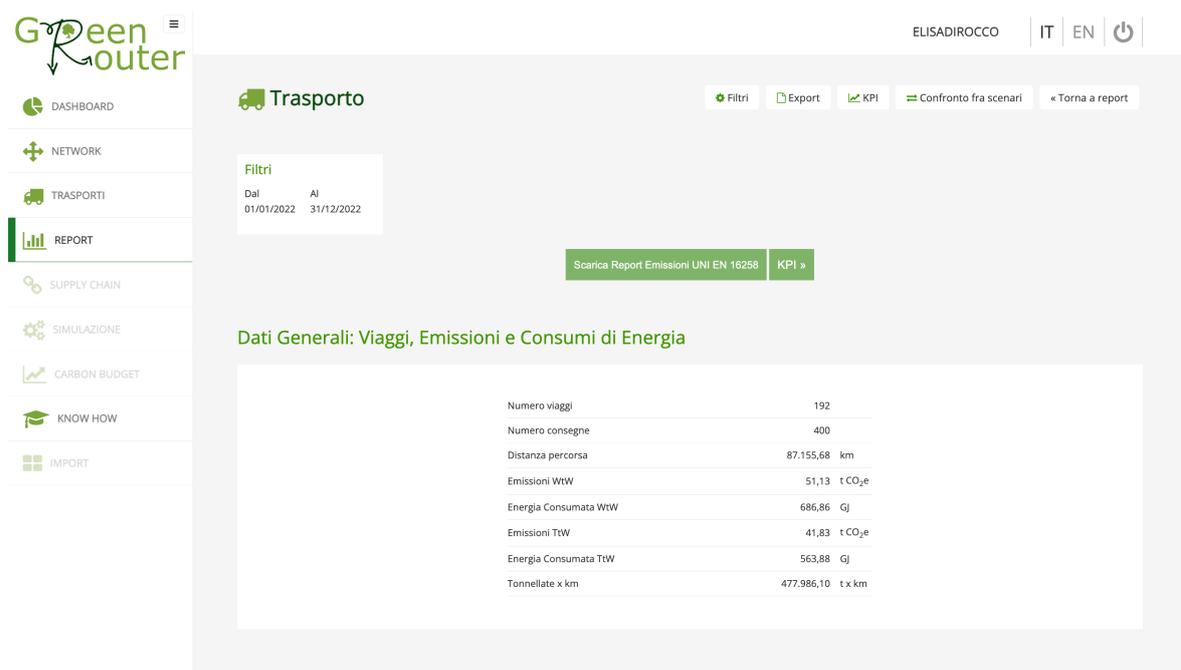
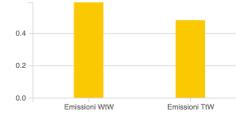


Figura 72 - Dati report trasporti diesel parte 1 (fonte: GreenRouter)

Ciò che emerge dai dati restituiti in output è che le attività di trasporto generano un valore di *Emissioni WtW* pari a 51,13 tonnellate di CO₂e ed un valore di *Emissioni TtW* pari a 41,83 tonnellate di CO₂e. La seconda parte della schermata, *Figura 73 – Dati report trasporti diesel parte 2*, offre un focus sui dati unitari per chilometro e sulle emissioni mensili, riportando i valori di emissioni WtW e TtW e la media su tutto il periodo di analisi. I dati ottenuti sono visibili nella figura seguente.

Dati Unitari

Emissioni WW	0,59	kg CO ₂ e/km
Energia Consumata WW	7,88	MJ/km
Emissioni TW	0,48	kg CO ₂ e/km
Energia Consumata TW	6,47	MJ/km



Dati Mensili

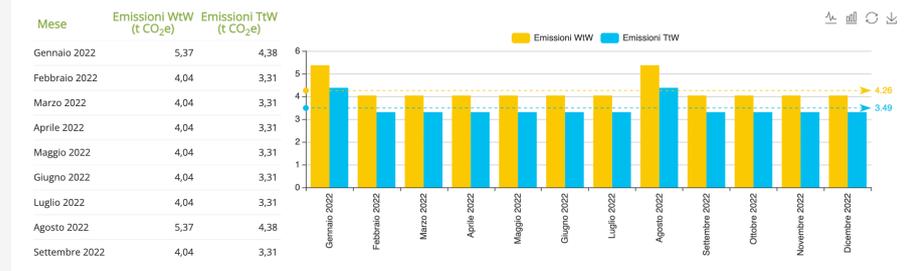


Figura 73 - Dati report trasporti diesel parte 2 (fonte: GreenRouter)

Infine, la terza parte della schermata è dedicata alla tipologia di vezione. In particolare, fornisce informazioni sulle distanze percorse per tipologia di vezione e il relativo consumo di energia e produzione di emissioni. Si riporta la schermata in *Figura 74 – Dati report trasporti diesel parte 3*.

Distanze per vezione

Stradale	66.719,68	km
Ferroviaria	0,00	km
Navale	20.436,00	km
Aerea	0,00	km



Emissioni e Consumo di Energia per Veazione

	G _{ww} (t CO ₂ e)	e _{ww} (GJ)	G _{tw} (t CO ₂ e)	e _{tw} (GJ)
Stradale	45,06	608,43	36,23	491,86
Ferroviaria	0,00	0,00	0,00	0,00
Navale	6,06	78,43	5,60	72,03
Aerea	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	51,13	686,86	41,83	563,88

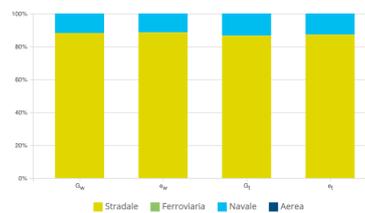


Figura 74 - Dati report trasporti diesel parte 3 (fonte: GreenRouter)

Da ciò che emerge dai risultati ottenuti, è possibile notare come la vezione stradale sia quella più utilizzata, per costruzione della supply chain, e di conseguenza sia anche la più impattante. La disponibilità di informazioni di questo tipo rappresenta una grande opportunità per le aziende che usufruiscono di tali servizi, in quanto in questo modo avrebbero la possibilità di capire e localizzare le criticità presenti e trovare delle soluzioni alternative.

È difficile non notare come la qualità dei dati, e delle informazioni contenute in essi, sia di gran lunga superiore rispetto ai dati ottenuti su Carbon Footprint Management e AG-TS Energy. Infatti, grazie all'utilizzo di una piattaforma del genere le aziende riuscirebbero ad avere un ottimo controllo sull'impatto delle proprie attività produttive e logistiche e, grazie anche alla possibilità data dalla piattaforma di poter confrontare diversi scenari alternativi, hanno a disposizione la possibilità di simulare ciò che potrebbero ottenere dall'implementazione di quello specifico scenario. Questo è molto utile, poiché le aziende avrebbero un ulteriore strumento che li guiderebbe nei loro processi decisionali aiutandole a intraprendere la soluzione più adatta alle loro esigenze.

5.7 Confronto tra scenari di trasporto alternativi su GreenRouter

Per poter sfruttare a pieno tutte le potenzialità che la piattaforma di GreenRouter offre, questo paragrafo sarà dedicato al confronto tra due scenari di trasporto alternativi, facendo sempre riferimento al caso aziendale presentato nel capitolo 4. In particolare, il primo scenario da confrontare sarà lo scenario di trasporto tradizionale con tipologia di alimentazione dei mezzi di trasporto Diesel e coincide con ciò che è stato implementato e descritto fino ad ora. Il secondo scenario da implementare, invece, utilizzerà dei mezzi di trasporto con alimentazione a LNG (Liquefied natural gas), CNG (compressed natural gas) ed elettrica. Questi due scenari saranno confrontati sia in termini di emissioni di CO₂ ma anche in termini economici, valutando il costo dell'investimento e i costi di gestione della flotta mezzi.

Per una maggiore comprensione della differenza tra le due alternative, si riportano di seguito la Tabella 5 – Dati sulle rotte di consegna scenario Diesel, in cui sono presenti le informazioni dello scenario tradizionale con alimentazione Diesel.

Tabella 5 - Dati sulle rotte di consegna scenario Diesel

ID Viaggio	Partenza-Arrivo	Distanza(km)	Carico(t)	Tipo mezzo
1	MG-Centrale (MI) - Porto Genova	175,43	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
1	Porto Genova - Porto Civitavecchia	425	16	Nave porta container

1	Porto Civitavecchia - MG-Periferico (VT)	57	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
2	MG-Stabilimento - MG-Centrale (MI)	159,51	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
3	MG-Stabilimento - PV Torino	10,69	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
3	PV Torino - PV Cuneo	97	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
4	MG-Centrale (MI) - PV Milano	29,3	1,2	Furgone motore Diesel Euro 6
4	PV Milano - PV Verona	155	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
4	PV Verona - PV Bologna	184	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
5	MG-Periferico (VT) - PV Firenze	221	1,2	Furgone motore Diesel Euro 6
5	PV Firenze - PV Pescara	397	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
5	PV Pescara - PV Roma	123	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
6	MG Periferico (VT) - PV Napoli	306,98	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
6	PV Napoli- PV Bari	271,19	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
7	MG-Centrale (MI) - Porto Genova	175,43	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
7	Porto Genova - Porto Catania	1278	16	Nave porta container
7	Porto Catania – MG-Periferico (CT)	12	16	Autotreno motore Diesel Euro 6
8	MG-Periferico (CT) – PV Catania	23,13	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
8	PV Catania – PV Palermo	185,45	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6
9	MG- Centrale (MI) – PV Sondrio	132	0,8	Furgone motore Diesel Euro 6
9	PV Sondrio – PV Trento	163	0,4	Furgone motore Diesel Euro 6

Analizzando ulteriormente le tratte, è possibile ricavare la distanza percorsa su strada per ogni ID Viaggio, escludendo quindi le distanze navali percorse in alcune tratte. Da ciò che emerge, si nota come sia possibile effettuare con alimentazione elettrica le rotte di consegna dei seguenti ID Viaggio:

- ID Viaggio 3
- ID Viaggio 8
- ID Viaggio 9

Questo perché queste tratte coprono una distanza inferiore ai 370 km, valore che rappresenta in media l'autonomia di un veicolo commerciale ad alimentazione elettrica. Per quanto riguarda, invece, le restanti rotte di consegna, ossia:

- ID Viaggio 4
- ID Viaggio 5
- ID Viaggio 6

Saranno utilizzati veicoli commerciali ad alimentazione CNG, dato la distanza coperta da queste rotte di consegna è superiore ai 370 km.

Infine, per le rotte di consegna che coprono il rifornimento tra i diversi magazzini, ossia ID Viaggio 1, 2 e 7, saranno utilizzati dei mezzi pesanti con alimentazione LNG.

Si riporta nella tabella seguente una schematizzazione di quanto appena descritto.

Tabella 11 – Dati sulle rotte di consegna scenario sostenibile

ID Viaggio	Nodo Partenza	Nodo Arrivo	Distanza (km)	Tipo mezzo
1	MG-Centrale (MI)	MG-Periferico (VT)	232,43	Autotreno motore LNG Euro 6
2	MG-Stabilimento (TO)	MG-Centrale (MI)	159,51	Autotreno motore LNG Euro 6
3	MG-Stabilimento (TO)	PV-Cuneo	107,69	Furgone motore elettrico Euro 6
4	MG-Centrale (MI)	PV-Bologna	368,3	Furgone motore CNG Euro 6
5	MG-Periferico (VT)	PV-Roma	741	Furgone motore CNG Euro 6
6	MG-Periferico (VT)	PV-Bari	578	Furgone motore CNG Euro 6
7	MG-Centrale (MI)	MG-Periferico (CT)	187,34	Autotreno motore LNG Euro 6
8	MG-Periferico (CT)	PV-Palermo	208,58	Furgone motore elettrico Euro 6
9	MG-Centrale (MI)	PV-Trento	295	Furgone motore elettrico Euro 6

Per ciò che riguarda le distanze percorse con il trasporto navale, la tipologia di trasporto rimane invariata tra i due scenari.

Implementando su GreenRouter lo scenario alternativo appena presentato, ciò che si ottiene è una riduzione molto significativa delle emissioni di CO₂ pari al 30%, considerando solo la vezione stradale, ossia quella che è stata oggetto di analisi e modifica. In particolare, ciò che restituisce in output GreenRouter è rappresentato nelle figure seguenti, in cui grazie all'opzione *Confronto fra scenari*, accessibile dal tab *Report Trasporti*, è stato possibile effettuare tale confronto.

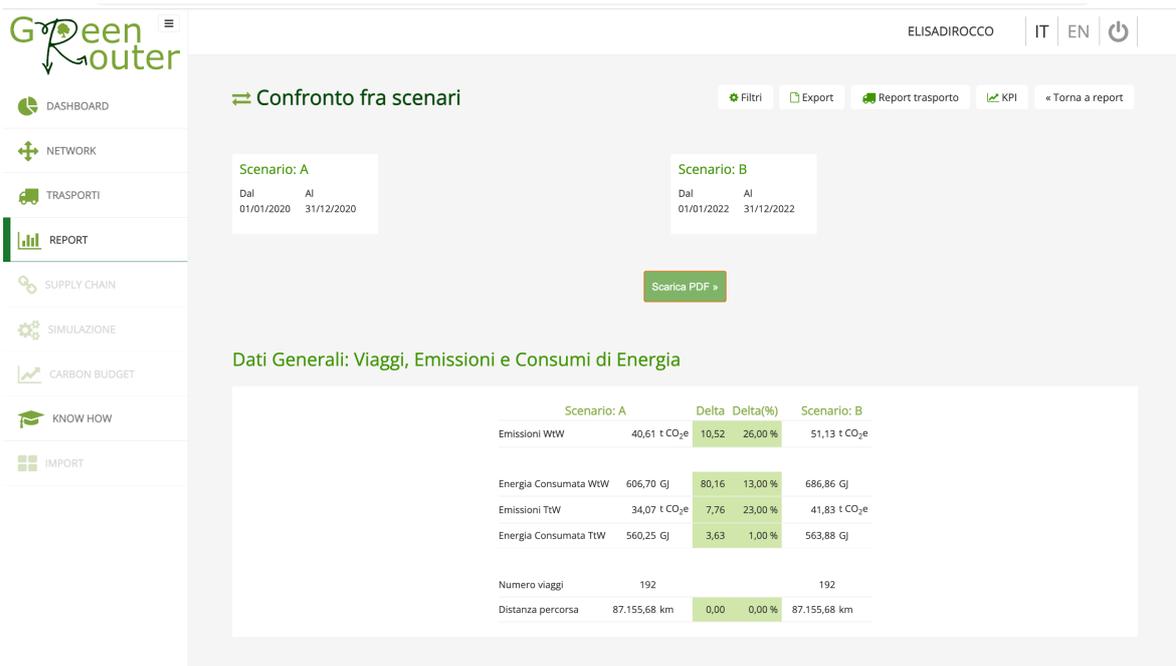


Figura 75 - Confronto fra scenari, dati generali (fonte: GreenRouter)

In Figura 75 – Confronto fra scenari, dati generali, sono riportati i dati generali dei due scenari A e B. Lo scenario A è lo scenario sostenibile dove sono stati impiegati mezzi con alimentazione LNG, CNG ed elettrica; lo scenario B, invece, rappresenta lo scenario di trasporto tradizionale con alimentazione Diesel. Come si può notare dai dati presenti in figura, le Emissioni WtW sono diminuite del 26%, passando da un valore di 51,13 tonnellate di CO₂e ad un valore di 40,61 tonnellate di CO₂e. Anche le Emissioni TtW hanno registrato una diminuzione significativa pari al 23%. Mentre per ciò che riguarda i consumi di energia Wtw e Ttw, queste hanno avuto una riduzione pari rispettivamente al 13% e al 1%.

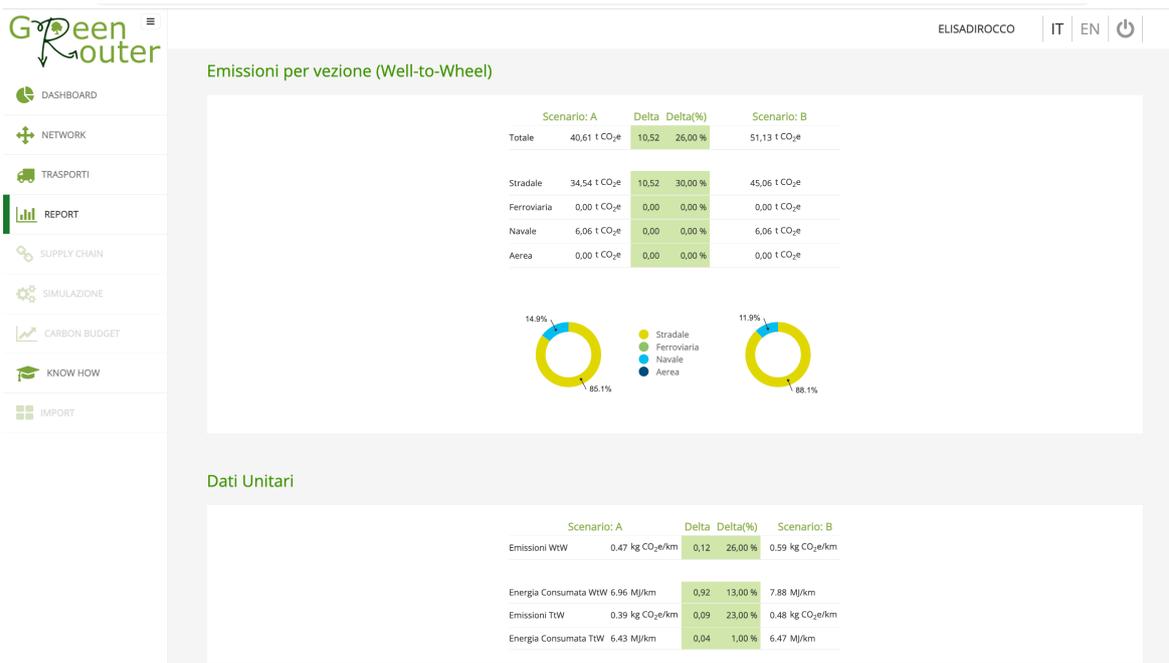


Figura 76 - Confronto tra scenari, emissioni per vezione e dati unitari (fonte: GreenRouter)

Nella seconda parte della schermata, *Figura 76 – Confronto tra scenari, emissioni per vezione e dati unitari*, sono riportati i valori delle emissioni categorizzati per tipologia di vezione e si può notare, come già anticipato prima, che le emissioni per il trasporto su strada sono diminuite del 30% passando da un valore di 45,06 tonnellate di CO₂e ad un valore di 34,54 tonnellate di CO₂e. Per ciò che riguarda, invece, i valori dei dati unitari questi presentano la stessa riduzione percentuale dei valori totali come preventivato.

Infine, nell'ultima parte della schermata sono riportati i dati in merito alle distanze per vezione percorse, ma tali dati non hanno subito alcuna variazione tra i due scenari poiché non sono state modificate le rotte di trasporto.

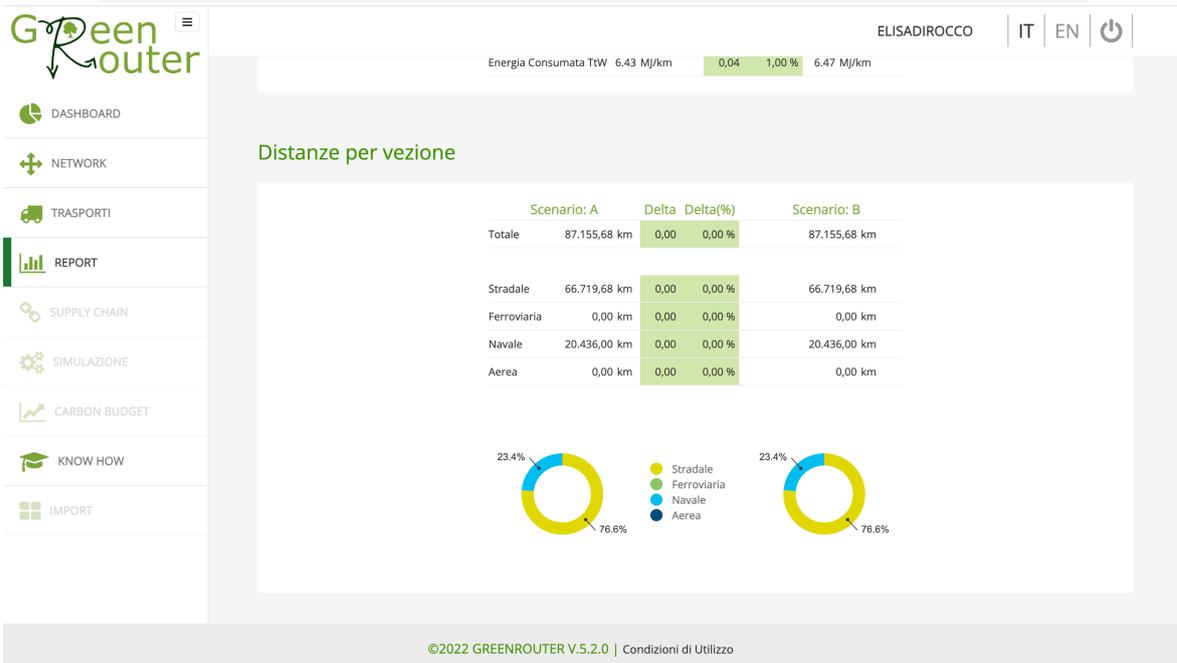


Figura 77 - Confronto tra scenari, distanze per vezione (fonte: GreenRouter)

Ultimo dato rilevante per poter effettuare un confronto tra questi due scenari sono i dati relativi alle emissioni mensili. Per lo scenario B, con alimentazione Diesel, è possibile fare riferimento a *Figura 73 - Dati report trasporti diesel parte 2*, dove la media sul periodo di analisi delle emissioni WtW è pari a 4,26 tonnellate di CO₂e e la media delle emissioni TtW è pari a 3,49 tonnellate di CO₂e. Per lo scenario A, invece, è possibile fare riferimento alla figura sottostante, *Figura 78 – Dati mensili report trasporti, scenario sostenibile*, e si può notare come, implementando questo scenario, il valore delle emissioni mensili WtW e TtW scenderebbe rispettivamente a 3,39 tonnellate di CO₂e e 2,84 tonnellate di CO₂e.



Figura 78 - Dati mensili report trasporti, scenario sostenibile (fonte: GreenRouter)

Come già anticipato, al fine di effettuare un'analisi il più possibile realistica, dopo aver confrontato i due scenari alternativi in termini di emissioni di CO₂ si procederà al confronto

anche in termini economici, in modo da simulare i processi decisionali cui si trova davanti un'azienda che deve valutare l'introduzione di una flotta mezzi in linea con i propri obiettivi di sostenibilità prefissati e quelli imposti dalle regolamentazioni vigenti. Pertanto, sarà effettuata un'analisi dei costi sia per lo scenario A che per lo scenario B, considerando in entrambi i casi i costi di gestione della flotta mezzi.

5.7.1 Analisi dei costi scenario B

Per poter procedere all'analisi dei costi dello scenario B, innanzitutto, è necessario conoscere le distanze percorse dalla flotta mezzi. Si riportano nella tabella seguente le distanze percorse su strada per ogni ID Viaggio.

Tabella 12 - Dati sulle distanze per ID Viaggio

ID Viaggio	Distanza (km)	Distanza in un anno (km/anno)	Tipologia mezzo
1	232,43	2.789,16	Autotreno Diesel
2	159,51	1.914,12	Autotreno Diesel
3	107,69	2.799,94	Furgone Diesel
4	368,3	9.575,8	Furgone Diesel
5	741	19.266	Furgone Diesel
6	578	15.028	Furgone Diesel
7	187,43	2.249,16	Autotreno Diesel
8	208,58	5.423,08	Furgone Diesel
9	295	7.670	Furgone Diesel

Sulla base di queste informazioni è possibile conoscere mediamente le distanze percorse annualmente dalle due tipologie di mezzo, ovvero:

Tabella 13 - Distanze per tipologia mezzo scenario B

Tipologia mezzo	Distanza annuale percorsa (km/anno)
Autotreno Diesel	6.952,44
Furgone Diesel	59.762,82

I mezzi presi in considerazione per l'analisi dei costi sono i seguenti:

Tabella 14 - Prezzo di listino mezzi scenario B

Mezzo	Prezzo di listino
IVECO - Daily 65 C18H3.0 V H2 4100 HD	55.500,00 €
IVECO - S-Way AS 440 S42T/FP hi-tronix	171.630,00 €

Di seguito si riportano le schede tecniche dei due mezzi.

Scheda tecnica		Confronta			
Motore					
Cilindrata	2998	Cavalli		Alimentazione	Diesel
KW	132	Configurazione / N cilindri	4	Cambio	Manuale
Ridotte	Si	N. Marce	6	Trazione	Posteriore
Cavalli Fiscali	26	Coppia max (nm/giri)	430/1600	Numero Giri	3500
Valvole	4	Euro	6	Emissioni CO2	
Dimensioni, pesi					
Altezza (cm)	228	Larghezza (cm)	205	Lunghezza (cm)	700
Passo (cm)	4.1	Assi ant.	1	Assi post.	1
Assi totali	2	Numero ruote	6	Peso Rimorchiabile	
Peso a vuoto	24.54	Peso totale a terra	65.00	PTCMTC	100.00
Pneumatici Ant.	225/75 R16	Pneumatici Post.	225/75 R16	Posti	3
Porte	2				

Figura 79 - Scheda tecnica IVECO - Daily 65 C18H3.0 V H2 4100 HD (fonte: Motornet.it)

Scheda tecnica		Confronta			
Motore					
Cilindrata	11118	Cavalli		Alimentazione	Diesel
KW	309	Configurazione / N cilindri	6	Cambio	Automatico
Ridotte	Si	N. Marce	12	Trazione	Posteriore
Cavalli Fiscali	62	Coppia max (nm/giri)	2000/870	Numero Giri	1900
Valvole	4	Euro	6	Emissioni CO2	
Dimensioni, pesi					
Altezza (cm)	383	Larghezza (cm)	255	Lunghezza (cm)	607
Passo (cm)	3.65	Assi ant.	1	Assi post.	1
Assi totali	2	Numero ruote	6	Peso Rimorchiabile	
Peso a vuoto	69.95	Peso totale a terra	180.00	PTCMTC	440.00
Pneumatici Ant.	315/70 R22,5	Pneumatici Post.	315/70 R22,5	Posti	2
Porte	2				

Figura 80 - Scheda tecnica IVECO - S-Way AS 440 S42T/FP hi-tronix (fonte: Motornet.it)

Sono da considerare, inoltre, ulteriori dati aggiuntivi sui consumi medi di carburante dei due mezzi, il numero di mezzi da acquistare, il prezzo del carburante (aggiornato al 4 agosto 2022 fonte: <https://www.motorbox.com/auto/magazine/auto-novita/aumenti-prezzi-carburante-italia-benzina-gasolio-gpl-metano>) e la vita utile dei due mezzi per poter calcolare la quota di ammortamento. Tali informazioni sono riportate nella tabella seguente e saranno utili per determinare il costo dell'investimento iniziale e i costi di gestione della flotta mezzi. In particolare, le voci *Consumo diesel autotreno/anno* e *Consumo diesel furgone/anno* sono state calcolate considerando i valori medi dei consumi di carburante per

i due mezzi e le distanze annuali mediamente percorse. Inoltre, le quote di ammortamento sono poi da moltiplicare per il numero di mezzi acquistati per ciascuna tipologia.

Tabella 15 - Ulteriori dati utili scenario B

N° autotreni Diesel da acquistare	3 pz
N° furgoni Diesel da acquistare	6 pz
Consumo medio di carburante per Furgone	11 l/100km
Consumo medio di carburante per Autotreno	29 l/100km
Consumo diesel autotreno/anno	2.016,2076 l
Consumo diesel furgone /anno	6.573,9102 l
Costo medio del Diesel	1,981 €/l
Vita utile Furgone	5 anni
Vita utile autotreno	10 anni
Quota di ammortamento autotreno	17.163 €/anno
Quota di ammortamento furgone	11.100 €/anno

In questo modo è possibile quantificare il valore dell'investimento iniziale necessario per l'acquisto della flotta mezzi che è dato dalla somma dei valori riportati nella tabella sottostante.

Tabella 16 – Investimento iniziale scenario B

Investimento Iniziale	
Costo di acquisto flotta autotreni	514.890,00 €
Costo di acquisto flotta furgoni	333.000,00 €
Totale Investimento	847.890,00 €

Per quanto riguarda, invece, i costi di gestione questi sono stati analizzati costruendo tre conti economici in modo da tenere conto del valore dell'ammortamento della flotta mezzi. Il primo conto economico copre un periodo che va dal 1° anno al 5° anno, in cui sono presenti entrambe le quote di ammortamento, il secondo conto economico copre un periodo che va dal 6° anno al 10° in cui è presente solo la quota di ammortamento per gli autotreni, infine il terzo conto economico copre gli anni successivi al decimo. Le voci di costo presenti sono:

- Costo del carburante
- Ammortamento mezzi

Non sono stati presi in considerazione i costi di manutenzione poiché sarebbero stati presenti in entrambi gli scenari e sarebbero risultati, quindi, superflui ai fini del confronto. I risultati ottenuti sono riportati nel prospetto seguente.

Tabella 17 - Costi di gestione scenario B

	CE 1° anno - 5° anno	CE 6° anno - 10°anno	CE anni successivi
Costo carburante /anno	17.017,02 €	17.017,02 €	17.017,02 €
Ammortamento mezzi	118.089,00 €	51.489,00 €	-
Totale	135.106,02 €	68.506,02 €	17.017,02 €

5.7.2 Analisi dei costi scenario A

Facendo riferimenti ai dati presenti in *Tabella 12 – Dati sulle distanze per ID Viaggio* e ricordando, come già spiegato in precedenza, la tipologia di mezzo utilizzata per ogni ID Viaggio (si faccia riferimento ai dati presenti in *Tabella 11 – Dati sulle rotte di consegna scenario sostenibile*) è possibile determinare le distanze annuali mediamente percorse da ogni mezzo. Si riportano i valori ottenuti nella tabella seguente.

Tabella 18 - Distanze per tipologia di mezzo scenario A

Tipologia mezzo	Distanza annuale percorsa (km/anno)
Autotreno LNG	6.952,44
Furgone CNG	43.869,8
Furgone elettrico	15.893,02

I mezzi presi in considerazione per l'analisi dei costi sono i seguenti:

Tabella 19 - Prezzi di listino mezzi scenario A

Mezzo	Prezzo di listino
IVECO - S-Way NP AS 440 S46T/FP 1LNG hi-tronix	253.650,00 €
IVECO - Daily 65 C14N 4100 cab. HD	58.720,00 €
FIAT - eDucato 42.5 MH1 122cv 79kWh cabinato	85.400,00 €

Di seguito si riportano le schede tecniche dei mezzi presi in considerazione.

Scheda tecnica		Confronta			
Motore					
Cilindrata	2998	Cavalli		Alimentazione	Metano
KW	100	Configurazione / N cilindri	4	Cambio	Manuale
Ridotte	Si	N. Marce	6	Trazione	Posteriore
Cavalli Fiscali	26	Coppia max (nm/giri)	350/1500	Numero Giri	3500
Valvole	4	Euro	6	Emissioni CO2	
Dimensioni, pesi					
Altezza (cm)	228	Larghezza (cm)	205	Lunghezza (cm)	700
Passo (cm)	4.1	Assi ant.	1	Assi post.	1
Assi totali	2	Numero ruote	6	Peso Rimorchiabile	
Peso a vuoto	26.04	Peso totale a terra	65.00	PTCMTC	100.00
Pneumatici Ant.	225/75 R16	Pneumatici Post.	225/75 R16	Posti	3
Porte	2				

Figura 81 - Scheda tecnica IVECO - Daily 65 C14N 4100 cab. HD (fonte: Motornet.it)

Scheda tecnica		Confronta			
Motore					
Cilindrata	12800	Cavalli		Alimentazione	Metano
KW	338	Configurazione / N cilindri	6	Cambio	Automatico
Ridotte	Si	N. Marce	12	Trazione	Posteriore
Cavalli Fiscali	50	Coppia max (nm/giri)	2000/1100	Numero Giri	1900
Valvole		Euro	6	Emissioni CO2	
Dimensioni, pesi					
Altezza (cm)	381	Larghezza (cm)	255	Lunghezza (cm)	625
Passo (cm)	3.8	Assi ant.	1	Assi post.	1
Assi totali	2	Numero ruote	6	Peso Rimorchiabile	
Peso a vuoto	71.50	Peso totale a terra	180.00	PTCMTC	440.00
Pneumatici Ant.	315/70 R22,5	Pneumatici Post.	315/70 R22,5	Posti	2
Porte	2				

Figura 82 - Scheda tecnica IVECO - S-Way NP AS 440 S46T/FP 1LNG hi-tronix (fonte: Motornet.it)

Scheda tecnica		Confronta			
Motore					
Cilindrata		Cavalli		Alimentazione	Elettrico
KW	90	Configurazione / N cilindri		Cambio	Automatico
Ridotte	Si	N. Marce		Trazione	Anteriore
Cavalli Fiscali		Coppia max (nm/giri)	280	Numero Giri	
Valvole	4	Euro	6	Emissioni CO2	
Dimensioni, pesi					
Altezza (cm)	225	Larghezza (cm)	205	Lunghezza (cm)	541
Passo (cm)	3.45	Assi ant.	1	Assi post.	1
Assi totali	2	Numero ruote	4	Peso Rimorchiabile	
Peso a vuoto	23.05	Peso totale a terra	42.50	PTCMTC	
Pneumatici Ant.	215/75 R16	Pneumatici Post.	215/75 R16	Posti	3
Porte	2				

Figura 83 - Scheda tecnica FIAT - eDucato 42.5 MH1 122cv 79kWh cabinato (fonte: Motornet.it)

In particolare, il furgone elettrico ha un'autonomia di circa 370 km e una batteria da 79kWh, pertanto, in base alle distanze percorse e alla frequenza con cui queste vengono effettuate è stato possibile stimare il numero medio di ricariche complete effettuate durante l'anno. Tale valore è pari a circa 78 ricariche. Questo dato sarà utile per calcolare i costi di gestione di questa flotta mezzi. Ulteriori dati necessari per il calcolo dell'investimento iniziale e dei costi di gestione sono riportati nella tabella seguente. I prezzi dell'energia e del CNG/LNG sono aggiornati al 4 agosto 2022.

Tabella 20 - Ulteriori dati scenario A

N° autotreno LNG da acquistare	3 pz
N° furgoni CNG da acquistare	3 pz
N° furgoni elettrici da acquistare	3 pz
Consumo medio LNG per autotreno	25,5 kg/100 km
Consumo medio CNG per furgone	8,6 kg/100 km
Consumo medio energia elettrica per una ricarica	79 kWh
n° di ricariche medio in un anno	78
prezzo medio CNG/LNG	2,31 €/kg
prezzo medio energia	0,7 €/kWh
Consumo LNG autotreno/anno	1.772,8722 kg
Consumo CNG furgone /anno	3.772,8028 kg
Consumo energia furgone /anno	6.162 kWh
Costo LNG	4.095,334782 €
Costo CNG	8.715,174468 €
Costo energia	4.313,4 €

Vita utile Furgone	5 anni
Vita utile autotreno	10 anni
Ammortamento autotreno	25.365 €/anno
Ammortamento furgone CNG	11.744 €/anno
Ammortamento furgone elettrico	17.080 €/anno

In particolare, le voci *Consumo LNG autotreno/anno*, *Consumo CNG furgone/anno* e *Consumo energia furgone/anno* sono stati calcolati considerando i consumi medi su 100 km per LNG e CNG in relazione alle distanze annuali mediamente percorse, mentre per l'energia elettrica è stato considerato il numero di ricariche mediamente effettuate in un anno in relazione alla capacità della batteria. Inoltre, le quote di ammortamento sono poi da moltiplicare per il numero di mezzi acquistati.

Sulla base di valori sopra riportati è possibile quantificare il valore dell'investimento iniziale necessario per l'acquisto della flotta mezzi che è dato dalla somma dei valori riportati nella tabella sottostante.

Tabella 21 - Investimento iniziale scenario A

Investimento Iniziale	
Costo di acquisto flotta autotreni LNG	760.950,00 €
Costo di acquisto flotta furgoni CNG	176.160,00 €
Costo di acquisto flotta furgoni elettrici	256.200,00 €
Totale Investimento	1.193.310,00 €

Per ciò che riguarda i costi di gestione, come nel caso precedente sono stati costruiti 3 conti economici che permettano di considerare le quote di ammortamento dei mezzi. La suddivisione temporale dei conti economici è la medesima rispetto allo scenario B e le voci di costo analizzate sono le seguenti:

- Costo LNG/anno
- Costo CNG/anno
- Costo energia elettrica/anno
- Ammortamento mezzi

Come nel caso precedente non sono stati presi in considerazione i costi di manutenzione poiché ritenuti superflui ai fini del confronto. I risultati ottenuti sono riportati di seguito.

Tabella 22 - Costi di gestione scenario A

	CE 1° anno - 5° anno	CE 6° anno - 10°anno	CE anni successivi
Costo carburante LNG/anno	4.095,33 €	4.095,33 €	4.095,33 €
Costo carburante CNG /anno	8.715,17 €	8.715,17 €	8.715,17 €
Costo energia elettrica	4.313,40 €	4.313,40 €	4.313,40 €
Ammortamento mezzi	162.567,00 €	76.095,00 €	-
Totale	179.690,91 €	93.218,91 €	17.123,91 €

Ciò che è possibile notare è che come preventivato il valore dell'investimento iniziale dello scenario A è più elevato rispetto allo scenario B, data la tecnologia dei mezzi impiegati che determinano dei costi più elevati. Tuttavia, a causa dell'attuale situazione geopolitica che influenza l'andamento dei prezzi dei carburanti, il costo del gas naturale al chilogrammo è aumentato notevolmente, così come i costi dell'energia elettrica. Infatti, proprio in questo ultimo periodo, è stato registrato un calo significativo delle immatricolazioni dei mezzi ecologici circa pari al 33%. Nonostante ciò, il totale dei costi del conto economico per gli anni successivi al decimo tra i due scenari, in cui non è più presente l'ammortamento dei mezzi, differisce di un centinaio di euro. Pertanto, a fronte di un miglioramento della situazione geopolitica con conseguente diminuzione dei prezzi del gas naturale un investimento in una flotta mezzi costituita da mezzi sostenibili potrebbe essere conveniente non solo dal punto di vista ambientale ma anche dal punto di vista economico, consentendo di ottenere un risparmio sui costi di gestione della flotta.

È importante sottolineare che le analisi condotte e i confronti effettuati sono del tutto esemplificative e sono state utilizzate per mostrare tutte le funzionalità che piattaforme del genere possono offrire e simulare processi decisionali cui le aziende possono essere sottoposte.

Capitolo 6 – Conclusioni: interventi per migliorare la sostenibilità delle Supply Chain

Ciò che emerge dalla lettura di questo lavoro di tesi è sicuramente la centralità del tema della sostenibilità ambientale. Come è già stato ripetuto, costruire delle Supply chain sostenibili è

un primo passo fondamentale verso la costruzione di una società sostenibile. Essere un'azienda che persegue gli obiettivi di sostenibilità può dare dei vantaggi competitivi anche in termini economici poiché ciò consentirebbe di ottenere dei benefici in merito all'efficienza produttiva raggiunta, con conseguente diminuzione dei consumi, dei costi e dei rischi legati all'approvvigionamento di materie prime.

Come è stato possibile vedere nei capitoli precedenti, esistono diversi strumenti che consentono alle aziende di monitorare il proprio livello di emissioni generato dalle attività svolte lungo la supply chain. Il quarto e quinto capitolo sono stati interamente dedicati a questo argomento e, come già più volte sottolineato, le piattaforme di calcolo della carbon footprint sono molto importanti per dare modo alle aziende che le utilizzano di avere visibilità dei punti critici presenti nella propria supply chain e di poter valutare l'introduzione di soluzioni alternative grazie alla possibilità di simulare gli impatti di soluzioni diverse e confrontare i risultati ottenuti nei diversi scenari, come proprio come è stato fatto a titolo esemplificativo nella seconda parte del capitolo cinque. Le valutazioni e le analisi condotte sul confronto tra le piattaforme prese in esame sono, infatti, da considerarsi esemplificative dell'uso di queste piattaforme. L'obiettivo principale di questo lavoro di tesi è quello di presentare le piattaforme di calcolo della carbon footprint come un valido strumento a disposizione delle aziende che le possa aiutare nel perseguire i propri obiettivi di sostenibilità e guidare nella valutazione dell'introduzione di azioni correttive e strategie di lungo periodo in linea con i target internazionali.

A disposizione delle aziende che decidono di intraprendere un simile percorso, come già ampiamente spiegato nei capitoli precedenti, ci sono diverse strategie, che rientrano nelle cosiddette strategie della *Green Supply Chain*, tra cui:

- Eco-design del prodotto
- Green Procurement
- Green Manufacturing
- Green Logistics
- Reverse Logistics

Queste rappresentano delle valide strategie di intervento per migliorare la sostenibilità nelle Supply chain poiché ognuna di esse apporta dei benefici, sia in termini di sostenibilità che in termini economici, in diversi punti della filiera. Tuttavia, come è già stato sottolineato da

studi condotti in merito, l'80% delle emissioni di gas serra è generato dalla catena di fornitura. Pertanto, affinché un'azienda sia sostenibile e lo sia anche l'intera Supply Chain coinvolta nel suo settore di business è fondamentale avere visibilità sulle fonti indirette, ossia sulla catena di fornitura.

Coinvolgere i propri fornitori nel perseguire gli obiettivi di sostenibilità, seguirli e guidarli all'interno del processo sarebbe uno degli interventi necessari per migliorare la sostenibilità delle Supply Chain.

In merito a ciò, un ulteriore intervento che contribuirebbe notevolmente al miglioramento della sostenibilità sarebbe un maggiore impiego della *Blockchain* con l'obiettivo di promuovere le performance di sostenibilità degli attori coinvolti.

Le caratteristiche fondamentali della Blockchain sono:

- Tracciabilità
- Trasparenza
- Decentralizzazione

Se dovessimo dare una definizione di Blockchain, questa potrebbe essere definita come “*un registro di contabilità condiviso e immutabile che facilita il processo di registrazione delle transazioni e la tracciabilità dei beni in una rete commerciale*” [fonte: www.ibm.com].

Il principio di funzionamento che sta alla base di una blockchain è il fatto che le informazioni vengono registrate come un blocco di dati e ogni blocco è collegato a quelli che lo seguono e a quelli che lo precedono, creando appunto una catena irreversibile i cui dati al suo interno non possono essere modificati o manomessi e tutti i partecipanti che hanno accesso al registro distribuito possono visualizzarli. Da ciò derivano i vantaggi della blockchain che si concretizzano in:

- Maggiore fiducia
- Maggiore sicurezza
- Maggiore efficienza

Inizialmente la Blockchain si era diffusa nel settore finanziario e delle criptovalute, ma ad oggi è ampiamente utilizzata anche nella gestione della catena di approvvigionamento per ciò che riguarda la provenienza dei prodotti.

Ulteriore campo in cui potrebbe essere applicata è proprio la tracciabilità della sostenibilità nelle catene di fornitura. La blockchain, infatti, sarebbe un ottimo strumento per registrare e

monitorare le performance di sostenibilità della Supply chain in modo da avere una chiara visibilità di ciò che succede oltre i confini aziendali e tali informazioni sarebbero sicure e certificate.

Questo, quindi, potrebbe essere un valido strumento per incentivare i fornitori a perseguire gli obiettivi di sostenibilità e permettere alle aziende coinvolte che identificare con maggiore facilità i punti critici nella catena. In questo modo sarebbe possibile tracciare con maggiore sicurezza se, ad esempio, l'energia utilizzata per i propri processi produttivi è effettivamente energia proveniente da fonti rinnovabili o meno; oppure potrebbe assicurare che i prodotti di scarto siano smaltiti correttamente e che le procedure di riciclo e riutilizzo dei materiali a fine ciclo sia effettivamente eseguito.

Tuttavia, la Blockchain è notoriamente energivora, quindi, ad alto impatto climatico ma se si facesse ricorso ad elettricità proveniente da fonti di energia rinnovabile, anche solo in parte, questo impatto potrebbe essere notevolmente ridotto.

È importante sottolineare che sono state annunciate evoluzioni che mirano a risolvere questa problematica per riuscire ad ottenere una Blockchain a zero emissioni.

In sostanza, la blockchain potrebbe rappresentare un ulteriore strumento a disposizione delle aziende per stimolare comportamenti sostenibili, infatti, non a caso l'ONU sostiene che *“la tecnologia che alimenta le blockchain può svolgere un ruolo importante nello sviluppo sostenibile e migliorare effettivamente la nostra gestione dell'ambiente”*.

Bibliografia

- Supply Chain sostenibile: aspetti teorici ed evidenze empiriche – Vol. II, Massaroni Enrico, D’Ascenzo Fabrizio, Cozzolino Alessandra, 2016
- Logistica sostenibile: un’occasione di sviluppo & innovazione, Giulio Aguiari, Renzo Procedel, 2013
- Misurare l’impatto climatico aziendale: come ottenere dati strutturati e affidabili, GS1 Italy, 2018
- Logistica sostenibile: soluzioni e casi virtuosi dal largo consumo, GS1 Italy, 2018
- Starting at the source: Sustainability in supply chains, McKinsey & Company, 2016
- State of supply chain sustainability 2020, Massachusetts Institute of Technology Center for Transportation & Logistics, 2020
- Developing products for a circular economy, McKinsey & Company, 2016
- Closing the loop: New circular economy package, European Parliamentary Research Service, 2016
- Integrating Resource Efficiency, Greening of Industrial Production and Green Industries – Scoping of and recommendations for effective indicators, Ecologic Institute - Martin Hirschnitz-Garber, Tanja Srebotnjak , 2012
- Growth within a circular economy vision for a competitive Europe, McKynsey & Company, 2015
- Ecodesign in the context of customer and producers point of view, Maletic M., Maletic D. & Gomiscek B, 2010
- GHG Protocol: A corporate Accounting and Reporting Standard, revised edition, World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, 2004
- Our common Future, Gro Harlem Bruntlad, WCED 1987
- Libro verde, Commissione Europea, 2001
- Communication on a Renewed EU strategy 2011-2014 for CSR, Commissione europea, 2011
- Massimo impegno per i diritti umani- Daimler lancia l’offensiva per una supply chain sostenibile, Mercedes-Benz, 2018
- Going Backwards: Reverse Logistics trends and Practices, Rogers & Tibben – Lembke, 1998

- Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats analysis of carbon footprint indicator and derived recommendations, Sergio Alvarez, Ingrid Mateo-Mantecon, Adolfo Carballo Panella, Agustin Rubio, 2016
- ESG Supply Chain Guidelines: Industry-shared Guidelines for ESG sustainability in B2B supply chain, Febbraio 2022
- Who cares wins: Connecting Financial Markets to a Changing World, United Nations Department of Public Information, 2005

Sitografia

- <https://www.digital4.biz/supply-chain/logistica-e-trasporti/supply-chain-sostenibile-rendere-azienda-competitiva-agendo-sulla-catena-del-valore/>
- <https://www.mecalux.it/blog/green-supply-chain>
- <https://gs1.it.org/migliorare-processi/supply-chain-sostenibile/gestione-green-della-supply-chain/>
- <https://www.reteclima.it/lca-life-cycle-assessment-analisi-del-ciclo-di-vita/>
- <https://www.bilanciarsi.it/per-argomento/una-definizione-di-responsabilita-sociale-dimpresa/>
- <https://www.marketing-drop.com/piramide-di-carroll/>
- https://www.oc-praktikum.de/nop/it/articles/pdf/LCAMethod_it.pdf
- <https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/Terzo-settore-e-responsabilita-sociale-impresefocus-on/Responsabilita-sociale-impresee-organizzazioni/Pagine/default.aspx>
- <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi#:~:text=L'economia%20circolare%20%C3%A8%20un,ridurre%20i%20ri-fiuti%20al%20minimo.>
- <https://www.janushenderson.com/it-it/investor/article/what-is-esg-and-why-do-we-care/#:~:text=ESG%20%C3%A8%20l'acronimo%20di,della%20sostenibilit%C3%A0%20di%20un%20investimento.>
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/economia-consumo/info-specialisti/economia-circolare.html>
- <https://www.digital4.biz/executive/digital-transformation/economia-circolare-che-cosa-e-circular-economy-importanza-per-business-e-supply-chain/>
- <https://www.chep.com/it/it/perche-chep/come-funziona-chep>
- <https://www.chep.com/it/it/coca-cola-reduces-its-pallet-related-co2-emissions-60>
- <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni/ipp/lca>
- <https://www.csqa.it/CSQA/Norme/Sostenibilita-Ambientale/ISO-14040-LCA>
- https://www.bpf.co.uk/sustainable_manufacturing/life-cycle-analysis-lca.aspx
- <https://www.apple.com/it/environment/>
- <https://www.ikea.com/it/it/this-is-ikea/climate-environment/>

- <https://media.mercedes-benz.it/massimo-impegno-per-i-diritti-umani--daimler-lancia-loffensiva-per-una-supply-chain-sostenibile/>
- <https://www.bmw.it/it/topics/fascination-bmw/electromobility2020/sostenibilita.html>
- [https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIK/document%20\(9\).pdf](https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/LOGISTIK/document%20(9).pdf)
- <https://www.mecalux.it/articoli-sulla-logistica/reverse-logistics>
- [https://www.timocom.it/blog/reverse-logistics-e-sostenibilit%C3%A0#:~:text=La%20reverse%20logistics%20\(in%20italiano,iniziale%20nella%20catena%20di%20produzione.](https://www.timocom.it/blog/reverse-logistics-e-sostenibilit%C3%A0#:~:text=La%20reverse%20logistics%20(in%20italiano,iniziale%20nella%20catena%20di%20produzione.)
- <https://www.reteclima.it/ghg-protocol-e-standard-gri-emissioni/>
- <https://www.esg360.it/environmental/carbon-footprint-cose-sono-si-misura-perche-e-importante-conoscerla/>
- <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>
- <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/basic-information-air-emissions-factors-and-quantification#:~:text=An%20emissions%20factor%20is%20a,the%20release%20of%20that%20pollutant.>
- <https://www.trend-online.com/tecnologia/blockchain-e-sostenibilita-ambientale/>
- <https://www.ibm.com/it-it/topics/what-is-blockchain#:~:text=Definizione%20della%20blockchain%3A%20La%20blockchain,beni%20in%20una%20rete%20commerciale.>
- https://www.centodieci.it/innovability/la_blockchain_per_l_onu_e_la_soluzione_a_molti_problemi_nonostante_i_consumi/
- <https://www.canaleenergia.com/rubriche/efficienza-energetica/i-consumi-energetici-nel-settore-terziario/>
- <https://www.motornet.it/vind/scheda-modello/IVE>
- <http://mezzicommerciali.it/listino/iveco/daily/>
- <https://www.fiatprofessional.com/it/e-ducato-elettrico/batteria-ricarica>
- <https://www.assogasmetano.it/distributori/prezzo-medio-nazionale/>
- <https://www.motorbox.com/auto/magazine/auto-novita/aumenti-prezzi-carburante-italia-benzina-gasolio-gpl-metano>
- https://dgsaie.mise.gov.it/prezzi_carburanti_mensili.php

- <https://www.tomshw.it/automotive/ricaricare-lauto-elettrica-la-crisi-fa-aumentare-i-prezzi-per-il-rifornimento/>
- <https://www.niscar.it/news/quanto-consuma-un-furgone-diesel/#:~:text=A%20causa%20delle%20dimensioni%20ridotte,furgoni%20a%20metano%20e%20Gpl.>
- <https://www.tomshw.it/automotive/fin-a-che-prezzo-elettricit-a-e-conveniente-auto-elettrica/>
- <https://www.greenrouter.it/>
- <http://carbonfootprintmanagement.com/free-co2-carbon-footprint-calculator/>
- <https://www.ag-ts.energy/calcolo-impronta-carbonio-aziende/>
- https://www.lseg.com/sites/default/files/content/GReen/LSEG_Guide_to_ESG_Reporting_2020.pdf
- <https://www.esg360.it/environmental/esg-tutto-quello-che-ce-da-sapere-per-orientarsi-su-environmental-social-governance/>
- https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_report_whocareswins2005__wci__1319576590784
- <https://www.ftserussell.com/data/sustainability-and-esg-data/esg-ratings>
- <https://greenreport.it/rubriche/la-metodologia-lca-e-limpronta-di-carbonio-per-combattere-il-riscaldamento-globale/>

Ringraziamenti

Chi mi conosce bene sa che non sono molto avvezza a questo genere di cose, probabilmente scrivere queste parole sarà la parte più difficile di tutto il lavoro di tesi ma cercherò di ringraziarvi tutti perché, chi più e chi meno, avete fatto parte di questo percorso iniziato cinque anni fa.

Prima di tutto devo ringraziare i miei genitori, se oggi sono la persona che sono lo devo principalmente a loro. Grazie per avermi permesso di realizzare i miei sogni e seguire la mia ambizione senza mai essere invadenti. Siete sempre stati lì a supportarmi e incoraggiarmi nel seguire la mia strada, anche se questa mi ha portata ad andare via di casa a 19 anni. Spero che siate orgogliosi di me come io lo sono di voi.

Grazie a mio fratello Alessandro, abbiamo due caratteri molto simili, estremamente “lisci” come diciamo sempre. Non siamo il tipo di fratello e sorella che amano le manifestazioni d’affetto eclatanti, ma questo non vuol dire che non teniamo l’uno all’altro. Sono fiera ed orgogliosa del ragazzo che stai diventando.

Grazie alla zia Mariella, per le ore che passiamo al telefono e le belle chiacchierate che facciamo. Grazie per tutti i consigli e per i bei momenti che passiamo insieme quando ci vediamo. Grazie a te e allo zio Salvo per essere qui in questo giorno speciale, ve ne sarò sempre grata.

Grazie anche a Francesca, zio Renato, Alice, Danilo e Stefano per essere qui oggi e per tutti i bei momenti in famiglia che passiamo insieme ogni volta che torno a casa. Soprattutto ci tengo a ricordare con Alice e Danilo la nostra ormai famosa mangiata di sushi. Solo i presenti potranno capire.

Un ringraziamento speciale va a Liborio. In questi anni sei stato uno dei miei punti fermi qui a Torino. Due caratteri estremamente simili, soprattutto quando si parla di ansia e il poli in questo percorso ce ne ha regalata davvero tanta. Ti ringrazio per avermi sempre supportata e sopportata nei momenti più brutti, quando non avrei scommesso nemmeno un centesimo sul raggiungimento degli obiettivi che mi ero prefissata. Ti ringrazio per avermi sfamata, nel vero senso della parola, in quelle famose 5 settimane di trasferta. In quel periodo credo di

aver raggiunto uno dei punti più alti di ansia e stress e se non fosse stato per quei sabati e domeniche passati insieme a studiare e a supportarci non credo che questo giorno sarebbe arrivato. Nei tuoi ringraziamenti hai scritto *“sei stata uno dei miei fari lontano da casa”* ed io non posso che confermare queste tue parole. Spero e mi auguro che la nostra amicizia continui nel tempo e che saremo sempre lì a gioire dei successi dell'altro.

Grazie a Luisa, amica con cui ho condiviso anche alcuni anni di convivenza. Gli anni in cui siamo state coinquiline li ricordo pieni di tante risate e tanto affetto. Ricordo come se fosse ieri il primo giorno che ci siamo conosciute e quando abbiamo conosciuto la zia Ro, nostro angelo custode soprattutto il primo anno, che noi guardavamo con tanta ammirazione e a cui chiedevamo sempre consiglio.

Ringrazio anche te per avermi sopportata e supportata e sono sicura che i nostri aperitivi da Aldo's insieme alla zia Ro continueranno.

Come dimenticare Alessia, mia grande amica da quella famosa gita del secondo anno di liceo. Siamo il diavolo e l'acqua santa, come dici sempre tu, io così precisa e introversa e tu così espansiva e spensierata. Grazie perché, nonostante me ne sia andata 5 anni fa, la nostra amicizia è rimasta sempre lì e ogni volta che torno è come se non me ne fossi mai andata. Grazie anche a te per esserci sempre stata e per avermi supportato, seppur da lontano, in tutto questo tempo.

Un ringraziamento speciale va alla professoressa Mazzone. Sono estremamente felice ed orgogliosa del rapporto che abbiamo instaurato durante ma, soprattutto, dopo il liceo. Per me lei è come una seconda mamma, l'ho sempre detto, e anche a lei devo dire grazie per tutti i consigli che ha saputo darmi in questi anni. Grazie per tutte le volte che mi ha invitata a casa sua anche solo per prendere un caffè e per le chiacchierate al telefono. Grazie per essere qui in questo giorno speciale, non era per niente scontato ed io lo apprezzo veramente tanto.

Infine, vorrei fare un augurio a me stessa. Auguro a me stessa di non perdere mai l'ambizione e la perseveranza che mi hanno contraddistinto fino ad ora e di avere sempre il coraggio di inseguire i miei sogni, in qualsiasi posto questi mi portino.