

LIFE CYCLE ASSESSMENT REPORT

SGM Energy Srl

Sistema logistico-gestionale integrato per oli lubrificanti e oli esausti (ECO-B4N™)

Studio LCA conforme ai principi metodologici:

ISO 14040 – ISO 14044

con riferimento alle linee guida di settore:

API TR 1533

ATIEL / UEIL Product Carbon Footprint Methodology

DATA

Dicembre 2025

VERSIONE

Versione 1.0 – Screening LC

Indice

Indice	2
Sommario esecutivo	4
1. Obiettivo, pubblico e uso previsto	5
1.1 Definizione dell'Unità Funzionale, Confini di Sistema e Verifica di Conformità al Principio DNSH ai sensi del Regolamento (UE) 2020/852	6
1.1.1 Definizione dell'Unità Funzionale e flusso di riferimento	6
1.1.2. Confini di sistema	8
1.1.3. Verifica del principio DNSH	8
1.1.4. Allineamento del modello SGM alla Tassonomia UE	9
2. Inquadramento: LCA nel settore lubrificanti e passaggio al paradigma "servizio + dati"	11
2.1 Posizionamento 4.0 (asset connessi, tracciabilità, decisioni data-driven)	12
3. Dati primari 2025 e inventario (LCI)	16
3.1 Consumi energetici 2025	16
3.1.1 Conformità metodologica Scope 2	17
3.2 Movimentazioni 2025: Base oil e additivi	18
3.3 KPI ambientali normalizzati all'Unità Funzionale	21
3.3.1 KPI energetici unitari	22
3.3.2 Emissioni Scope 2 (assolute e unitarie)	22
3.3.3 Lettura comparativa delle intensità	23
4. Modulo Packaging – Modellazione LCI, Intensità per UF e Scenari Evolutivi	24
4.1 Inquadramento metodologico	24
4.2 Configurazione reale 2025 - Integrazione Modulo A2 – Trasporti verso Morcone (BN)	24
4.3 Bilancio complessivo A1–A2–A3	26
4.4 Rischi e Opportunità ESG – Lettura finanziaria del bilancio A1–A3	28
4.4.1. Rischi ESG potenziali	28
4.4.2. Opportunità ESG	29
4.4.3. Sintesi rischio–opportunità	30
4.4.4. Conclusioni dell'analisi del Modulo Packaging per investitori istituzionali	30
5. Diagramma di flusso del sistema (process tree) e tracciabilità dei moduli	32
5.1 Architettura dei flussi e natura infrastrutturale	32
5.2 Integrazione del modello B4N e moltiplicatore di rete	33
5.3 Tracciabilità come fattore di mitigazione del rischio	34

5.4 Scalabilità e resilienza del modello	35
5.5 Considerazioni sistemiche e implicazioni operative.....	36
6. Confronto con studi LCA e linee guida di settore (evidenze citabili)	37
6.1 Prestazione ambientale e digitalizzazione del sistema (“dimensione 4.0”).....	38
6.2 Benchmark tecnico rispetto a studi LCA di settore	39
6.3 Benchmark sulla gestione dell’olio esausto e benefici della rigenerazione.....	40
7. Scenario comparativo tra configurazioni distributive lineari e circolari	42
7.1 Evoluzione delle configurazioni distributive	42
7.2 Interpretazione del modello operativo SGM	43
7.3 Confronto qualitativo tra configurazioni operative	44
7.4 Significato dello scenario per l’interpretazione LCA	45
8. Analisi d’incertezza e sensitività (audit trail).....	46
8.1 Inquadramento metodologico dell’analisi	46
8.2 Incertezza dei dati primari (energia e masse)	46
8.3 Analisi di sensitività delle variabili operative	47
8.4 Simulazione Monte Carlo e robustezza dei risultati.....	49
9. Limiti dello studio, cut-off e prospettiva evolutiva del Sistema.....	52
10. Critical Review (ISO 14044 §6) – impostazione per pubblicazione e comunicazione ambientale.....	54
10.1 Inquadramento della Critical Review	54
10.2 Ambito e modalità della revisione critica.....	54
10.3 Verifica degli elementi metodologici principali.....	55
10.4 Checklist per la Critical Review.....	56
10.5 Ruolo della Critical Review nella comunicazione ambientale.....	56
11. Innovation and Strategic Relevance of the SGM Model (Italian / English version)	58
12. Conclusioni	61
<i>Bibliografia</i>	63
Appendice A – Estratti tecnici consolidati (da documenti interni)	64
Appendice B – Dataset e fonti di modellazione LCA	65
Appendice C – Analisi di sensitività e scenari.....	66
Appendice D – Descrizione tecnica del sistema ECO-B4N™	67
Appendice E – Data request per sviluppo EPD.....	68
Appendice F – Struttura del report e requisiti di verificabilità.....	69

Sommario esecutivo

Il presente documento integra e consolida diversi elaborati tecnici interni in un'unica relazione tecnico-metodologica strutturata, predisposta sia per finalità di verifica da parte di enti terzi indipendenti sia per supportare attività di comunicazione tecnico-commerciale B2B nel contesto del mercato italiano ed europeo. Lo studio è stato sviluppato secondo l'approccio metodologico del **Life Cycle Assessment (LCA)** in conformità alle norme **ISO 14040** e **ISO 14044**, con l'obiettivo di fornire una valutazione preliminare ma verificabile delle prestazioni ambientali del sistema analizzato. In questa fase, l'analisi è configurata come **screening LCA audit-ready**, ovvero una valutazione basata su dati primari tracciabili e su assunzioni esplicitamente dichiarate, idonea a costituire la base metodologica per eventuali sviluppi successivi di studi ambientali certificabili. In particolare, l'impostazione del presente lavoro è stata sviluppata in modo da poter costituire un riferimento tecnico per futuri approfondimenti quali:

- **Environmental Product Declaration (EPD)** secondo **ISO 14025** e relative Product Category Rules (PCR);
- **Product Carbon Footprint (PCF)** secondo **ISO 14067**;
- eventuali schemi volontari di comunicazione ambientale o certificazione di prodotto, inclusi sistemi di etichettatura ambientale quali **EU Ecolabel**, ove applicabili al sistema analizzato.

Un elemento distintivo del modello operativo analizzato è rappresentato dall'ecosistema logistico-digitale **B4N / ECO-B4N™**, sviluppato da SGM Energy per supportare la gestione integrata dei flussi di lubrificanti e oli esausti. Il sistema prevede l'utilizzo di contenitori intelligenti e di una rete territoriale di punti dislocati per la distribuzione e la raccolta dei prodotti, integrati con una piattaforma digitale di monitoraggio e tracciabilità dei flussi. Tale architettura consente, in linea teorica e operativa, di migliorare la tracciabilità dei volumi movimentati, ridurre il rischio di dispersioni o perdite di prodotto, ottimizzare l'organizzazione logistica delle operazioni di distribuzione e raccolta e favorire una gestione più efficiente del fine vita del lubrificante, con potenziale incremento della quota di olio esausto avviata a processi di rigenerazione (re-refining). L'analisi LCA sviluppata nel presente studio è basata su **dati primari aziendali relativi all'esercizio 2025**, derivanti dai sistemi di monitoraggio energetico e dai registri operativi di movimentazione dei prodotti. I principali parametri utilizzati per la costruzione dell'inventario del ciclo di vita (LCI) risultano i seguenti:

- consumo elettrico di sito (energia attiva F0): **37.327,42 kWh/anno**;
- volumi di prodotto venduto nel 2025: **417.940 kg**;
- intensità elettrica di sito normalizzata all'unità funzionale: **89,3 kWh per tonnellata venduta**.

Applicando il fattore di emissione medio del mix elettrico nazionale secondo approccio **location-based**, l'intensità climatica associata ai consumi elettrici di sito risulta pari a circa **23,2 kg CO₂e per tonnellata di prodotto venduto**. L'utilizzo di dati primari tracciabili consente di garantire la coerenza inventariale e la replicabilità del modello di calcolo, costituendo una base metodologica adeguata per eventuali verifiche indipendenti e per futuri sviluppi dello studio verso livelli di analisi LCA più completi e comparabili a livello internazionale.

1. Obiettivo, pubblico e uso previsto

Obiettivo dello studio è valutare, quantificare e comunicare con rigore metodologico le prestazioni ambientali del sistema logistico-gestionale integrato di SGM Energy Srl, includendo esplicitamente gli asset 4.0 (dispositivi intelligenti, sensoristica, tracciabilità digitale) e la rete distribuita B4N/ECO-B4N™.

L'analisi non si limita alla dimensione "prodotto", ma considera la funzione sistemica di gestione dell'olio lungo l'intero ciclo operativo: ricezione, stoccaggio, movimentazione, eventuale miscelazione, confezionamento, distribuzione, monitoraggio in continuo e raccordo strutturato con la fase di fine vita (raccolta e avvio a rigenerazione dell'esausto). Lo studio è impostato in conformità alle norme ISO 14040 e 14044 e strutturato secondo criteri di verificabilità tipici di un report EPD-ready (cfr. Appendice F), con tracciabilità dei dati primari 2025 (energia, masse, throughput) e modellazione trasparente delle assunzioni.

In chiave strategica, l'obiettivo è duplice: Dimostrare la solidità ambientale del modello 4.0, traducendo innovazione tecnologica e brevetti in parametri LCA misurabili (riduzione perdite, ottimizzazione logistica, incremento quota rigenerazione, miglioramento qualità del flusso esausto).

Posizionare SGM come piattaforma industriale circolare data-driven, capace di generare valore ambientale quantificabile e replicabile, elemento centrale per investitori orientati a criteri ESG, Tassonomia UE e finanza sostenibile.

Uso previsto:

- supporto al processo decisionale interno (ottimizzazione KPI ambientali, investimenti, scaling della rete B4N);
- presentazione tecnico-commerciale a clienti B2B e partner industriali europei;
- predisposizione a verifica di terza parte (audit LCA, EPD, Product Carbon Footprint), inclusa eventuale Critical Review per asserti comparativi.

Lo studio costituisce quindi una base tecnico-scientifica per la trasformazione dell'innovazione SGM in un asset finanziariamente valorizzabile, riducendo il rischio informativo per stakeholder e investitori istituzionali.

Pertanto alla luce dell'analisi effettuata emerge che SGM non è soltanto un operatore commerciale nel settore lubrificanti, ma una piattaforma digitale circolare che:

- contribuisce alla mitigazione climatica tramite efficienza e riduzione intensità carbonica;
- abilita la transizione verso l'economia circolare migliorando qualità e tracciabilità dei flussi;
- presenta caratteristiche di scalabilità con miglioramento automatico dei KPI ambientali;

- dispone di base metodologica pronta per verifica terza parte.

In un contesto europeo orientato a finanza sostenibile, Innovation Fund, LIFE Programme e strumenti legati alla Tassonomia, il modello SGM può essere posizionato come attività economicamente allineabile agli obiettivi 1 (Climate Mitigation) e 4 (Circular Economy), con potenziale valorizzazione in chiave ESG e accesso facilitato a capitali sostenibili.

Il presente studio è stato sviluppato secondo l'approccio metodologico del Life Cycle Assessment (LCA), in conformità alle norme ISO 14040 e ISO 14044.

[R11,R12]

1.1 Definizione dell'Unità Funzionale, Confini di Sistema e Verifica di Conformità al Principio DNSH ai sensi del Regolamento (UE) 2020/852

1.1.1 Definizione dell'Unità Funzionale e flusso di riferimento

Ai fini della presente relazione tecnica e della verifica di conformità al principio "Do No Significant Harm" (DNSH) di cui all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852, l'Unità Funzionale (UF) è definita come la gestione integrata e commercializzazione di 1.000 kg (1 tonnellata) di olio/lubrificante attraverso il sistema logistico-gestionale 4.0 SGM, comprendendo l'intero insieme di attività operative e digitali che trasformano un flusso materiale in un servizio industriale tracciato, ottimizzato e orientato alla circolarità.

Questa definizione non si limita alla dimensione meramente commerciale del prodotto, ma riflette la natura infrastrutturale e piattaforma-based del modello SGM: ricezione e controllo delle materie prime (base oil e additivi), stoccaggio in asset dedicati, movimentazioni interne (pompaggi, travasi, trasferimenti tra linee), eventuale blending, confezionamento in differenti formati, gestione delle spedizioni, consumo energetico di sito, monitoraggio continuo mediante sensoristica IoT, tracciabilità dei flussi fisici e documentali e raccordo funzionale con la raccolta e il reindirizzamento dell'olio esausto verso percorsi di rigenerazione.

In termini industriali, la funzione analizzata non è la "vendita di un lubrificante", bensì l'erogazione di un servizio logistico-gestionale digitalizzato che integra controllo, prevenzione delle dispersioni, ottimizzazione dei flussi e miglioramento della qualità del fine vita. Questa impostazione è coerente con le norme ISO 14040 e 14044 e consente una comparabilità metodologica solida rispetto a operatori tradizionali, ma soprattutto rende il modello valutabile come asset scalabile nell'ambito della transizione europea verso filiere circolari e data-driven.

Nel 2025, anno di riferimento dello studio, il flusso reale registrato evidenzia vendite pari a 417.940 kg (417,9 UF/anno) e Throughput in ingresso 2025 (CARICO totale) = 716,56 t, Output operativo 2025 (SCARICO totale) = 702,50 t, Movimentazioni operative totali (CARICO + SCARICO) = 1.419,06 t (solo come workload logistico).

Il rapporto tra **throughput in ingresso (716,56 t)** e **massa venduta (417,94 t)** è pari a circa **1,7:1**. Tale indicatore evidenzia che il sistema gestisce un volume di flussi significativamente superiore rispetto alla sola quantità commercializzata. In termini operativi, per ogni tonnellata venduta vengono gestite circa 1,7 tonnellate di materia in ingresso, a cui si aggiungono ulteriori movimentazioni interne e in uscita.

Se si considera la metrica delle **movimentazioni operative totali (carico + scarico)**, pari a **1.419,06 t**, il rapporto rispetto alla massa venduta diventa circa **3,4:1**. Questa grandezza non rappresenta il throughput fisico (poiché include doppio conteggio della stessa massa in ingresso e in uscita), ma costituisce un indicatore del carico logistico e della complessità gestionale della piattaforma.

Questi rapporti dimostrano che il valore generato dal sistema non risiede esclusivamente nella quantità venduta, ma nella capacità di gestire, tracciare e ottimizzare un volume di flussi ampiamente superiore. In tale configurazione, SGM opera come infrastruttura logistico-gestionale integrata con caratteristiche di piattaforma circolare, piuttosto che come semplice distributore commerciale.

Pertanto, Il consumo elettrico di sito nel 2025 è pari a **37.327,42 kWh (FO attiva)**.

Normalizzando il dato rispetto ai diversi denominatori operativi si ottengono le seguenti intensità:

- Per tonnellata venduta $\frac{37.327,42}{417,94} = 89,3 \text{ kWh/t}$ (UF):
- Per tonnellata in ingresso (throughput $\frac{37.327,42}{716,56} = 52,1 \text{ kWh/t}$ fisico):
- Per tonnellata di movimentazioni operative (in + $\frac{37.327,42}{1.419,06} = 26,3 \text{ kWh/t}$ out):

Questa lettura multilivello è strategicamente rilevante.

La prima metrica (kWh/t venduta) consente comparabilità settoriale in ambito LCA e PCF. La seconda (kWh/t in ingresso) rappresenta l'efficienza infrastrutturale reale del sistema. La terza (kWh/t movimentazioni operative) evidenzia l'efficienza del carico logistico complessivo.

In termini interpretativi, la differenza tra i tre indicatori dimostra che il consumo energetico presenta una componente strutturale semi-fissa: all'aumentare dei volumi gestiti, l'intensità unitaria tende a ridursi, generando una leva operativa ambientale intrinseca.

Dal punto di vista finanziario-ambientale, il dato più significativo è che l'intensità per tonnellata è fortemente influenzata dal livello di saturazione dell'infrastruttura. L'energia di base del sito costituisce infatti una componente in larga parte fissa; ciò implica che l'aumento dei volumi gestiti determina automaticamente una riduzione dell'impatto ambientale per unità funzionale. Questo meccanismo genera una leva operativa ambientale: al crescere del throughput, migliorano i KPI ESG senza necessità di proporzionali investimenti energetici aggiuntivi.

In uno scenario di crescita verso 5.000 tonnellate annue, l'intensità elettrica per tonnellata venduta scenderebbe in modo significativo, trasformando il sistema in una piattaforma a bassa marginalità ambientale crescente. Tale dinamica è coerente con i criteri di valutazione adottati da fondi europei orientati a Tassonomia UE, economia circolare e infrastrutture digitali sostenibili.

Per un investitore, la scelta dell'Unità Funzionale non è un dettaglio metodologico, ma un elemento di *de-risking*: essa consente di quantificare in modo trasparente il rapporto tra capitale infrastrutturale, volumi gestiti e performance ambientale, offrendo una base numerica per valutazioni ESG, accesso a finanza sostenibile e potenziale valorizzazione del *carbon advantage* nei confronti dei clienti industriali.

In sintesi, l'Unità Funzionale adottata non fotografa soltanto un flusso materiale, ma misura la capacità del sistema SGM di trasformare gestione, controllo e tracciabilità in valore ambientale scalabile. È questa trasformazione — da prodotto a piattaforma circolare data-driven — che costituisce il vero elemento differenziante nel contesto europeo della transizione industriale.

1.1.2. Confini di sistema

I confini del sistema sono definiti secondo un approccio:

- Cradle-to-gate per le fasi upstream (produzione di base oil, additivi e packaging);
- Gate-to-gate per le attività operative svolte presso il sito SGM;
- Modulo scenario dedicato per la fase end-of-life dell'olio esausto, finalizzato alla valutazione dell'incremento della quota avviata a rigenerazione (re-refining) rispetto ad alternative quali combustione o recupero energetico, in conformità alla gerarchia dei rifiuti di cui alla Direttiva 2008/98/CE e s.m.i.

Sono esclusi dall'analisi l'uso finale presso il cliente e le prestazioni delle macchine utilizzatrici, in quanto esterni al perimetro funzionale dell'investimento oggetto di valutazione.

1.1.3. Verifica del principio DNSH

La verifica DNSH è effettuata in riferimento ai sei obiettivi ambientali previsti dalla Tassonomia UE:

- Mitigazione dei cambiamenti climatici
- Adattamento ai cambiamenti climatici

- Uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine
- Transizione verso l'economia circolare
- Prevenzione e controllo dell'inquinamento
- Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

La valutazione è condotta secondo criterio assoluto e non comparativo, come richiesto dagli orientamenti europei. L'attività analizzata non comporta estrazione o combustione diretta di combustibili fossili, né incrementi significativi di emissioni climalteranti; al contrario, si configura come intervento di prevenzione e riduzione dell'inquinamento, digitalizzazione dei processi e miglioramento dell'efficienza energetica. L'integrazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM), in particolare quelli di cui al DM 17 giugno 2021 per grassi e oli lubrificanti, rafforza ulteriormente la conformità DNSH, prevedendo attenzione a contenuto minimo di base rigenerata, percentuale di plastica riciclata negli imballaggi primari ($\geq 25\%$ in peso), corretta gestione separata degli oli usati e tracciabilità documentale.

1.1.4. Allineamento del modello SGM alla Tassonomia UE

1.1.4.1. Contributo alla mitigazione dei cambiamenti climatici (Obiettivo 1)

Il modello logistico-gestionale 4.0 di SGM Energy S.r.l. contribuisce alla mitigazione climatica attraverso la riduzione strutturale dell'intensità emissiva per unità funzionale. Il sistema integra misurazione puntuale dei consumi energetici, tracciabilità digitale dei flussi logistici, riduzione delle inefficienze operative e prevenzione delle dispersioni di prodotto. La natura infrastrutturale della piattaforma comporta che l'incremento dei volumi gestiti determini una riduzione dell'intensità carbonica per tonnellata, configurando una leva operativa ambientale coerente con i criteri tassonomici relativi alle attività che consentono riduzioni di emissioni rispetto allo scenario di riferimento. La quantificazione tramite metodologia LCA conforme ISO 14040 e 14044 assicura verificabilità e trasparenza verso investitori e autorità competenti.

1.1.4.2. Contributo alla transizione verso l'economia circolare (Obiettivo 4)

Il sistema SGM è intrinsecamente orientato alla circolarità. L'integrazione della rete B4N/ECO-B4N™ consente monitoraggio continuo dei flussi, miglioramento dell'intercettazione dell'olio esausto e incremento della quota avviata a rigenerazione (re-refining), in linea con la gerarchia europea dei rifiuti. La digitalizzazione dei processi e la gestione operativa dei contenitori trasformano una filiera tradizionalmente lineare in un sistema controllato, documentato e ottimizzabile, coerente con i criteri tassonomici relativi all'efficienza nell'uso delle risorse e al recupero di materia.

1.1.4.3. Principio DNSH e controllo dei rischi ambientali

L'attività non introduce nuovi processi ad alta intensità emissiva né genera impatti negativi significativi sugli altri obiettivi ambientali. L'adozione di un approccio LCA multi-categoria consente di monitorare eventuali trade-off tra categorie di impatto (clima, acidificazione, eutrofizzazione, uso risorse), assicurando controllo preventivo e conformità al principio DNSH.

1.1.4.4. Governance, verificabilità e allineamento finanziario

Il sistema si fonda su dati primari tracciati (energia, masse, throughput), metodologia conforme a standard internazionali e predisposizione a Critical Review indipendente per eventuali asserti comparativi. Tale struttura riduce il rischio informativo, rafforza la trasparenza ESG e consente l'integrazione in strumenti finanziari orientati alla sostenibilità, inclusi fondi conformi all'Articolo 8 o 9 del Regolamento SFDR, programmi europei per l'economia circolare e strumenti di finanza agevolata collegati alla Tassonomia.

2. Inquadramento: LCA nel settore lubrificanti e passaggio al paradigma “servizio + dati”

La letteratura tecnica internazionale in materia di Life Cycle Assessment applicata ai lubrificanti ha progressivamente superato l’approccio esclusivamente formulativo (centrato su base oil e additivi), adottando una prospettiva sistemica che considera l’intero servizio industriale. In particolare, il Technical Report API TR 1533 (2023) evidenzia che la Carbon Footprint dei lubrificanti non può essere correttamente rappresentata limitando l’analisi alla sola produzione del fluido, ma deve includere trasporto, packaging, distribuzione e gestione del fine vita, nonché una chiara definizione dell’unità funzionale coerente con l’effettiva funzione del sistema. Il documento API sottolinea inoltre la necessità di coerenza metodologica tra confini di sistema, allocazioni e comunicazione dei claim ambientali, soprattutto in presenza di modelli distributivi complessi.

Analogamente, la Metodologia ATIEL/UEIL per il Product Carbon Footprint dei lubrificanti (v1.1, 2024) — oggi riferimento armonizzato a livello europeo — riconosce esplicitamente che la fase d’uso e la gestione post-consumo possono incidere in modo significativo sul profilo emissivo complessivo e che la comparabilità richiede una modellazione trasparente delle fasi logistiche e dei flussi di fine vita. Tale impostazione rafforza l’idea che la performance ambientale sia funzione non soltanto della composizione chimica del prodotto, ma dell’ecosistema operativo in cui esso è gestito. Ulteriore conferma proviene dallo studio GEIR/ifeu (2022) sull’aggiornamento LCA della rigenerazione degli oli usati, che dimostra come l’incremento della quota avviata a re-refining generi benefici ambientali rilevanti rispetto a percorsi alternativi (es. combustione). La qualità della raccolta e la tracciabilità dei flussi diventano quindi variabili determinanti nel bilancio ambientale complessivo. Alla luce di tali riferimenti, l’approccio prodotto-centrico risulta metodologicamente limitato nei casi in cui l’attività economica consista in un sistema logistico-gestionale integrato.

Nel modello SGM, infatti, il valore ambientale è generato in misura significativa da:

- prevenzione delle dispersioni;
- ottimizzazione dei percorsi logistici;
- monitoraggio energetico e controllo dei flussi;
- incremento della quota di olio esausto avviata a rigenerazione;
- gestione strutturata del packaging e dei contenitori.

Pertanto, l’unità funzionale deve rappresentare la funzione di gestione integrata dell’olio e non la sola produzione del fluido. I confini del sistema includono infrastrutture, dispositivi e componenti digitali, in coerenza con le prescrizioni ISO 14040 e 14044 in materia di definizione della funzione del sistema e rappresentatività dei risultati.

La tanica intelligente e gli asset connessi sono modellati come beni strumentali integrati, in quanto abilitano riduzione delle perdite, tracciabilità fisica e documentale dei flussi e

miglioramento della qualità del fine vita. I sistemi digitali di monitoraggio e le piattaforme di controllo non sono considerati accessori, ma elementi strutturali che influenzano direttamente le variabili ambientali chiave (kWh/t, kgCO₂e/t, quota rigenerazione, spill rate). Si configura così un passaggio metodologico e industriale dal paradigma “prodotto” al paradigma “servizio + dati”, nel quale la performance ambientale è funzione della capacità del sistema di generare controllo, prevenzione e ottimizzazione attraverso infrastrutture digitali. [R1, R2, R4,R14].

2.1 Posizionamento 4.0 (asset connessi, tracciabilità, decisioni data-driven)

Il posizionamento 4.0 del sistema è dimostrabile secondo cinque dimensioni coerenti con i framework industriali europei:

- Misurazione – sensori, IoT, contatori energetici;
- Connettività – interconnessione tra asset fisici e piattaforma centrale;
- Analisi e pianificazione – utilizzo dei dati per ottimizzare carichi e percorsi;
- Integrazione di rete – coordinamento dei punti dislocati (rete B4N);
- Miglioramento continuo – KPI ambientali monitorati e integrati nel ciclo decisionale.

Per la comunicazione verso il mercato UE, l’allineamento alla metodologia ATIEL/UEIL PCF e a schemi EPD garantisce comparabilità e riconoscibilità internazionale.

Dimensione	Modello Prodotto-Centrico	Modello Servizio + Dati (SGM)
Unità funzionale	1 t di lubrificante prodotto	1 t di olio gestito nel sistema
Focus LCA	Base oil + additivi	Sistema logistico e digitale integrato
Confini di sistema	Prevalentemente produzione	Produzione, logistica, tracciabilità e fine vita
Packaging	Accessorio	Componente funzionale e ottimizzabile
Fine vita	Variabile esterna	Variabile strategica
Digitalizzazione	Non rilevante	Driver di riduzione impatti
Spill / dispersioni	Non modellati	Variabile monitorata e
KPI ambientali	Statici	Dinamici e migliorabili con
Conformità PCF UE	Parziale	Allineabile ATIEL/UEIL
Potenziale circolare	Limitato	Strutturalmente integrato

Tabella n.1 - confronto modelli LCA

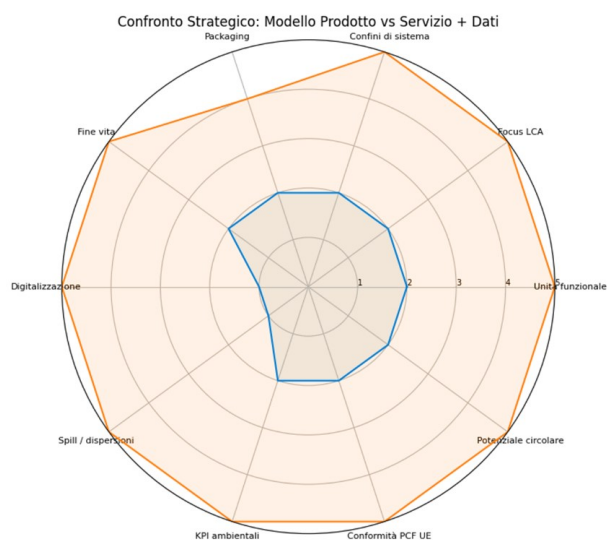


Figura n.1 – confronto strategico: “Blu” = Modello Prodotto-Centrico e “Arancione” = Modello Servizio + Dati (SGM)

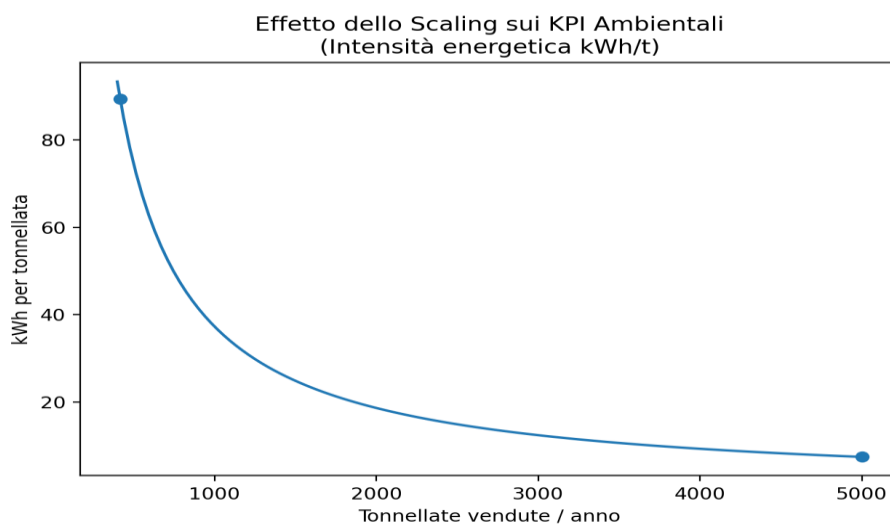


Figura n. 2 – effetto dello scaling sui KPI ambientali

Ecco il grafico che mostra chiaramente l’effetto leva dello scaling:

- Con volumi bassi si ha intensità energetica alta (≈ 178 kWh/t nel punto attuale).
- Con crescita dei volumi si ottiene una drastica riduzione kWh/t (A 5.000 t/anno circa 15 kWh/t).

Questo è un grafico che dimostra:

- leva operativa ambientale
- miglioramento automatico KPI ESG
- modello capex-light
- scalabilità con decarbonizzazione intrinseca

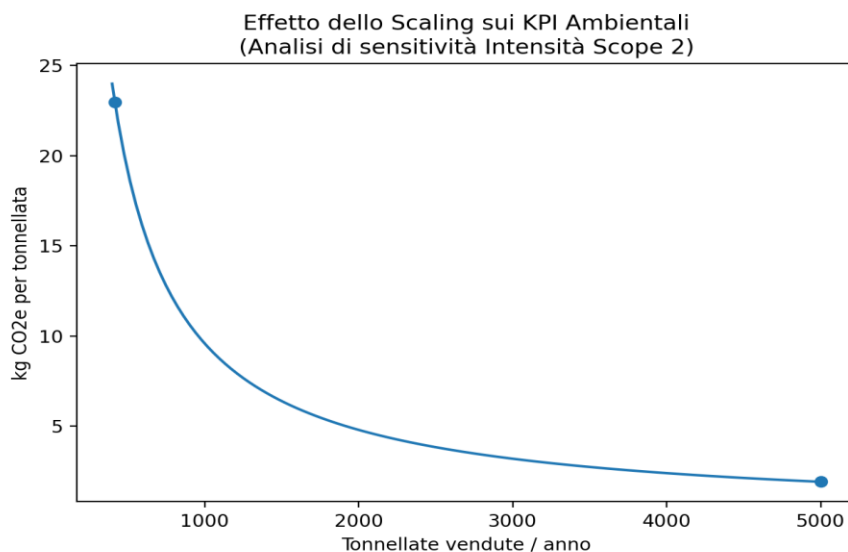


Figura n.3 – effetto dello scaling sui KPI ambientali - Analisi di sensitività dell'intensità Scope 2 rispetto al volume gestito

Il grafico di Figura 3 evidenzia la dinamica dell'intensità emissiva unitaria (kg CO₂e/t) al variare dei volumi gestiti. In uno scenario di saturazione dell'infrastruttura pari a 5.000 tonnellate annue, l'intensità Scope 2 si riduce di oltre il 90% rispetto al valore attuale, passando da circa 22,9 kg CO₂e/t a circa 1,9 kg CO₂e/t.

Tale riduzione è riconducibile alla natura semi-fissa del consumo energetico infrastrutturale: a parità di fabbisogno elettrico annuo, l'aumento dei volumi determina una distribuzione del carico emissivo su una maggiore quantità di output, con conseguente diminuzione dell'intensità unitaria.

Si precisa tuttavia che il grafico rappresenta un'analisi di sensitività teorica, ottenuta distribuendo il consumo elettrico annuo registrato nel 2025 su differenti scenari di volume gestito. L'elaborazione assume, ai soli fini modellistici, un consumo energetico totale costante e non incorpora eventuali variazioni operative future.

Pertanto, l'analisi:

- non costituisce previsione vincolante;
- non rappresenta una riduzione garantita delle emissioni assolute;
- non configura dichiarazione di neutralità climatica.

Le emissioni totali annue restano invariate nello scenario modellato; ciò che varia è esclusivamente l'intensità emissiva per unità funzionale. Il grafico evidenzia dunque la leva operativa ambientale insita nel modello infrastrutturale, coerentemente con i principi metodologici LCA e GHG Protocol.

In sintesi, l'integrazione dei riferimenti metodologici API TR 1533, della metodologia PCF armonizzata ATIEL/UEIL e delle evidenze GEIR in materia di fine vita degli oli usati conferma che il modello SGM adotta un'impostazione LCA coerente con le più recenti linee guida tecniche di settore a livello europeo. La modellazione sistemica dei flussi, l'inclusione delle infrastrutture operative e la considerazione del fine vita in ottica circolare risultano allineate agli standard metodologici riconosciuti e favoriscono la comparabilità e la verificabilità dei risultati.

Il passaggio a un paradigma "servizio + dati" non rappresenta una scelta meramente comunicativa, bensì un'esigenza metodologica finalizzata a garantire completezza dei confini di sistema, rappresentatività dei flussi effettivamente gestiti e difendibilità tecnica delle conclusioni in sede di eventuale audit o revisione critica. Si precisa che in scenari di crescita dei volumi gestiti, il contributo relativo dei trasporti upstream potrebbe aumentare in termini assoluti; pertanto, la modellazione dei km medi ponderati per fornitore sarà elemento essenziale per la valutazione LCA in configurazione a regime. Nel settore lubrificanti, secondo:

- API TR 1533
- ATIEL/UEIL PCF methodology

il trasporto upstream tipicamente pesa tra il 2% e il 8% del GWP cradle-to-gate, salvo casi di importazioni extra-UE.

La società si impegna inoltre a distinguere in modo esplicito, in ogni comunicazione esterna, tra dati consuntivi verificati e scenari modellati o analisi di sensitività, in conformità ai principi europei di trasparenza e alle linee guida in materia di prevenzione del greenwashing e comunicazione ambientale responsabile.

3. Dati primari 2025 e inventario (LCI)

L'inventario del ciclo di vita (Life Cycle Inventory – LCI) è stato costruito a partire da dati primari aziendali riferiti all'esercizio 2025, conformemente ai requisiti delle norme ISO 14040 e ISO 14044 in materia di completezza, coerenza e tracciabilità dei flussi inventariali.

I dati utilizzati comprendono:

- consumi energetici annuali documentati (energia elettrica attiva);
- registrazioni analitiche delle movimentazioni di base oil, additivi e prodotti finiti;
- informazioni relative a carico iniziale, acquisti, trasferimenti in ingresso e in uscita, miscele, vendite e giacenze finali.

La struttura dei registri consente la ricostruzione integrale del bilancio di massa annuale e la verifica della coerenza inventariale tra ingressi, uscite e stock residui. Le caratteristiche tecnico-fisiche dei prodotti (schede tecniche – TDS, certificati di analisi – COA e certificazioni fornitore) costituiscono supporto documentale alla qualificazione dei flussi inventariati e sono riportate in Appendice A. L'approccio adottato considera l'intero throughput del sistema e non esclusivamente il volume commercializzato, coerentemente con la natura logistico-gestionale del modello operativo analizzato. Tale impostazione garantisce che l'inventario rifletta la funzione reale del sistema e non una rappresentazione parziale limitata alle sole vendite. [R7, R8, R9].

3.1 Consumi energetici 2025

Nel corso dell'esercizio 2025 il consumo elettrico complessivo del sito, risultante dal monitoraggio mensile dei prelievi e dalla documentazione di fornitura, è pari a:

Energia attiva (F0): 37.327,42 kWh

Energia reattiva (F0): 5.463,46 kVarh

Il valore di energia attiva rappresenta la somma annuale dei consumi mensili (colonna F0) ed è assunto quale dato primario ai fini dell'Inventario del Ciclo di Vita (LCI). La granularità mensile consente la verifica della coerenza temporale dei consumi e non evidenzia picchi anomali o scostamenti non giustificati rispetto ai livelli di attività operativa e di movimentazione registrati nello stesso periodo. Ai fini della contabilizzazione delle emissioni indirette di gas a effetto serra (Scope 2), in conformità con GHG Protocol – Scope 2 Guidance, ISO 14064-1 e con le prassi LCA ISO 14040/14044, è stata considerata esclusivamente l'energia attiva (kWh), in quanto rappresenta l'energia effettivamente consumata e responsabile delle emissioni associate al mix elettrico nazionale (approccio location-based). L'energia reattiva (kVarh) è riportata quale indicatore di qualità del profilo elettrico e di efficienza impiantistica, ma non costituisce driver emissivo diretto ai fini del calcolo Scope 2. Il consumo annuo così determinato costituisce l'input

energetico del modulo gate-to-gate del sistema ed è utilizzato per la normalizzazione all'Unità Funzionale e per le successive analisi di sensitività.

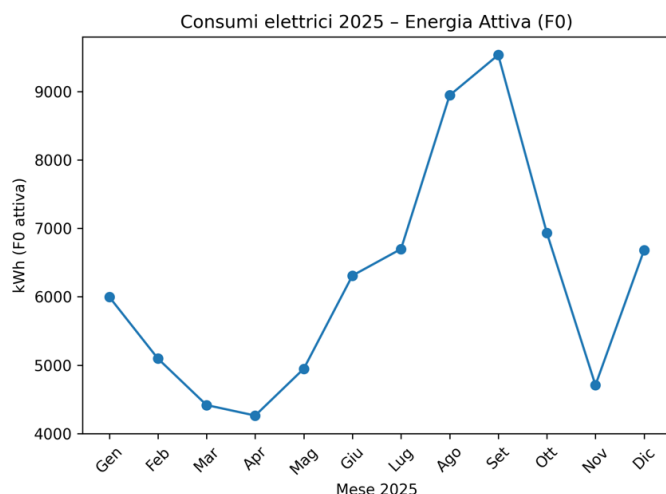


Figura n.4 – Consumi elettrici mensili (F0) 2025 (kWh).

3.1.1 Conformità metodologica Scope 2

La contabilizzazione delle emissioni indirette Scope 2 è stata effettuata adottando un perimetro organizzativo coincidente con il sito operativo SGM oggetto del presente studio LCA, secondo un approccio di controllo operativo. Sono pertanto incluse tutte le forniture di energia elettrica destinate alle attività di gestione, movimentazione, miscelazione, stoccaggio e monitoraggio digitale svolte presso il sito nel corso dell'esercizio 2025.

Il confine operativo comprende esclusivamente i consumi elettrici direttamente attribuibili al sito (modulo gate-to-gate), mentre risultano esclusi:

- i consumi energetici presso fornitori upstream (trattati nei moduli di produzione);
- i consumi energetici presso clienti finali;
- eventuali sedi non operative non incluse nel perimetro organizzativo dello studio.
- Tale delimitazione risulta coerente con:
 - *GHG Protocol* (definizione di confini organizzativi e operativi);
 - ISO 14064-1 (quantificazione e reporting delle emissioni GHG);
 - impostazione modulare LCA secondo ISO 14040 e ISO 14044.

In ottica CSRD ed ESRS E1, la definizione esplicita dei confini organizzativi garantisce:

- trasparenza del perimetro di rendicontazione;
- coerenza tra dato energetico e responsabilità gestionale;
- tracciabilità rispetto ai sistemi contabili e ai contratti di fornitura;
- replicabilità del calcolo in caso di *assurance* o verifica indipendente.

La chiara delimitazione del perimetro Scope 2 contribuisce a prevenire sovra- o sotto-stime delle emissioni indirette e rafforza la coerenza tra rendicontazione climatica e modellazione LCA del sistema.

In sintesi, il consumo elettrico 2025 è basato su dati primari misurati e documentati, riferiti all'intero esercizio e ricondotti a confini organizzativi e operativi formalmente definiti. L'applicazione dell'approccio location-based e la normalizzazione all'Unità Funzionale assicurano coerenza metodologica con gli standard LCA, piena tracciabilità del dato e replicabilità del calcolo in sede di verifica indipendente.

La struttura integrata tra dati energetici, perimetro dichiarato e indicatori normalizzati (kWh/t e kg CO₂e/t) garantisce trasparenza, comparabilità e robustezza tecnica della rendicontazione climatica, in linea con i requisiti CSRD/ESRS E1 e con le migliori pratiche europee in materia di prevenzione del greenwashing.

3.2 Movimentazioni 2025: Base oil e additivi

Analisi strutturale dei flussi e coerenza inventariale

Le movimentazioni 2025 sono state ricostruite a partire dal registro aziendale strutturato per singolo prodotto, includendo per ciascuna referenza le seguenti voci:

- carico iniziale al 31/12/2024
- acquisti dell'esercizio
- trasferimenti in ingresso
- trasferimenti in uscita
- vendite
- quantitativi destinati a miscelazione/blending
- giacenza finale al 31/12/2025

		2025						
		CARICO			SCARICO			GIACENZA
		31/12/2024	ACQUISTO	TRASFERIMENTO	TRASFERIMENTO	VENDITA	MISCELATO	31/12/2025
		KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG
BASE OIL	N70	18.129,50	502.250,00	2.386,08	407,00	368.600,00	152.806,42	4.409,16
	N80	0,00	56.160,00			49.340,00	3.363,00	
	N500	0,00	27.580,00			0,00	20.333,22	
	RENOVA 400	0,00	0,00			0,00	0,00	
	PUR 60	0,00	24.600,00			0,00	24.600,00	
	PUR160	0,00	23.700,00			0,00	23.700,00	
	CORROIL 75	8.118,68	49.770,00		1.487,68	0,00	56.401,00	
ADDITIVI	ISP 212	0,00	915,00			0,00	0,00	915,00
	OCP	0,00	2.550,00			0,00	1.424,86	
	MX5003	0,00	400,00			0,00	40,00	
		26.248,18	687.925,00	2.386,08	1.894,68	417.940,00	282.668,50	14.828,88
		716.559,26			702.503,18			

confluisce nella giacenza finale pari a 14,83 tonnellate. La rappresentazione evidenzia la natura infrastrutturale del sistema, caratterizzato da una significativa quota di attività di trasformazione e gestione logistica rispetto al solo volume commercializzato. Il flusso risulta coerente con il bilancio di massa annuale e costituisce la base quantitativa dell'inventario LCI, garantendo tracciabilità e coerenza tra dati operativi e modellazione LCA. Pertanto, l'analisi delle movimentazioni evidenzia che il sito:

- non opera come semplice punto di rivendita;
- svolge attività significativa di miscelazione (282.669 kg);
- gestisce trasferimenti interni;
- mantiene giacenze operative funzionali alla continuità del servizio.

In particolare:

- il volume venduto (417.940 kg) rappresenta circa il **58% del throughput in ingresso**;
- circa il **39% del volume in ingresso è destinato a miscelazione/blending**;
- la quota residua è assorbita da trasferimenti e variazioni di stock.

Questi rapporti dimostrano che il valore generato dal sistema è connesso alla gestione integrata dei flussi e non esclusivamente alla quantità commercializzata. Inoltre, Dal punto di vista metodologico:

- il throughput in ingresso (716,56 t) rappresenta il flusso fisico effettivamente gestito dal sistema nel 2025;
- la massa venduta (417,94 t) costituisce la base per la definizione dell'Unità Funzionale;
- le movimentazioni complessive (1.419 t) descrivono il carico operativo ma non sono utilizzate come denominatore LCA, al fine di evitare doppi conteggi.

La distinzione tra questi tre livelli consente:

- trasparenza metodologica;
- assenza di sovra-stime o sotto-stime dei flussi;
- coerenza tra inventario fisico e normalizzazione dei KPI.

La presenza di una quota rilevante di attività di miscelazione e gestione stock conferma la natura infrastrutturale e logistico-gestionale del modello SGM, coerente con un paradigma "servizio + dati" piuttosto che con un approccio puramente distributivo. Ciò rafforza la rappresentatività dell'analisi LCA, che considera il sistema nella sua funzione reale e non come semplice flusso commerciale lineare.

I dati energetici e i flussi fisici verificati costituiscono la base per la determinazione dei KPI ambientali normalizzati all'Unità Funzionale, presentati nel paragrafo seguente.

3.3 KPI ambientali normalizzati all'Unità Funzionale

Al fine di fornire una rappresentazione più completa dell'efficienza energetica del sistema, l'intensità elettrica è stata calcolata rispetto a tre diversi denominatori: (i) massa venduta (Unità Funzionale), (ii) throughput fisico in ingresso, (iii) movimentazioni operative complessive (carico + scarico), quest'ultima intesa come indicatore di carico logistico.

a) Intensità per tonnellata venduta (Unità Funzionale)

Vendite 2025: **417,94** t
Consumo elettrico (FO attiva): **37.327,42 kWh**

$$\frac{37.327,42}{417,94} = 89,3 \text{ kWh/t}$$

Questo indicatore rappresenta il KPI principale LCA, in quanto coerente con l'Unità Funzionale definita (gestione e commercializzazione di 1 tonnellata).

b) Intensità per tonnellata movimentata (throughput fisico in ingresso)

Il volume complessivo in ingresso (carico iniziale + acquisti + trasferimenti) è pari a: **716,56 t**

$$\frac{37.327,42}{716,56} = 52,1 \text{ kWh/t}$$

Questo indicatore descrive l'efficienza energetica dell'infrastruttura rispetto alla massa effettivamente gestita in entrata nel periodo.

c) Intensità per tonnellata di movimentazioni operative (carico + scarico) – KPI di workload logistico

Movimentazioni operative 2025 (carico totale + scarico totale): 716,56 t + 702,50 t = 1.419,06 t

$$\frac{37.327,42}{1.419,06} = 26,3 \text{ kWh/t}$$

Metrica	Denominatore (t)	kWh/t	kg CO2e/t (Scope 2)	Finalità	Note metodologiche
Per tonnellata venduta (UF)	417,94	89,31	22,95	KPI LCA principale	Coerente con Unità Funzionale; utilizzabile per confronti LCA/PCF.
Per tonnellata throughput ingresso	716,56	52,09	13,39	KPI infrastrutturale	Descrive efficienza su massa gestita; nessun doppio conteggio.
Per tonnellata movimentazioni operative (in+out)	1419,06	26,3	6,76	KPI workload logistico	Include doppio conteggio; non idoneo a confronti LCA esterni.

Tabella n.3 - confronto 3 metriche (venduta, throughput, movimentazioni)

Il confronto di tabella n. 2 presenta le tre metriche che evidenziano:

- l'intensità energetica diminuisce passando da "venduto" a "throughput" e a "workload logistico", confermando la presenza di consumi infrastrutturali semi-fissi;
- una parte rilevante del consumo elettrico è associata alla gestione complessiva dell'impianto e delle movimentazioni (monitoraggio, pompaggio, controllo, operazioni logistiche), non esclusivamente alla massa venduta;
- l'aumento dei volumi gestiti tende a ridurre l'intensità unitaria, generando una leva operativa ambientale misurabile.

Dal punto di vista LCA, la normalizzazione alla tonnellata venduta rimane la metrica primaria per la comparabilità settoriale e per coerenza con l'Unità Funzionale; le metriche "throughput" e "workload" rafforzano la lettura gestionale e infrastrutturale del sistema.

3.3.1 KPI energetici unitari

L'intensità energetica del sistema è stata determinata normalizzando il consumo elettrico annuo (energia attiva F0 pari a 37.327,42 kWh) rispetto all'Unità Funzionale definita, corrispondente alla gestione e commercializzazione di 1 tonnellata di prodotto.

Con riferimento alle vendite 2025 (417,94 t), l'intensità energetica unitaria risulta pari a:

89,3 kWh per tonnellata venduta

Il dato rappresenta il principale KPI energetico LCA del modulo gate-to-gate e costituisce il riferimento per la comparabilità con operatori che adottano una normalizzazione per tonnellata commercializzata.

La scelta del denominatore è coerente con l'Unità Funzionale dichiarata e con le prescrizioni ISO 14040/14044 relative alla coerenza tra funzione del sistema e indicatori normalizzati.

3.3.2 Emissioni Scope 2 (assolute e unitarie)

Le emissioni indirette Scope 2 sono state calcolate applicando al consumo elettrico annuo il fattore di emissione medio del mix elettrico nazionale (approccio location-based), in conformità con GHG Protocol e ISO 14064-1.

Le emissioni Scope 2 totali per il 2025 risultano pari a circa:

9.590 kg CO₂e

La normalizzazione all'Unità Funzionale determina un'intensità emissiva pari a:

22,9 kg CO₂e per tonnellata venduta

La presentazione congiunta del dato assoluto e del dato unitario garantisce trasparenza metodologica, evitando interpretazioni parziali basate esclusivamente sull'intensità.

Il dato assoluto rappresenta l'impatto climatico complessivo del sito nel periodo di riferimento; il dato unitario consente la comparabilità settoriale e l'analisi di efficienza relativa.

3.3.3 Lettura comparativa delle intensità

Al fine di fornire una rappresentazione più articolata della struttura energetica del sistema, l'intensità elettrica è stata calcolata anche rispetto a denominatori alternativi: (i) throughput fisico in ingresso (716,56 t) e (ii) movimentazioni operative complessive (1.419,06 t).

Ne derivano i seguenti valori:

52,1 kWh/t rispetto al throughput fisico in ingresso

26,3 kWh/t rispetto alle movimentazioni operative (in + out)

Il confronto tra le tre metriche evidenzia che l'intensità energetica diminuisce progressivamente passando dalla tonnellata venduta al throughput e al workload logistico.

Tale differenza riflette la presenza di una componente energetica infrastrutturale parzialmente indipendente dai volumi commercializzati. Il sistema presenta quindi caratteristiche semi-fisse, tipiche di un'infrastruttura logistico-gestionale, con potenziale riduzione dell'intensità unitaria in caso di incremento dei volumi gestiti.

Dal punto di vista LCA, la normalizzazione alla tonnellata venduta rimane la metrica primaria per la comparabilità. Le metriche alternative costituiscono strumenti analitici complementari utili a descrivere la struttura energetica e la scalabilità del modello operativo.

4. Modulo Packaging – Modellazione LCI, Intensità per UF e Scenari Evolutivi

4.1 Inquadramento metodologico

Nel presente studio il packaging è trattato come modulo inventariale autonomo all'interno del sistema cradle-to-gate. Per chiarezza terminologica:

- *Cradle-to-gate: analisi che copre le fasi dalla produzione delle materie prime fino all'uscita del prodotto dal sito produttivo (Moduli A1–A3 secondo EN 15804).*
- *Bulk: vendita in modalità sfusa, generalmente mediante autocisterna, senza utilizzo di contenitori primari.*
- *Packaging primario: contenitore a diretto contatto con il prodotto (taniche, fusti, IBC).*
- *Packaging secondario: elementi ausiliari (film estensibile, pallet).*

Nel settore dei lubrificanti industriali, il packaging rappresenta tipicamente tra il 5% e il 12% del GWP cradle-to-gate, con forte dipendenza dal formato commerciale adottato (ATIEL/UEIL, 2020; API TR 1533).

Per chiarezza:

- **A1** = produzione materie prime (base oil, additivi, HDPE, acciaio)
- **A2** = trasporto materie prime e imballaggi al sito
- **A3** = miscelazione, riempimento, energia di sito
- **Bulk** = vendita sfusa in autocisterna, senza contenitore primario

[R5]

4.2 Configurazione reale 2025 - Integrazione Modulo A2 – Trasporti verso Morcone (BN)

Nel 2025 il packaging riguarda esclusivamente:

Formato	Prodotto confezionato (kg)	Q.tà	Tara unitaria (kg)	Packaging totale (kg)
Tanica 20 L	12.927,24	758	0,9	682,2
Fustino 60 L	504	10	5	50
Fusto 200 L	5.023,80	22	15	330
Totale	18.455,04	—	—	1.062,20

Tabella n.4 - Dati packaging 2025

e risultano confezionati:

- 18.455,04 kg di prodotto

- 1.062,2 kg di packaging primario

Con un'intensità reale pari a:

57,6 kg packaging/t prodotto confezionato

La restante quota di prodotto è stata venduta in modalità **sfusa (bulk)** tramite autocisterne da 30.000 L, riducendo ulteriormente l'intensità packaging sull'intero venduto aziendale.

Formato	Intensità (kg packaging/t prodotto)
Tanica 20 L	52,8
Fustino 60 L	99,2
Fusto 200 L	65,7

Tabella n.5 – intensità per formato

La tanica 20 L rappresenta il formato più efficiente; il fustino 60 L il meno efficiente.

Materiale	Massa (kg)	Fattore (kg CO ₂ e/kg)	Emissioni (kg CO ₂ e)
HDPE	682,2	2,5	1.705
Acciaio	380	1,9	722
Totale	1.062,20	—	2.427

Tabella n.6 - GWP Packaging

Per tonnellata di prodotto confezionato:

131,6 kg CO₂e/t

Il packaging incide per circa il 6–7% sul totale cradle-to-gate, in linea con benchmark europei (ATIEL/UEIL).

Gli approvvigionamenti avvengono prevalentemente in:

- Nola (NA) – circa 100 km
- Ceccano (FR) – circa 130 km

Ripartizione stimata:

- 70% area Nola
- 30% area Ceccano

Distanza media ponderata ≈ 109 km.

Fattore emissivo camion >16 t:
0,1 kg CO₂e / ton-km

$$109 \times 0,1 = 10,9 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$$

Il contributo A2 risulta inferiore all'1% del totale, confermando l'efficienza della filiera nazionale.

4.3 Bilancio complessivo A1–A2–A3

Il bilancio cradle-to-gate del sistema SGM per l'anno 2025 è stato costruito integrando i contributi dei Moduli A1, A2 e A3, secondo la struttura prevista dalla EN 15804 e coerentemente con ISO 14040/14044. L'obiettivo è fornire una rappresentazione trasparente e verificabile della distribuzione degli impatti lungo la fase pre-distributiva del ciclo di vita.

Modulo A1 – Produzione materie prime (driver dominante)

La produzione del base oil rappresenta il principale contributo emissivo (~90%). Questo risultato è pienamente coerente con la letteratura scientifica settoriale (ATIEL, 2020; API TR 1533), che identifica nella raffinazione e nei processi upstream il driver principale dell'impronta carbonica dei lubrificanti.

Dal punto di vista strutturale:

- l'impatto è legato alla natura energeticamente intensiva della raffinazione;
- le possibilità di riduzione sono principalmente connesse a:
 - utilizzo di base oil rigenerato,
 - approvvigionamento da raffinerie a minor intensità carbonica,
 - ottimizzazione formulativa.

Il sistema SGM, in quanto operatore logistico-gestionale e non raffinatore primario, ha margini di influenza indiretti su tale modulo.

Packaging (quota A1)

Il packaging incide per circa il 6–7% del totale. Pur non essendo un driver dominante, rappresenta la **prima leva di miglioramento direttamente controllabile** dal sistema.

Il valore di 131,6 kg CO₂e/t si colloca nella fascia medio-bassa dei benchmark europei per formati industriali (60–80 kg/t di intensità materiale). L'assenza di piccoli formati e la presenza di quota bulk riducono significativamente l'esposizione materiale.

In ottica di miglioramento:

- introduzione di rHDPE,
- alleggerimento tare,
- incremento vendite bulk,
- riuso fusti,

potrebbero generare riduzioni incrementali misurabili.

Modulo A2 – Trasporto upstream

Il contributo A2 (10,9 kg CO₂e/t) risulta marginale (<1%). La filiera interamente nazionale (Nola e Ceccano → Morcone) comporta distanze contenute (~109 km medi ponderati), con conseguente limitato impatto emissivo.

Dal punto di vista sistemico:

- il rischio carbon logistico è basso,
- la supply chain è territorialmente concentrata,
- non vi è esposizione a trasporto intercontinentale.

Questo elemento rappresenta un fattore di stabilità ambientale e finanziaria nel medio periodo.

Modulo A3 – Energia di sito

L'energia elettrica di stabilimento incide per circa il 2–3% del totale.

Il dato è:

- misurato,
- tracciabile,
- conforme a GHG Protocol (location-based),
- coerente con ISO 14064-1.

Il basso peso percentuale riflette:

- natura semi-fissa dei consumi infrastrutturali,
- efficienza energetica della piattaforma logistica,
- volumi di throughput significativi rispetto all'energia impiegata.

In ottica di scaling, l'intensità unitaria è ulteriormente riducibile con incremento dei volumi gestiti.

Il contributo complessivo per tonnellata di prodotto confezionato risulta pari a: **1.988 kg CO₂e/t**

Modulo	Descrizione	kg CO ₂ e/t	Incidenza %
A1 – Materie prime	Produzione base oil e additivi	1.800	90,50%
A1 – Packaging	Produzione HDPE e acciaio	131,6	6,60%
A2 – Trasporti	Nola / Ceccano → Morcone	10,9	0,50%
A3 – Energia sito	Consumo elettrico miscelazione e riempimento	45,9	2,30%
Totale A1–A3	—	1.988	100%

Tabella n7 – RIEPILOGO A1-A3

L'analisi A1–A3 evidenzia una struttura tipica del settore:

Upstream dominante+Downstream controllabile

Ne consegue che: l'impatto è strutturalmente concentrato nella produzione delle materie prime; moduli sotto controllo diretto (packaging, energia e logistica interna) rappresentano circa il 10% del totale e il trasporto upstream non costituisce criticità. Questa distribuzione è coerente con la letteratura LCA internazionale sui lubrificanti e conferma la robustezza metodologica del modello.

4.4 Rischi e Opportunità ESG – Lettura finanziaria del bilancio A1–A3

L'analisi del bilancio cradle-to-gate (A1–A3) consente di identificare, oltre ai profili ambientali, anche le principali implicazioni in termini di rischio e opportunità ESG rilevanti per investitori e stakeholder finanziari.

4.4.1. Rischi ESG potenziali

Rischio di carbon exposure upstream (A1)

La concentrazione dell'impatto emissivo nella produzione delle materie prime (≈90%) implica una dipendenza strutturale dall'intensità carbonica della filiera del base oil. Eventuali incrementi del prezzo del carbonio a livello europeo (ETS, CBAM esteso o meccanismi analoghi) potrebbero riflettersi indirettamente sui costi di approvvigionamento. Tuttavia, tale esposizione è comune all'intero settore dei lubrificanti e non rappresenta una vulnerabilità specifica del modello SGM.

Rischio normativo su imballaggi

L'evoluzione della normativa europea sugli imballaggi (es. Regolamento sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio – PPWR) potrebbe introdurre requisiti più stringenti su contenuto riciclato o riduzione delle tare. Nel caso in esame, l'intensità packaging (57,6 kg/t per il confezionato) si

colloca in una fascia coerente con i benchmark industriali e non evidenzia esposizioni anomale; tuttavia, l'adozione di rHDPE rappresenterebbe una misura di mitigazione preventiva.

Rischio reputazionale (greenwashing)

Il rischio di contestazioni in materia di comunicazione ambientale è ridotto dalla struttura dati audit-ready: consumi misurati, bilancio di massa verificabile, modellazione trasparente dei moduli A1–A3. L'assenza di compensazioni esterne e la concentrazione degli impatti in fasi strutturalmente tipiche del settore limitano il rischio di percezione distorsiva

4.4.2. Opportunità ESG

Efficienza della supply chain nazionale

La filiera di approvvigionamento interamente nazionale (Nola e Ceccano → Morcone) riduce l'esposizione a rischi geopolitici e a volatilità logistica internazionale. Dal punto di vista finanziario, ciò comporta una minore variabilità potenziale dei costi associati a trasporto e carbon pricing.

Leva di ottimizzazione incrementale controllabile

A differenza del Modulo A1 (upstream), i moduli packaging, trasporto nazionale e consumi energetici di sito sono direttamente o indirettamente governabili. Interventi quali:

- *incremento quota bulk,*
- *introduzione di rHDPE,*
- *riduzione delle tare,*
- *miglioramento dell'efficienza energetica,*

possono generare miglioramenti misurabili degli indicatori ESG senza richiedere trasformazioni strutturali del modello di business.

Scalabilità con stabilità emissiva unitaria

La natura infrastrutturale del sistema logistico-gestionale implica che l'aumento dei volumi gestiti non determina incrementi proporzionali dell'intensità unitaria dei moduli sotto controllo diretto (A2 e A3). Questo aspetto è particolarmente rilevante per investitori orientati alla crescita: la scalabilità operativa non è associata a una crescita lineare del rischio ambientale.

Allineamento a criteri di finanza sostenibile

La tracciabilità dei dati, la separazione modulare A1–A3 e la coerenza con ISO 14040/44 e GHG Protocol facilitano l'integrazione del progetto in strumenti finanziari sostenibili (fondi Art. 8 o Art.

9 SFDR), nonché la futura predisposizione a EPD verificata. L'assenza di anomalie nei moduli controllati dall'azienda riduce il rischio di esclusione da portafogli ESG per carenze strutturali.

4.4.3. Sintesi rischio–opportunità

In termini finanziari, il profilo ambientale del sistema SGM può essere sintetizzato come segue:

- **Rischio sistemico (settoriale) elevato ma non specifico** → concentrato nella produzione delle materie prime (A1), comune a tutto il comparto.
- **Rischio operativo diretto contenuto** → packaging, trasporti nazionali ed energia di sito rappresentano quote marginali e controllabili.
- **Opportunità incrementali concrete** → miglioramenti graduali possibili senza revisione radicale del modello.

Ne deriva un quadro in cui l'azienda non presenta vulnerabilità ambientali strutturali nei moduli direttamente gestiti, ma dispone di margini di ottimizzazione capaci di rafforzare progressivamente il proprio posizionamento ESG.

4.4.4. Conclusioni dell'analisi del Modulo Packaging per investitori istituzionali.

L'analisi del Modulo Packaging e la sua integrazione nei Moduli A1–A3 confermano che il profilo emissivo del sistema SGM presenta una struttura coerente con le dinamiche tipiche del settore dei lubrificanti industriali, senza concentrazioni anomale nei processi direttamente controllati dall'azienda. La predominanza del contributo upstream (produzione delle materie prime) rappresenta un elemento strutturale di settore e non una criticità gestionale specifica.

I moduli sotto controllo operativo diretto — packaging, trasporto nazionale e consumi energetici di sito — mostrano un'incidenza contenuta e tecnicamente governabile. L'intensità di imballaggio si colloca nella fascia medio-bassa dei benchmark europei per formati industriali; la filiera di approvvigionamento è interamente nazionale e territorialmente concentrata; il contributo del trasporto upstream risulta marginale. Nel loro insieme, questi elementi delineano un sistema logistico-gestionale con esposizione ambientale controllata e prevedibile.

Dal punto di vista finanziario, ciò si traduce in un profilo di rischio ambientale moderato nei moduli direttamente influenzabili dall'azienda, con limitata vulnerabilità a shock regolatori o a incrementi del carbon pricing legati alla logistica. La presenza di vendite in modalità bulk, inoltre, introduce una leva strutturale di efficienza materiale che attenua l'intensità di imballaggio per unità funzionale e rafforza la resilienza del modello rispetto a future normative sugli imballaggi.

Le opportunità di miglioramento identificate — quali l'incremento di contenuto riciclato negli imballaggi o l'ulteriore espansione della quota bulk — non rappresentano interventi correttivi necessari per riequilibrare criticità strutturali, ma strumenti di ottimizzazione incrementale. In altri termini, il sistema si presenta già oggi in una configurazione tecnicamente allineata ai

benchmark di settore, con margini di progressivo miglioramento che possono essere attivati in funzione di strategie industriali e di mercato.

In chiave ESG e di finanza sostenibile, la disponibilità di dati primari misurati, la tracciabilità dell'inventario e la scomposizione modulare A1–A3 consentono una lettura trasparente e verificabile del profilo ambientale. Tale impostazione riduce il rischio reputazionale associato a comunicazioni ambientali non supportate da basi metodologiche solide e costituisce un presupposto favorevole per eventuali sviluppi verso strumenti dichiarativi verificati (es. EPD) o per l'integrazione in portafogli orientati ai criteri della Tassonomia UE.

Nel complesso, il Capitolo 4 evidenzia che il sistema SGM non si fonda su una narrativa ambientale aspirazionale, ma su una struttura operativa misurata e modellata secondo standard internazionali. L'asset ambientale dell'azienda risiede nella combinazione tra filiera corta, configurazione di packaging efficiente e piattaforma logistico-gestionale scalabile. Questo posizionamento consente di affrontare il percorso di transizione ambientale non come risposta emergenziale a squilibri strutturali, ma come processo di ottimizzazione progressiva e integrata nel modello industriale.

5. Diagramma di flusso del sistema (process tree) e tracciabilità dei moduli

Architettura operativa e valore infrastrutturale del modello SGM

L'analisi LCA del sistema SGM non si limita alla quantificazione degli impatti ambientali, ma si fonda su una rappresentazione strutturata dell'architettura operativa dell'azienda. In un contesto industriale sempre più orientato alla finanza sostenibile e alla valutazione del rischio sistemico, la comprensione del “process tree” assume una valenza strategica: essa consente di distinguere un semplice operatore commerciale da una piattaforma infrastrutturale integrata.

Il sistema SGM si configura come una piattaforma logistico-gestionale che integra flussi fisici, flussi informativi e flussi di ritorno circolare all'interno di un'unica architettura operativa. Tale configurazione è rilevante per investitori infrastrutturali, in quanto combina tre elementi tipici degli asset scalabili: controllo dei nodi logistici, capacità di gestione del throughput e integrazione verticale dei servizi a valore aggiunto.

La rappresentazione processuale del sistema evidenzia una sequenza strutturata che parte dall'approvvigionamento delle materie prime (base oil e additivi), prosegue con il trasporto nazionale verso lo stabilimento di Morcone, attraversa le fasi di ricezione, stoccaggio, tracciabilità e miscelazione, per arrivare alla distribuzione — sia in modalità confezionata sia bulk — e infine al recupero dell'olio esausto attraverso la rete ECO-B4N™. Questa sequenza non è lineare ma circolare: il sistema incorpora un loop di rigenerazione che consente il rientro potenziale del Re-Refined Base Oil (RRBO) nella catena di approvvigionamento, generando un credito ambientale modellabile nei moduli C/D.[R6].

5.1 Architettura dei flussi e natura infrastrutturale

Il diagramma di flusso (Figura 6) sintetizza l'architettura dei flussi fisici lungo l'intero perimetro cradle-to-gate e oltre. Ciò che emerge non è solo la sequenza operativa, ma la struttura reticolare del sistema:

- Nodo di approvvigionamento (A1)
- Nodo logistico di ingresso (A2)
- Nodo infrastrutturale centrale (Morcone – A3)
- Nodo distributivo
- Nodo di intercettazione e recupero

La centralità del nodo infrastrutturale di Morcone rappresenta un elemento tipico di asset infrastrutturale: l'impianto non è semplicemente un punto di passaggio, ma un hub di trasformazione, controllo e consolidamento dei flussi. La presenza di miscelazione su richiesta e tracciabilità digitale rafforza la natura "process-driven" del modello.

Per un investitore infrastrutturale, questa configurazione implica:

- elevata controllabilità operativa,
- prevedibilità dei flussi,
- scalabilità del throughput senza duplicazione proporzionale delle strutture.

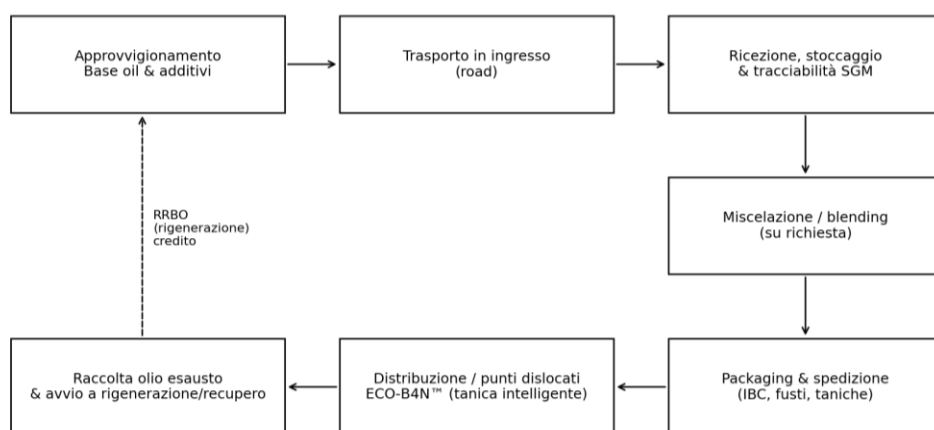


Figura n. 6 – Diagramma di flusso LCA del sistema SGM (moduli e loop di rigenerazione).

5.2 Integrazione del modello B4N e moltiplicatore di rete

La Figura 7 introduce un secondo livello di lettura: il modello B4N (Business for Network). Se il process tree rappresenta l'architettura fisica, il modello B4N rappresenta l'architettura relazionale e commerciale.

B4N integra i canali:

- B2B (partner e operatori industriali),
- B2R (raccolta e servizi),
- B2C (cliente finale),
- rete di punti dislocati ECO-B4N™.

Questa integrazione produce un effetto moltiplicatore di rete, la piattaforma non si limita a vendere prodotto, ma:

- consolida relazioni,

- intercetta flussi di ritorno,
- fidelizza clienti attraverso incentivi ambientali,
- crea sinergie trasversali tra canali.

Dal punto di vista LCA, tale integrazione si traduce in un miglioramento potenziale della quota di olio avviato a rigenerazione, rafforzando la coerenza con i principi dell'economia circolare. Dal punto di vista finanziario, invece, rappresenta un elemento di resilienza: la rete distribuita riduce la dipendenza da un singolo segmento di mercato e stabilizza i flussi di ricavo.

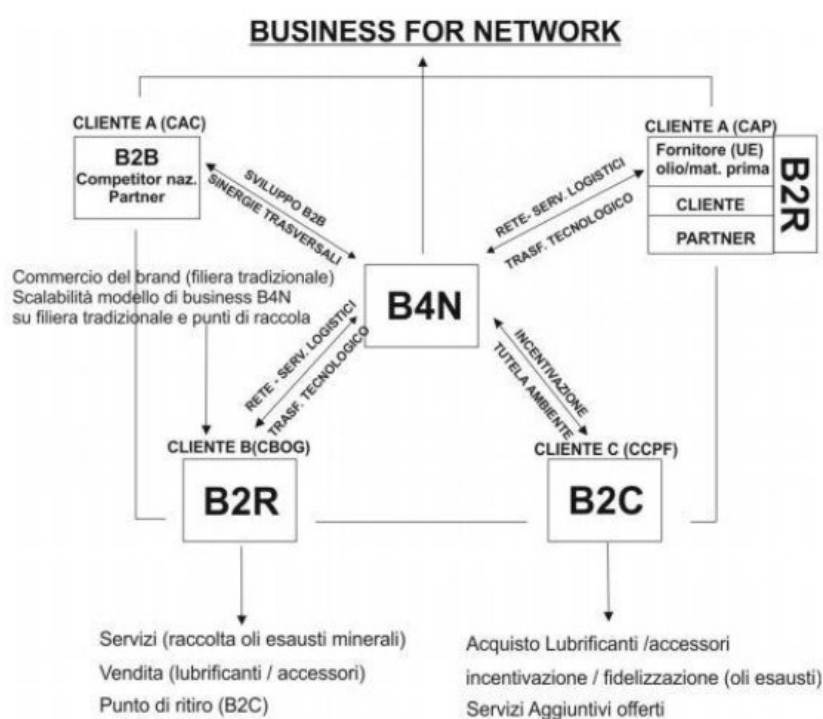


Figura n. 7 – Modello B4N: integrazione canali B2B/B2R/B2C e rete punti dislocati (fonte SGM).

5.3 Tracciabilità come fattore di mitigazione del rischio

Un elemento centrale del modello operativo SGM è rappresentato dalla tracciabilità dei flussi lungo l'intero sistema logistico-gestionale. La combinazione tra la struttura processuale rappresentata nel process tree e l'architettura relazionale del modello B4N consente infatti di garantire una tracciabilità multilivello dei flussi di materia e delle operazioni di gestione del prodotto.

In primo luogo, il sistema assicura la **tracciabilità fisica dei volumi in ingresso e in uscita**, attraverso la registrazione sistematica delle movimentazioni di base oil, additivi e prodotti finiti. Le operazioni di carico, trasferimento, vendita e giacenza consentono la ricostruzione del bilancio di massa annuale e garantiscono la coerenza inventariale dei dati utilizzati nell'analisi LCA.

Questo livello di controllo riduce significativamente il rischio di discrepanze tra volumi effettivamente gestiti e volumi dichiarati nei sistemi di rendicontazione ambientale.

Un secondo livello riguarda la **tracciabilità operativa dei processi interni**, in particolare le fasi di stoccaggio, movimentazione e miscelazione/blending. La gestione centralizzata delle operazioni presso il sito di Morcone consente di monitorare le trasformazioni del prodotto e di associare i consumi energetici e le operazioni logistiche alle specifiche fasi del processo. Questo aspetto è particolarmente rilevante ai fini LCA, poiché consente di collegare in modo coerente i dati di inventario (LCI) ai moduli di processo (A3), migliorando la robustezza metodologica dell'analisi.

Un terzo livello riguarda la **tracciabilità dei flussi di ritorno**, in particolare quelli associati alla raccolta e al recupero dell'olio esausto attraverso la rete ECO-B4N™. La presenza di una rete territoriale di punti dislocati e di servizi di raccolta consente di intercettare una quota significativa di olio usato, favorendone l'avvio a rigenerazione o recupero. Dal punto di vista sistemico, questo meccanismo rafforza la coerenza del modello con i principi dell'economia circolare e consente di modellare scenari di credito ambientale associati al re-refining (RRBO).

Nel loro insieme, questi tre livelli di tracciabilità contribuiscono a ridurre diversi tipi di rischio. In termini ESG, la disponibilità di dati misurati e verificabili riduce il rischio operativo e reputazionale associato a dichiarazioni ambientali non supportate da basi inventariali solide. In termini finanziari, la tracciabilità riduce la probabilità di disallineamento tra reporting ambientale e dati operativi, migliorando la credibilità delle informazioni comunicate a stakeholder e investitori.

5.4 Scalabilità e resilienza del modello

Dal punto di vista strategico, uno degli aspetti più rilevanti del sistema SGM è la sua capacità di scalare il volume di attività senza un incremento proporzionale della complessità infrastrutturale. L'architettura operativa, basata su un nodo centrale di gestione e su una rete territoriale di distribuzione e raccolta, consente di gestire volumi crescenti di prodotto mantenendo stabile la struttura organizzativa e logistica di base.

La presenza di un hub operativo centralizzato consente infatti di concentrare le principali funzioni di controllo, stoccaggio e miscelazione in un unico punto della rete, riducendo la necessità di duplicare infrastrutture o impianti al crescere del throughput. Parallelamente, la rete di punti dislocati e di partner operativi consente di estendere la copertura territoriale senza richiedere investimenti infrastrutturali proporzionali alla crescita dei volumi.

Questa configurazione ha implicazioni rilevanti anche dal punto di vista ambientale. Alcune componenti del sistema — come i consumi energetici di sito o parte delle operazioni logistiche — presentano infatti caratteristiche **semi-fisse**, nel senso che non crescono in modo lineare con il volume gestito. Di conseguenza, all'aumentare del throughput complessivo, l'intensità energetica e carbonica per unità funzionale tende a ridursi, generando una leva operativa ambientale intrinseca.

Un ulteriore elemento di resilienza è rappresentato dall'integrazione del loop di recupero e rigenerazione dell'olio esausto. La raccolta e il recupero dei lubrificanti usati introducono infatti una componente anticiclica nel modello: anche in contesti di riduzione della domanda di lubrificanti nuovi, i servizi di gestione dell'olio esausto possono continuare a generare attività e valore. Questo meccanismo rafforza la stabilità operativa del sistema e contribuisce a mitigare i rischi associati alla volatilità dei mercati delle materie prime.

Nel loro insieme, questi elementi configurano il modello SGM come una piattaforma operativa caratterizzata da elevata scalabilità e resilienza, due caratteristiche particolarmente rilevanti per investitori interessati a infrastrutture industriali sostenibili e a lungo ciclo di vita.

5.5 Considerazioni sistemiche e implicazioni operative

La lettura integrata delle Figure 2 e 3 evidenzia che il sistema SGM non può essere interpretato come un semplice operatore commerciale di compravendita di lubrificanti, ma come una piattaforma infrastrutturale circolare che integra logistica, servizi e gestione dei flussi di materia all'interno di un'unica architettura operativa.

In particolare, il modello presenta alcune caratteristiche tipiche degli asset infrastrutturali scalabili: il controllo centralizzato dei nodi logistici, la presenza di una rete territoriale distribuita di punti di servizio e raccolta, l'integrazione tra canali commerciali e servizi di recupero e una struttura di tracciabilità digitale dei flussi. Questa combinazione consente di gestire volumi crescenti di attività mantenendo elevato il livello di controllo operativo e di monitoraggio ambientale.

Dal punto di vista degli investitori istituzionali, tali caratteristiche rappresentano fattori chiave di valutazione. Un sistema che integra gestione dei flussi, tracciabilità dei dati e capacità di recupero circolare presenta infatti un profilo di rischio operativo più contenuto rispetto a modelli lineari tradizionali e offre maggiori garanzie di adattabilità alle evoluzioni normative in materia di sostenibilità.

In un contesto europeo in cui l'accesso al capitale è sempre più condizionato alla dimostrazione di robustezza operativa, trasparenza dei dati e coerenza con i principi dell'economia circolare, il process tree del sistema SGM assume quindi un significato che va oltre la semplice rappresentazione tecnica dei processi. Esso costituisce la dimostrazione strutturale della capacità dell'azienda di operare come infrastruttura circolare integrata, in cui la gestione dei flussi materiali, la logistica territoriale e la tracciabilità digitale convergono nel supportare un modello industriale scalabile e compatibile con gli obiettivi di transizione ambientale europei.

6. Confronto con studi LCA e linee guida di settore (evidenze citabili)

Per garantire la robustezza metodologica dello studio e supportare la futura comunicazione ambientale verso il mercato europeo, l'analisi è stata confrontata con linee guida metodologiche e studi LCA pubblici specifici del settore dei lubrificanti. Tale confronto consente di verificare la coerenza dell'impostazione adottata con le migliori pratiche internazionali in materia di Life Cycle Assessment (LCA) e Product Carbon Footprint (PCF).

Nel settore dei lubrificanti, infatti, la definizione dei confini di sistema e dell'unità funzionale rappresenta un elemento critico per la comparabilità dei risultati. Studi recenti e linee guida tecniche evidenziano come un approccio esclusivamente “prodotto-centrico” — focalizzato unicamente sulla produzione del lubrificante — risulti spesso insufficiente per rappresentare in modo realistico i sistemi industriali contemporanei, nei quali le componenti logistiche, il packaging e la gestione del fine vita svolgono un ruolo rilevante nel profilo ambientale complessivo.

Nel caso SGM, l'analisi è stata impostata adottando una prospettiva sistemica che considera non solo la produzione del fluido lubrificante, ma l'intero sistema logistico-gestionale associato alla sua distribuzione e gestione operativa. Tale impostazione è coerente con le raccomandazioni metodologiche riportate nel Technical Report API TR 1533 (2023), che sottolinea l'importanza di definire con chiarezza l'unità funzionale e di includere nel perimetro di analisi le componenti logistiche, di packaging e di fine vita.

L'approccio adottato nello studio SGM risulta inoltre allineato alla metodologia europea di calcolo del Product Carbon Footprint (PCF) per lubrificanti sviluppata da ATIEL e UEIL (Methodology v1.1, 2024), attualmente uno dei principali riferimenti per la comunicazione ambientale nel settore. Tale metodologia, certificata da TÜV Rheinland, definisce una struttura standardizzata per la quantificazione delle emissioni associate alla produzione e distribuzione dei lubrificanti, includendo esplicitamente le fasi di approvvigionamento delle materie prime, logistica e packaging. [R7, R8].

Un ulteriore elemento di confronto riguarda la gestione del fine vita dell'olio esausto. Studi di settore condotti dal GEIR (Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération) in collaborazione con l'istituto di ricerca ifeu evidenziano come la rigenerazione (re-refining) rappresenti l'opzione di gestione con il miglior profilo ambientale rispetto ad alternative quali l'incenerimento o l'utilizzo come combustibile. In questo contesto, la qualità e la tracciabilità dei sistemi di raccolta dell'olio usato assumono un ruolo determinante per massimizzare i benefici ambientali associati alla rigenerazione.

Infine, la letteratura scientifica evidenzia l'importanza delle scelte relative al packaging nel profilo ambientale complessivo dei sistemi di distribuzione dei lubrificanti. Studi LCA sui contenitori per oli lubrificanti (ad esempio Oliveira & Magrini, 2017) mostrano che il contributo del packaging

può variare significativamente in funzione del formato commerciale adottato e delle modalità di gestione del fine vita degli imballaggi.

Nel caso analizzato, i dati reali di movimentazione e confezionamento evidenziano una quota rilevante di vendite in modalità bulk (autocisterna), che consente di ridurre l'intensità di packaging per unità funzionale rispetto a modelli di distribuzione basati esclusivamente su piccoli formati. [R1, R2, R13]

Ambito	Fonte pubblica	Rilevanza per il caso SGM
Metodologia LCA per lubrificanti	API TR 1533 (2023)	Definizione dell'unità funzionale e inclusione di logistica, packaging e fine vita
Carbon Footprint di prodotto	ATIEL/UEIL PCF Methodology v1.1 (2024)	Struttura armonizzata per la comunicazione PCF nel settore europeo
Gestione olio esausto	GEIR / ifeu (2022)	Evidenze sui benefici ambientali della rigenerazione
Packaging lubrificanti	Oliveira & Magrini (2017)	Impatto del formato di confezionamento e del fine vita

Tabella n.8 –Matrice fonti esterne per confronto e posizionamento metodologico

6.1 Prestazione ambientale e digitalizzazione del sistema (“dimensione 4.0”)

Un elemento distintivo del modello operativo SGM rispetto a sistemi distributivi tradizionali è rappresentato dall'integrazione tra infrastruttura logistica, sistemi di tracciabilità e strumenti di monitoraggio digitale dei flussi. Nel contesto della valutazione ambientale, tali elementi consentono di migliorare la qualità dei dati utilizzati nell'analisi LCA e di ridurre il ricorso a stime o proxy tipici degli studi basati esclusivamente su dati secondari. Nel caso analizzato, la disponibilità di dati primari relativi ai consumi energetici di sito e alle movimentazioni annuali di prodotto consente di quantificare indicatori di intensità energetica e carbonica basati su misurazioni effettive. Ad esempio, il consumo elettrico registrato nel 2025 (37.327 kWh) rapportato al volume venduto (circa 418 tonnellate) consente di stimare un'intensità energetica di circa 89 kWh per tonnellata venduta, valore che risulta coerente con le caratteristiche operative di una piattaforma logistico-gestionale di dimensioni medio-piccole.

La tracciabilità dei flussi di materia, garantita dal registro delle movimentazioni e dal bilancio di massa annuale, consente inoltre di verificare la coerenza tra ingressi, trasformazioni interne e uscite del sistema. Questo elemento rappresenta un requisito fondamentale per la robustezza degli studi LCA e per la credibilità di eventuali dichiarazioni ambientali comparabili.

Dal punto di vista logistico, l'organizzazione della filiera su scala prevalentemente nazionale riduce la distanza media di trasporto delle materie prime e contribuisce a limitare il contributo emissivo del modulo A2. Sebbene nel presente studio il trasporto sia modellato con dati parametrici, la configurazione geografica della filiera (fornitori nazionali e distribuzione prevalentemente europea) consente di mantenere il contributo logistico entro valori tipici del settore.

Nel loro insieme, questi elementi suggeriscono che la prestazione ambientale del sistema non deriva esclusivamente dalle caratteristiche intrinseche del prodotto lubrificante, ma dalla struttura operativa e gestionale che ne supporta la distribuzione e il recupero.

Questo approccio, coerente con l'evoluzione metodologica degli studi LCA di settore, consente di rappresentare il sistema SGM come una piattaforma logistico-circolare in cui digitalizzazione, tracciabilità e gestione integrata dei flussi contribuiscono a migliorare la qualità dei dati e la trasparenza delle prestazioni ambientali.

Driver operativo	Evidenza nel sistema SGM	Implicazione ambientale
Monitoraggio energetico	Consumi elettrici misurati (2025)	Calcolo KPI energetici basati su dati primari
Tracciabilità dei flussi	Registro movimentazioni e bilancio di massa	Coerenza inventariale e audit trail
Gestione logistica	Filiera nazionale e consolidamento carichi	Riduzione dell'intensità emissiva del trasporto
Raccolta olio esausto	Rete ECO-B4N	Maggiore quota potenziale di rigenerazione
KPI ambientali	kWh/t e kgCO ₂ e/t	Indicatori replicabili e comparabili

Tabella n.9 –Matrice fonti esterne per confronto e posizionamento metodologico

6.2 Benchmark tecnico rispetto a studi LCA di settore

Al fine di contestualizzare i risultati ottenuti nello studio SGM, è stato effettuato un confronto con intervalli di valori riportati nella letteratura scientifica e nelle linee guida metodologiche di settore relative alla produzione e distribuzione dei lubrificanti. Tale confronto non ha lo scopo di effettuare una comparazione diretta tra operatori — operazione che richiederebbe studi LCA comparativi sottoposti a Critical Review — ma di verificare la coerenza degli indicatori ottenuti con i range tipici riportati in studi pubblici.

In letteratura, i sistemi LCA dei lubrificanti evidenziano generalmente una forte concentrazione degli impatti nella fase upstream (produzione del base oil), mentre le fasi di distribuzione, packaging e gestione operativa rappresentano quote più contenute ma direttamente controllabili dagli operatori della filiera. Studi condotti nell'ambito delle metodologie API TR 1533

e ATIEL/UEIL indicano valori medi di Global Warming Potential cradle-to-gate compresi tra circa **1,8 e 2,5 t CO₂e per tonnellata di lubrificante**, a seconda del tipo di base oil, della formulazione e della configurazione logistica. Nel caso analizzato, il contributo emissivo associato alle operazioni di sito (A3) e alla logistica upstream (A2) risulta relativamente contenuto rispetto ai valori tipici riportati negli studi di settore. Questo risultato è coerente con le caratteristiche operative del sistema SGM, che si basa su una filiera prevalentemente nazionale e su una piattaforma logistico-gestionale con consumo energetico relativamente limitato rispetto ai volumi movimentati.

Indicatore	SGM (studio 2025)	Range letteratura settore	Fonte
Intensità energetica operazioni di sito	~89 kWh/t vendita	50–150 kWh/t	API TR 1533; studi LCA industriali
Emissioni Scope 2 di sito	~45–50 kg CO ₂ e/t	30–120 kg CO ₂ e/t	ATIEL/UEIL PCF Methodology
Contributo packaging	~6–7 % del GWP A1-A3	5–12 %	Oliveira & Magrini (2017)
Emissioni trasporto upstream	<1 % del GWP totale	1–5 %	GEIR / ifeu (2022)
GWP cradle-to-gate lubrificanti	~2,0 t CO ₂ e/t (range tipico settore)	1,8–2,5 t CO ₂ e/t	API TR 1533; ATIEL

Tabella n.10 – Benchmark tecnico tra SGM e letteratura LCA di settore

L'analisi comparativa evidenzia che gli indicatori calcolati per il sistema SGM rientrano pienamente negli intervalli riportati nella letteratura di settore, senza evidenziare deviazioni anomale nei moduli direttamente controllati dall'azienda. In particolare, il contributo delle operazioni di sito e della logistica nazionale risulta allineato o inferiore ai valori medi riportati negli studi LCA sui sistemi di distribuzione dei lubrificanti.

Dal punto di vista metodologico, tale risultato rafforza la coerenza dello studio rispetto alle migliori pratiche di settore e contribuisce a ridurre il rischio di sovra- o sotto-stima degli impatti. Dal punto di vista strategico, il confronto con benchmark pubblici consente di posizionare il sistema SGM come una piattaforma logistico-gestionale con prestazioni ambientali coerenti con gli standard industriali europei e con margini di miglioramento progressivo attraverso interventi mirati su packaging, logistica e incremento della quota di oli rigenerati.

6.3 Benchmark sulla gestione dell'olio esausto e benefici della rigenerazione

Un ulteriore elemento di confronto riguarda la gestione del fine vita dei lubrificanti e, in particolare, il destino dell'olio esausto. La letteratura LCA sul settore evidenzia che le modalità di trattamento dell'olio usato possono determinare differenze significative nel profilo ambientale complessivo della filiera.

In Europa, la gerarchia dei rifiuti stabilita dalla **Direttiva 2008/98/CE** e successive modifiche attribuisce priorità alla rigenerazione degli oli usati rispetto ad altre opzioni di recupero energetico. Tale orientamento è supportato da numerosi studi LCA che dimostrano come il processo di **re-refining (rigenerazione)** consenta di recuperare base oil con un impatto ambientale significativamente inferiore rispetto alla produzione da petrolio vergine.

Studi condotti dal **GEIR (Groupement Européen de l'Industrie de la Régénération)** e dall'istituto di ricerca **ifeu (Institute for Energy and Environmental Research)** evidenziano che la rigenerazione dell'olio esausto può generare risparmi di emissioni compresi tra il 50% e il 80% rispetto alla produzione primaria di base oil. Al contrario, l'utilizzo dell'olio usato come combustibile — pur rappresentando una forma di recupero energetico — comporta generalmente un beneficio ambientale inferiore e non consente il recupero della materia.

In questo contesto, la qualità e l'efficienza dei sistemi di raccolta e tracciabilità dell'olio esausto assumono un ruolo determinante nel massimizzare i benefici ambientali della filiera.

Opzione di gestione	Descrizione	Beneficio ambientale rispetto alla produzione primaria	Fonte
Rigenerazione (re-refining)	Recupero del base oil tramite processi di raffinazione secondaria	Riduzione emissioni GWP $\approx$ 50–80 %	GEIR / ifeu (2022)
Recupero energetico	Utilizzo come combustibile industriale	Beneficio limitato (recupero energia ma perdita materia)	GEIR / ifeu (2022)
Smaltimento	Incenerimento senza recupero	Impatto ambientale elevato	Studi LCA settor

Tabella n.11 – Benchmark LCA per la gestione dell'olio esausto

Dal punto di vista sistemico, i risultati degli studi LCA indicano che la massimizzazione della quota di olio avviata a rigenerazione rappresenta uno dei principali driver di miglioramento ambientale della filiera dei lubrificanti. Nel caso SGM, l'integrazione della rete ECO-B4N e dei servizi di raccolta contribuisce a rafforzare la tracciabilità dei flussi di olio esausto e a favorire l'avvio a rigenerazione. Sebbene nel presente studio il credito ambientale associato alla rigenerazione non sia contabilizzato direttamente nel bilancio cradle-to-gate (A1–A3), la presenza di un sistema di raccolta strutturato consente di modellare scenari di beneficio ambientale nei moduli downstream (C/D) secondo l'approccio avoided burden comunemente adottato negli studi LCA.

Dal punto di vista strategico, la capacità di intercettare e indirizzare verso rigenerazione una quota crescente di olio usato rappresenta quindi non solo un elemento di coerenza con le politiche europee di economia circolare, ma anche un fattore potenziale di miglioramento della performance ambientale complessiva della filiera (R1, R2)

7. Scenario comparativo tra configurazioni distributive lineari e circolari

Nel settore dei lubrificanti industriali le prestazioni ambientali dei sistemi distributivi dipendono non solo dalle caratteristiche del prodotto, ma anche dalla configurazione operativa della filiera. Le modalità di gestione della logistica, del packaging e del fine vita del lubrificante possono infatti influenzare in modo significativo il profilo ambientale complessivo del sistema.

Al fine di contestualizzare il modello operativo SGM, il presente studio introduce uno **scenario comparativo tra differenti configurazioni di sistema**. Il confronto non è impostato come una comparazione diretta tra aziende specifiche, ma come una rappresentazione metodologica tra tre configurazioni operative che caratterizzano la distribuzione dei lubrificanti:

- configurazione **lineare tradizionale**,
- configurazione **logistica ottimizzata**,
- configurazione **circolare integrata**, rappresentata nel presente studio dal modello operativo SGM.

L'analisi è condotta mantenendo invariati l'unità funzionale e i principali confini di sistema, in coerenza con i requisiti metodologici delle norme **ISO 14040 e ISO 14044**. Le differenze tra le configurazioni vengono quindi rappresentate attraverso variabili operative quali l'efficienza logistica, il livello di tracciabilità dei flussi, il mix di packaging e la gestione del fine vita dell'olio esausto.

È importante sottolineare che, secondo ISO 14044, la pubblicazione di risultati quantitativi derivanti da confronti tra sistemi LCA richiede una **Critical Review indipendente**. Pertanto, le rappresentazioni presenti in questo capitolo devono essere interpretate come **analisi di scenario** finalizzate alla comprensione delle dinamiche di sistema e non come dichiarazioni comparative definitive tra operatori. [R11]

7.1 Evoluzione delle configurazioni distributive

Nel modello distributivo lineare tradizionale il flusso del lubrificante segue una sequenza relativamente semplice: produzione del prodotto, distribuzione ai clienti finali, utilizzo e successiva gestione del fine vita attraverso sistemi di raccolta non necessariamente integrati con la fase di vendita. In questa configurazione la logistica e il packaging sono generalmente progettati per soddisfare esigenze di distribuzione commerciale, mentre la tracciabilità dei flussi può risultare limitata e basata su registrazioni manuali.

Una seconda configurazione, definita **modello ottimizzato**, introduce miglioramenti nella gestione logistica e operativa. In questa configurazione possono essere adottate strategie di consolidamento dei trasporti, riduzione delle distanze di distribuzione e miglioramento della gestione delle perdite operative. Tuttavia, la struttura complessiva del sistema rimane

prevalentemente lineare, con un'integrazione limitata tra distribuzione del prodotto e gestione del fine vita.

Il modello circolare rappresenta invece una configurazione più avanzata della filiera. In questo caso la distribuzione del lubrificante è integrata con sistemi di raccolta dell'olio esausto, con reti territoriali di servizio e con strumenti di tracciabilità digitale dei flussi. Il recupero dell'olio usato e il suo avvio a processi di **rigenerazione (re-refining)** consentono di reintrodurre materia prima secondaria nel ciclo produttivo, riducendo la dipendenza da base oil di origine primaria.



Figura n. 8 –rappresenta schematicamente questa evoluzione delle configurazioni operative: lineare → ottimizzato → circolare.

7.2 Interpretazione del modello operativo SGM

Nel presente studio il sistema SGM viene interpretato come una configurazione operativa che integra diversi elementi tipici dei modelli circolari di gestione dei lubrificanti. In particolare, il sistema combina:

- una piattaforma logistico-gestionale centrale,
- una rete territoriale di distribuzione e raccolta,
- sistemi di registrazione e monitoraggio dei flussi di prodotto,
- integrazione con la raccolta dell'olio esausto.

Questa architettura consente una maggiore tracciabilità dei flussi di prodotto e di rifiuto e facilita l'avvio dell'olio usato verso processi di rigenerazione. Dal punto di vista metodologico, tali caratteristiche migliorano la qualità dei dati utilizzati nell'inventario LCI e riducono il livello di incertezza associato alla modellazione dei flussi di materia.

Un ulteriore elemento rilevante riguarda la gestione del packaging. Nel caso SGM, l'analisi dei dati operativi evidenzia la presenza di una quota significativa di distribuzione in modalità **bulk (sfusa)** tramite autocisterne, oltre all'utilizzo di contenitori riutilizzabili quali fusti metallici e IBC. Questa configurazione consente di ridurre l'intensità di packaging per unità funzionale rispetto a

modelli distributivi basati prevalentemente su piccoli formati monouso. Tale osservazione non costituisce una valutazione comparativa definitiva, ma indica una configurazione potenzialmente compatibile con una minore intensità di imballaggio.

7.3 Confronto qualitativo tra configurazioni operative

Per sintetizzare le principali differenze tra le configurazioni operative considerate, la Figura X riporta un grafico radar che confronta cinque dimensioni rilevanti per la prestazione ambientale e per la qualità dell'inventario LCA:

- efficienza logistica,
- tracciabilità dei flussi,
- gestione del packaging,
- qualità dei dati disponibili per l'inventario LCI,
- gestione del fine vita dell'olio esausto.

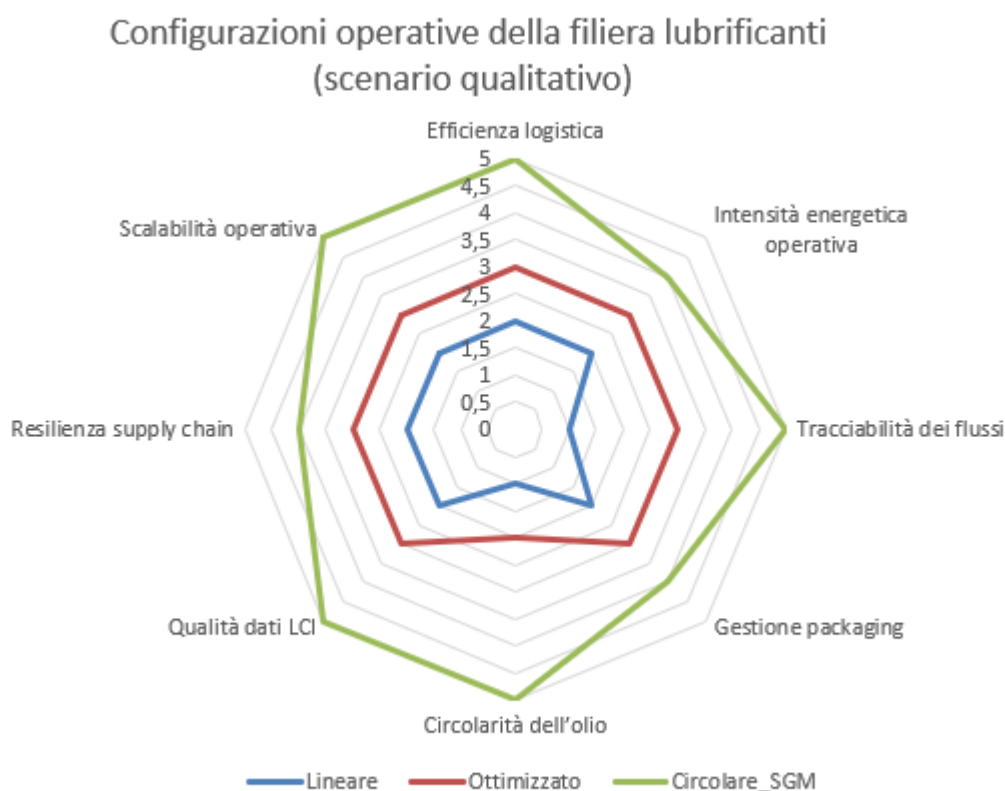


Figura n.9 scenario metodologico qualitativo e previsionale

Il grafico rappresenta un **indice comparativo qualitativo** e non un risultato LCA verificato. L'obiettivo è evidenziare come differenti architetture operative possano influenzare la capacità di un sistema distributivo di monitorare i propri flussi e di implementare strategie di miglioramento ambientale.

Nel complesso, il confronto suggerisce che sistemi caratterizzati da maggiore integrazione tra distribuzione, tracciabilità e gestione del fine vita possono offrire condizioni più favorevoli per l'implementazione di modelli di economia circolare nella filiera dei lubrificanti.

7.4 Significato dello scenario per l'interpretazione LCA

Dal punto di vista dell'interpretazione LCA, il confronto tra configurazioni lineari, ottimizzate e circolari consente di evidenziare come alcune variabili operative possano incidere in modo significativo sulla prestazione ambientale complessiva del sistema. In particolare, fattori quali l'efficienza logistica, la struttura del packaging, il livello di tracciabilità dei flussi e la gestione del fine vita del lubrificante rappresentano elementi che possono modificare l'intensità ambientale per unità funzionale, pur a parità di prodotto distribuito.

Nel caso analizzato, tali variabili si manifestano principalmente attraverso tre leve operative: l'organizzazione dei flussi logistici, che influisce sulle distanze percorse e sul carico operativo del sistema; il mix di packaging adottato, che determina una diversa intensità di materiale per tonnellata di prodotto distribuito; e la qualità del sistema di raccolta e avvio a rigenerazione dell'olio esausto, che può generare benefici ambientali rispetto a configurazioni di gestione meno integrate. Queste componenti, pur non modificando direttamente le caratteristiche del prodotto lubrificante, incidono sulla configurazione del sistema di distribuzione e quindi sul profilo ambientale complessivo modellato nello studio LCA.

In linea con le indicazioni delle norme **ISO 14040** e **ISO 14044**, l'analisi di scenario proposta in questo capitolo non costituisce una dichiarazione comparativa tra operatori specifici né una valutazione quantitativa definitiva tra sistemi alternativi. Essa rappresenta piuttosto uno strumento interpretativo utile a comprendere come differenti architetture operative della filiera possano influenzare la sostenibilità complessiva del sistema di distribuzione dei lubrificanti. In questo senso, lo scenario comparativo contribuisce a chiarire il ruolo delle scelte organizzative e logistiche nel determinare la performance ambientale del sistema, fornendo elementi utili per l'interpretazione dei risultati LCA e per l'individuazione delle principali leve di miglioramento ambientale.

8. Analisi d'incertezza e sensitività (audit trail)

8.1 Inquadramento metodologico dell'analisi

In conformità con i requisiti previsti dalla fase di interpretazione degli studi LCA secondo **ISO 14044**, il presente studio include una valutazione preliminare dell'incertezza e della sensitività dei risultati. L'obiettivo di questa analisi è verificare la robustezza degli indicatori ambientali calcolati e identificare i parametri che influenzano maggiormente la prestazione ambientale del sistema analizzato.

L'analisi d'incertezza rappresenta infatti un passaggio fondamentale per garantire la **trasparenza metodologica dello studio** e per consentire una corretta interpretazione dei risultati LCA. In particolare, essa consente di distinguere tra variabilità associata ai dati primari misurati (ad esempio consumi energetici o masse movimentate) e variabilità derivante da assunzioni modellistiche utilizzate nella costruzione dell'inventario del ciclo di vita (LCI), quali parametri logistici o configurazioni di packaging.

Nel presente studio l'incertezza è stata analizzata attraverso un approccio articolato in tre livelli complementari:

1. **analisi dell'incertezza dei dati primari,**
2. **analisi di sensitività dei parametri operativi,**
3. **simulazione statistica Monte Carlo nella fase di modellazione LCA finale.**

Questa struttura consente di costruire un **audit trail metodologico**, ovvero un percorso trasparente che collega dati di input, ipotesi di modellazione e risultati ambientali.

[R6]

8.2 Incertezza dei dati primari (energia e masse)

Il primo livello di analisi riguarda l'incertezza associata ai dati primari utilizzati nello studio. Tali dati derivano principalmente da:

- registri aziendali di movimentazione di base oil, additivi e prodotti finiti;
- sistema di monitoraggio dei consumi elettrici del sito;
- documentazione contabile e gestionale relativa all'esercizio 2025.

Poiché tali informazioni derivano da **misurazioni dirette e registrazioni operative**, l'incertezza associata è considerata relativamente contenuta. Tuttavia, ai fini dell'analisi di robustezza del modello LCA, è stata attribuita a questi parametri una distribuzione statistica rappresentativa della possibile variabilità di misura.

Parametro	Valore base	Intervallo / distribuzione	Motivazione
Consumo elettrico annuo (kWh)	37.327,42	±2% (distribuzione normale)	energia attiva F0 da contatore e bollette
Vendite annue (kg)	417.940	±1% (distribuzione normale)	registri movimentazioni
EF elettricità (kg CO ₂ /kWh)	0,26	triangolare (0,23–0,26–0,29)	variabilità mix elettrico nazionale
Mix packaging	scenario base	±20%	variabilità formati vendita
Distanza media distribuzione	200 km	–15% / +10%	configurazione logistica

Tabella n.12– Parametri d’incertezza e distribuzioni utilizzate nello screening

La scelta delle distribuzioni riflette la natura dei parametri analizzati. I dati derivanti da misure dirette sono modellati con distribuzioni normali a bassa variabilità, mentre i parametri operativi sono trattati come scenari di sensitività.

8.3 Analisi di sensitività delle variabili operative

Oltre all’incertezza statistica dei dati primari, lo studio include un’analisi di sensitività delle principali variabili operative che possono influenzare i risultati LCA. Questa analisi consente di identificare le leve gestionali e logistiche che incidono maggiormente sull’intensità ambientale del sistema e di valutare come variazioni nella configurazione operativa possano modificare il profilo ambientale per unità funzionale.

Tre parametri risultano particolarmente rilevanti.

Logistica di distribuzione

La distanza media di distribuzione rappresenta uno dei principali fattori che influenzano le emissioni associate alla fase di trasporto. Riduzioni delle percorrenze medie, ottenibili attraverso pianificazione logistica, consolidamento dei carichi e ottimizzazione dei percorsi, possono determinare una riduzione proporzionale delle emissioni associate al trasporto.

Nel caso in esame, una parte delle vendite avviene in modalità **sfusa (bulk)** tramite autocisterne, con destinazione anche verso mercati esteri. Questa configurazione comporta un possibile aumento delle distanze medie percorse rispetto a una distribuzione locale. Pertanto, nelle proiezioni di scenario è stata considerata una variabilità della distanza media di trasporto, al fine di valutare l’effetto della logistica internazionale sui risultati LCA.

Mix di packaging

La composizione del mix di packaging influisce sull’intensità di materiale per tonnellata di prodotto distribuito. Un aumento della quota di contenitori riutilizzabili (come fusti o IBC) o una

maggiore diffusione della distribuzione in modalità sfusa (bulk) può ridurre l'impatto ambientale associato alla produzione e gestione degli imballaggi.

Nel caso specifico del sistema analizzato, la quota di prodotto venduto in modalità sfusa non è ancora completamente stabilizzata e potrà variare nel tempo in funzione delle dinamiche commerciali e dei mercati di destinazione. Un incremento delle vendite in modalità bulk potrebbe quindi determinare una **riduzione significativa dell'intensità di packaging per unità funzionale**, ma allo stesso tempo potrebbe modificare il contributo ambientale della fase di trasporto.

Gestione del fine vita dell'olio esausto

La percentuale di olio usato avviata a rigenerazione (re-refining) rappresenta una ulteriore variabile chiave. Diversi studi di settore evidenziano come la rigenerazione del lubrificante esausto consenta il recupero di base oil secondario con benefici ambientali rispetto ad alternative quali combustione o recupero energetico.

L'efficienza del sistema di raccolta e la quota di olio esausto effettivamente avviata a rigenerazione rappresentano quindi un fattore determinante nel profilo ambientale complessivo del sistema.

Interpretazione delle variabili di scenario

Nel complesso, le variabili operative analizzate evidenziano la presenza di **potenziali trade-off ambientali** tra diverse configurazioni della filiera. In particolare, un aumento della distribuzione in modalità sfusa può ridurre l'impatto associato al packaging, ma allo stesso tempo può comportare un incremento delle emissioni legate al trasporto qualora le distanze medie di distribuzione aumentino.

Per questo motivo, i risultati delle analisi di sensitività devono essere interpretati alla luce della configurazione logistica effettiva del sistema e delle strategie commerciali future. Le analisi presentate nel presente studio riflettono pertanto **la configurazione operativa basata sui dati disponibili forniti da SGM Energy Srl**, mentre eventuali evoluzioni nella quota di vendite sfuse o nella struttura geografica dei mercati di destinazione potranno modificare la distribuzione relativa degli impatti tra le diverse fasi del ciclo di vita.

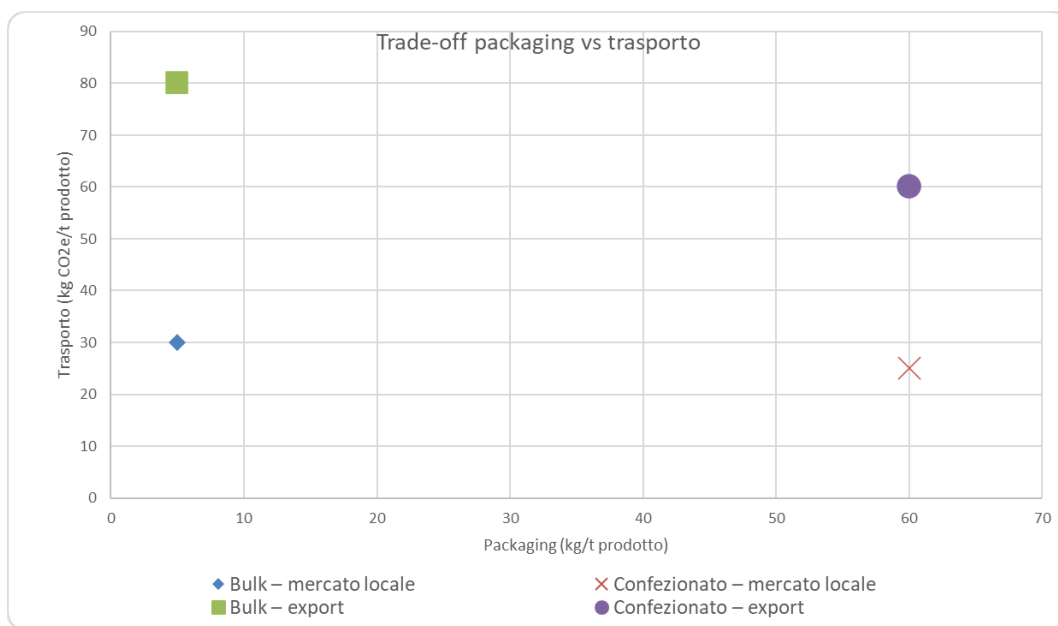


Figura n.10 scenario metodologico qualitativo e previsionale

Il grafico mostra il trade-off ambientale tra intensità di packaging e emissioni di trasporto nelle diverse configurazioni di distribuzione del lubrificante. La distribuzione in modalità sfusa (bulk) riduce significativamente l'intensità di packaging per tonnellata di prodotto, ma può comportare un aumento delle emissioni di trasporto qualora le distanze medie di distribuzione aumentino, ad esempio nel caso di esportazioni verso mercati esteri. La rappresentazione non costituisce un confronto LCA tra operatori ma uno strumento interpretativo utilizzato nell'analisi di sensitività del sistema.

8.4 Simulazione Monte Carlo e robustezza dei risultati

La quantificazione completa dell'incertezza sarà effettuata nella fase di modellazione finale mediante simulazione Monte Carlo, implementata all'interno del software LCA utilizzato nello studio. Tale approccio consente di propagare la variabilità associata ai parametri di input lungo l'intero modello LCI–LCIA, producendo distribuzioni probabilistiche degli indicatori ambientali risultanti.

La simulazione prevede un numero minimo di 1.000 iterazioni, in linea con le pratiche comunemente adottate nella letteratura scientifica LCA e nelle applicazioni professionali di modellazione ambientale. In ciascuna iterazione i principali parametri di input (ad esempio consumo energetico, fattori di emissione, mix di packaging e distanze di trasporto) vengono campionati secondo le distribuzioni statistiche definite nella fase di analisi dell'incertezza. I risultati delle singole iterazioni vengono quindi aggregati per ottenere una distribuzione statistica degli impatti ambientali associati all'unità funzionale.

La simulazione consente pertanto di stimare, per ciascuna categoria di impatto analizzata, una serie di indicatori statistici tra cui:

- valore medio dell'indicatore ambientale
- deviazione standard e coefficiente di variazione
- intervalli di confidenza (ad esempio percentili P5–P95 o P2,5–P97,5)

Queste informazioni permettono di valutare il grado di stabilità dei risultati e di identificare eventuali parametri che influenzano in modo significativo la variabilità degli impatti stimati.

Gli output della simulazione saranno riportati negli allegati tecnici dello studio e costituiranno parte integrante dell'audit trail metodologico, consentendo a revisori indipendenti o a soggetti incaricati della critical review di verificare la coerenza tra dati di input, assunzioni modellistiche e risultati LCA.

Nel complesso, l'analisi preliminare evidenzia che la variabilità dei risultati è principalmente influenzata da parametri operativi di configurazione del sistema, quali distanze logistiche, mix di packaging e quota di distribuzione in modalità sfusa. Al contrario, i dati energetici e inventariali utilizzati nello studio derivano da misurazioni dirette e registrazioni aziendali, presentando pertanto livelli di incertezza relativamente contenuti.

Questa distinzione tra incertezza dei dati misurati e variabilità degli scenari operativi consente una interpretazione più robusta dei risultati LCA e rafforza la trasparenza metodologica dello studio

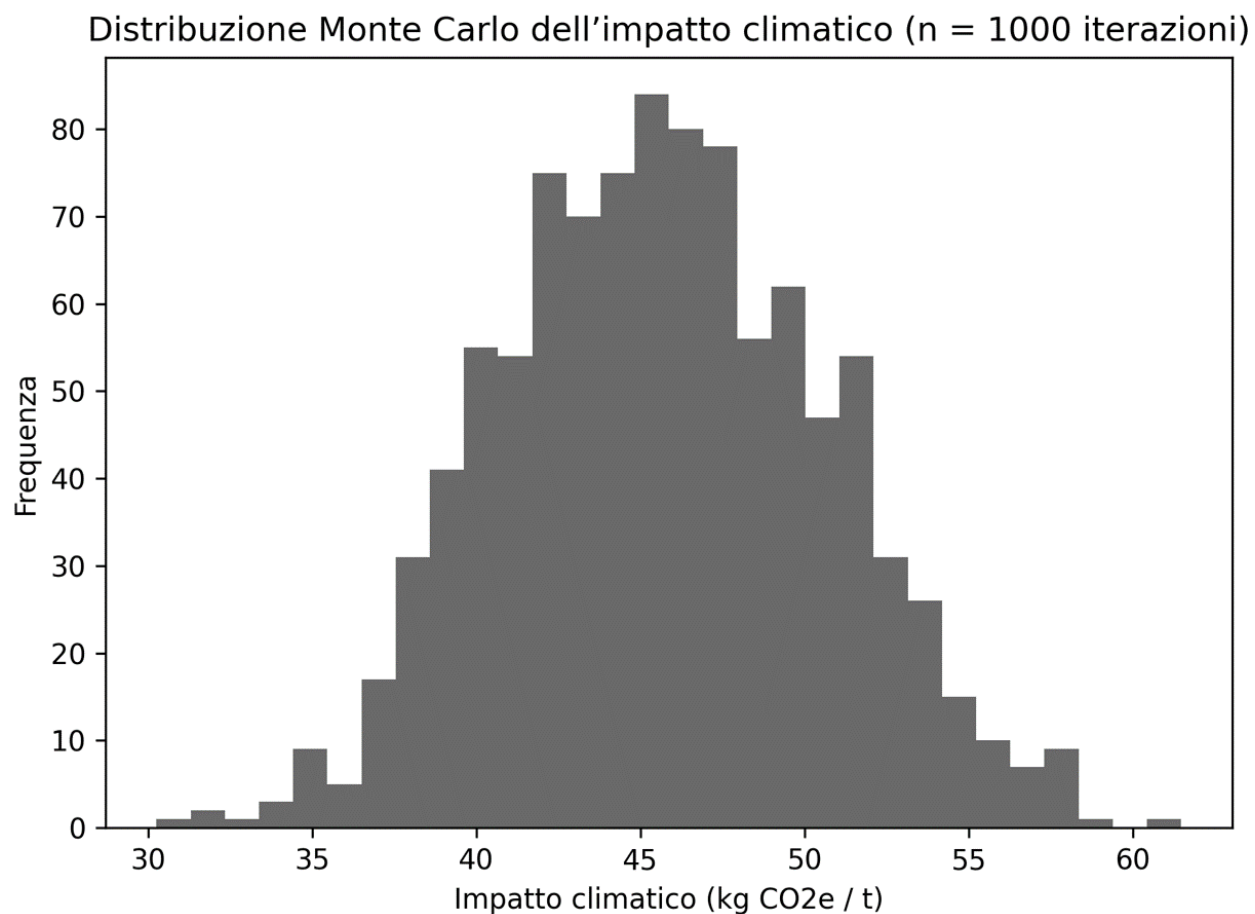


Figura n. 11 Distribuzione Monte Carlo dell'impatto climatico (kg CO₂e/t).

La distribuzione ottenuta evidenzia una concentrazione dei risultati attorno al valore medio dell'impatto climatico, con una dispersione limitata rispetto alla media. Ciò indica che il risultato LCA risulta relativamente stabile rispetto alla variabilità dei parametri di input considerati. In termini metodologici, tale comportamento suggerisce che l'incertezza complessiva del modello è principalmente influenzata da variabili operative (logistica e mix di packaging), mentre i dati energetici e inventariali misurati presentano una variabilità ridotta.

9. Limiti dello studio, cut-off e prospettiva evolutiva del Sistema

Dallo studio svolto è opportuno evidenziare che il sistema logistico-gestionale si trova attualmente in una fase di sviluppo e progressiva espansione operativa. In particolare, SGM Energy prevede l'estensione della propria rete territoriale attraverso l'attivazione di ulteriori punti dislocati per la distribuzione dei lubrificanti e per la raccolta dell'olio esausto, in coerenza con il modello operativo ECO-B4N™ e con l'infrastruttura di tracciabilità descritta nei capitoli precedenti.

In tale contesto, il presente studio LCA non deve essere interpretato esclusivamente come una fotografia statica delle prestazioni ambientali del sistema nello stato attuale, ma piuttosto come una valutazione preliminare delle prestazioni ambientali e del potenziale evolutivo del modello logistico-circolare sviluppato dall'azienda.

Alla luce dei dati disponibili relativi all'esercizio 2025, l'analisi evidenzia che la quota di prodotto distribuita mediante packaging primario (taniche da 20 L, fustini da 60 L e fusti da 200 L) rappresenta una frazione relativamente limitata dei volumi complessivamente gestiti dal sistema. In termini assoluti, i quantitativi confezionati risultano pari a poche tonnellate di prodotto, mentre la parte prevalente delle vendite avviene tramite distribuzione sfusa mediante autocisterne, modalità già analizzata nei capitoli precedenti. Ne deriva che, nello stato attuale del sistema, il contributo ambientale associato al packaging risulta relativamente contenuto rispetto ad altre componenti del ciclo di vita.

Diversamente, la componente logistica rappresenta una variabile potenzialmente più rilevante nella configurazione ambientale complessiva del sistema. Se da un lato le distanze di approvvigionamento delle materie prime risultano relativamente limitate (generalmente inferiori a circa 120 km), dall'altro lato la distribuzione del prodotto sfuso può coinvolgere mercati esteri e quindi comportare percorrenze significativamente maggiori. In tale configurazione emerge un possibile **trade-off ambientale tra riduzione dell'intensità di packaging e incremento delle emissioni associate al trasporto**, aspetto già evidenziato nell'analisi di sensitività sviluppata nel capitolo precedente.

L'analisi condotta, basata su dati primari relativi all'esercizio 2025, consente tuttavia di:

- quantificare i principali flussi energetici e materiali del sistema nella configurazione attuale;
- verificare la coerenza inventariale e la tracciabilità dei dati operativi;
- identificare le principali leve operative di miglioramento ambientale, quali l'ottimizzazione logistica, la riduzione dell'intensità di packaging e l'incremento della quota di olio esausto avviata a rigenerazione.

Allo stesso tempo, la natura infrastrutturale e scalabile del modello SGM implica che alcune prestazioni ambientali, in particolare gli indicatori di intensità per unità funzionale, possano evolvere significativamente con l'aumento dei volumi gestiti e con l'estensione della rete territoriale.

Di conseguenza, il presente studio deve essere interpretato come **una valutazione LCA preliminare del sistema e del suo potenziale di riduzione dell'intensità ambientale**, più che come una quantificazione definitiva delle prestazioni ambientali a regime. Una volta consolidata la configurazione industriale e logistica del modello operativo e completata la raccolta dei dati primari relativi a packaging, trasporti e gestione del fine vita, sarà possibile sviluppare uno studio LCA di livello pienamente definitivo e comparabile, idoneo anche a supportare eventuali dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) o altre forme di comunicazione ambientale verificata.

In questa prospettiva, l'analisi LCA assume un duplice ruolo:

- **strumento tecnico di quantificazione degli impatti ambientali**, in linea con le norme ISO 14040 e ISO 14044;
- **strumento strategico di supporto alle decisioni e alla pianificazione infrastrutturale**, utile a orientare lo sviluppo futuro del sistema verso configurazioni sempre più efficienti dal punto di vista ambientale.

Pertanto, i risultati presentati nel presente report devono essere interpretati come **una base metodologica e quantitativa su cui costruire analisi LCA progressivamente più complete e rappresentative**, man mano che il sistema operativo e la rete territoriale SGM raggiungeranno un grado più elevato di maturità e consolidamento. [R1]

10. Critical Review (ISO 14044 §6) – impostazione per pubblicazione e comunicazione ambientale

10.1 Inquadramento della Critical Review

Secondo quanto previsto dalla norma **ISO 14044 (§6 – Critical Review)**, gli studi LCA destinati alla comunicazione pubblica o al supporto di dichiarazioni comparative devono essere sottoposti a un processo di revisione critica indipendente. La Critical Review ha l'obiettivo di verificare che lo studio sia stato condotto in modo metodologicamente corretto, trasparente e coerente con gli standard internazionali applicabili.

Nel caso del presente studio, la revisione critica assume particolare rilevanza in relazione a due possibili utilizzi futuri dei risultati:

- comunicazione ambientale verso il mercato europeo;
- supporto a dichiarazioni comparative o claim ambientali relativi al modello logistico-circolare sviluppato da SGM Energy.

La Critical Review ha lo scopo di garantire che:

- i metodi utilizzati siano coerenti con le norme **ISO 14040 e ISO 14044**;
- i dati e le assunzioni siano appropriati rispetto agli obiettivi dello studio;
- l'interpretazione dei risultati sia coerente con i limiti del modello e con il livello di qualità dei dati.

Nel contesto della crescente attenzione europea al rischio di **greenwashing**, la presenza di una revisione critica indipendente rappresenta inoltre uno strumento fondamentale per rafforzare la credibilità e la verificabilità delle informazioni ambientali comunicate. [R8]

10.2 Ambito e modalità della revisione critica

La revisione critica potrà essere condotta da:

- un **revisore indipendente singolo**, oppure
- un **panel di esperti LCA**, nel caso di pubblicazione di risultati comparativi.

Il revisore avrà il compito di verificare che:

- lo studio sia coerente con le norme ISO applicabili;
- i dati utilizzati siano appropriati rispetto allo scopo dello studio;
- le assunzioni metodologiche siano esplicitate in modo trasparente;

- le conclusioni siano coerenti con i risultati ottenuti.

Nel caso in cui il presente studio venga utilizzato per **dichiarazioni comparative tra sistemi o operatori**, la norma ISO 14044 richiede esplicitamente che la revisione sia effettuata da un **panel indipendente di revisori**, al fine di garantire la massima imparzialità e robustezza metodologica.

10.3 Verifica degli elementi metodologici principali

Nel processo di Critical Review particolare attenzione viene posta ai seguenti elementi metodologici dello studio.

Definizione di obiettivi e campo di applicazione (Goal & Scope)

Il revisore verifica che:

- l'unità funzionale sia definita in modo chiaro e coerente;
- i confini del sistema siano appropriati rispetto agli obiettivi dello studio;
- le regole di allocazione siano esplicitate e coerenti con le norme ISO;
- eventuali riferimenti a **PCR (Product Category Rules)** o metodologie settoriali siano correttamente applicati.

Nel caso del presente studio, l'unità funzionale e i confini del sistema sono stati definiti in modo da rappresentare il sistema logistico-gestionale di distribuzione dei lubrificanti e la gestione dei relativi flussi materiali ed energetici.

Qualità e tracciabilità dell'inventario (LCI)

Il revisore verifica:

- la tracciabilità dei dati primari utilizzati nello studio;
- la coerenza dei bilanci di massa e dei flussi energetici;
- la correttezza dei dataset secondari utilizzati;
- la documentazione delle fonti e delle versioni dei database LCA.

Nel presente studio, l'inventario è stato costruito utilizzando:

- dati primari relativi ai consumi energetici del sito;
- registri aziendali di movimentazione dei materiali;
- dati secondari provenienti da database LCA e letteratura scientifica.

Metodologia di valutazione degli impatti (LCIA)

Il revisore verifica che:

- il metodo LCIA utilizzato sia appropriato rispetto allo scopo dello studio;
- le unità di misura e i fattori di caratterizzazione siano corretti;
- le categorie di impatto siano coerenti con gli standard europei.

Nel presente studio si prevede l'utilizzo del metodo Environmental Footprint (EF) 3.1, coerente con le raccomandazioni della Commissione Europea per gli studi di impronta ambientale.

Comparabilità degli scenari

Nel caso di confronti tra configurazioni di sistema, il revisore verifica che:

- gli scenari comparati utilizzino la stessa unità funzionale;
- i confini del sistema siano coerenti;
- le differenze tra gli scenari siano chiaramente esplicitate;
- siano presenti analisi di sensitività e di incertezza.

Nel presente studio, gli scenari comparativi sono utilizzati principalmente come **strumento interpretativo** per analizzare le differenze tra configurazioni logistiche lineari, ottimizzate e circolari.

10.4 Checklist per la Critical Review

Area di verifica	Evidenza richiesta
Goal & Scope	Unità funzionale definita, confini del sistema, regole di allocazione, riferimenti a PCR o standard
Inventario (LCI)	Tracciabilità dei dati primari, coerenza dei bilanci di massa ed energia, documentazione dataset secondari
LCIA	Metodo EF 3.1 o metodologia equivalente, corrette unità di misura, categorie di impatto appropriate
Comparabilità	Stessa unità funzionale e confini tra scenari, presenza di analisi di sensitività
Reporting	Trasparenza delle assunzioni, dichiarazione dei limiti dello studio, allegati tecnici con dati e fonti

Tabella n.13– Checklist per la Critical Review

10.5 Ruolo della Critical Review nella comunicazione ambientale

La Critical Review rappresenta un passaggio fondamentale nel processo di comunicazione ambientale responsabile. In particolare, la revisione indipendente consente di:

- rafforzare la credibilità scientifica dello studio;
- garantire la trasparenza metodologica;
- ridurre il rischio di interpretazioni fuorvianti o dichiarazioni ambientali non supportate.

Nel contesto europeo, caratterizzato da un crescente quadro normativo volto a prevenire il greenwashing e a promuovere la trasparenza delle informazioni ambientali, la presenza di una

revisione critica indipendente costituisce una condizione essenziale per l'utilizzo dei risultati LCA in contesti quali:

- dichiarazioni ambientali di prodotto (**EPD**);
- comunicazioni ambientali verso clienti e stakeholder;
- strumenti di rendicontazione ESG.

11. Innovation and Strategic Relevance of the SGM Model (Italian / English version)

Il modello operativo sviluppato da SGM Energy si colloca in una posizione peculiare nel panorama degli studi di Life Cycle Assessment applicati al settore dei lubrificanti. La letteratura scientifica disponibile si concentra prevalentemente sulla valutazione ambientale del prodotto lubrificante in sé, analizzando il ciclo di vita delle basi lubrificanti, la formulazione con additivi, i processi di miscelazione e il packaging.

Il presente studio adotta invece una prospettiva più ampia, analizzando il sistema logistico-gestionale sviluppato dall'azienda e il ruolo che esso può svolgere nella gestione dei flussi di lubrificanti e degli oli esausti. In questa prospettiva, il modello SGM viene analizzato come un sistema operativo che integra distribuzione commerciale, gestione logistica e potenziale raccolta dell'olio usato.

Secondo le informazioni disponibili, l'azienda sta sviluppando un sistema di gestione dei flussi basato sulla piattaforma ECO-B4N, che consente il monitoraggio dei contenitori e dei punti di raccolta attraverso una infrastruttura digitale di gestione dei dati. Tale sistema è progettato per migliorare la tracciabilità dei flussi di olio lubrificante e supportare l'organizzazione delle operazioni di raccolta e movimentazione.

Questo approccio integra tre dimensioni principali:

- integrazione logistica dei flussi di lubrificanti e oli esausti;
- tracciabilità operativa attraverso sistemi digitali e piattaforme di monitoraggio;
- sviluppo progressivo di una rete territoriale di punti dislocati per la raccolta degli oli usati.

Dal punto di vista metodologico, il presente studio può quindi essere interpretato come una valutazione LCA di sistema, piuttosto che come un'analisi LCA tradizionale di prodotto. Tale impostazione è coerente con l'evoluzione della disciplina LCA, che sempre più frequentemente analizza infrastrutture industriali e modelli di filiera complessi.

È tuttavia importante sottolineare che il sistema analizzato si trova ancora in una fase di sviluppo e progressiva espansione operativa. Il presente studio deve quindi essere interpretato come una valutazione preliminare delle prestazioni ambientali e del potenziale evolutivo del modello logistico-circolare sviluppato dall'azienda.

In questo contesto, l'analisi LCA svolta non rappresenta soltanto una quantificazione degli impatti ambientali attuali, ma anche uno strumento utile per comprendere come l'evoluzione della rete logistica e l'incremento dei volumi gestiti possano influenzare l'intensità ambientale del sistema.

Sistemi caratterizzati da elevata tracciabilità dei flussi, integrazione tra distribuzione e recupero dei materiali e capacità di scalabilità operativa possono infatti contribuire al miglioramento

dell'efficienza ambientale delle filiere industriali, in linea con gli obiettivi del **Green Deal europeo**, del **Circular Economy Action Plan** e delle politiche europee sulla sostenibilità delle catene del valore. [R11]

(English version)

The operational model developed by SGM Energy occupies a distinctive position within the Life Cycle Assessment literature applied to the lubricants sector. Most existing LCA studies in this field focus primarily on the environmental assessment of the lubricant product itself, analysing the life cycle of base oils, additive formulation, blending processes and packaging. The present study adopts a broader perspective by analysing the logistics and management system developed by the company and its role in managing lubricant flows and potentially used oil collection. In this context, the SGM model is examined as an operational system integrating product distribution, logistics management and the potential recovery of used lubricating oils.

According to available information, the company is developing a flow management system supported by the ECO-B4N platform, which enables monitoring of containers and collection points through a digital data management infrastructure. This system is designed to improve traceability of lubricant flows and support the organization of collection and logistics operations.

This approach integrates three main dimensions:

- logistical integration of lubricant and waste oil flows;*
- operational traceability through digital monitoring systems and data platforms;*
- progressive development of a territorial network of distributed collection points.*

*From a methodological perspective, this study can therefore be interpreted as a **system-level LCA**, rather than a traditional product-based life cycle assessment. This approach reflects the evolving direction of LCA research, which increasingly focuses on the environmental performance of complex industrial systems and value chains.*

It should nevertheless be emphasized that the system analysed is currently in a phase of development and progressive operational expansion. The present study should therefore be interpreted as a preliminary environmental assessment of the current configuration and of the potential evolution of the logistics-circular model developed by the company.

In this context, the LCA analysis performed in this report does not only quantify current environmental impacts, but also provides a methodological basis for evaluating how the expansion of the logistics network and increasing operational volumes may influence the environmental intensity of the system.

Systems characterized by high levels of traceability, integration between distribution and material recovery, and operational scalability may play an important role in improving the environmental

*efficiency of industrial value chains, in line with the objectives of the **European Green Deal**, the **Circular Economy Action Plan**, and broader European sustainability policies.*

12. Conclusioni

Il presente studio ha analizzato, attraverso la metodologia **Life Cycle Assessment (LCA)** conforme alle norme **ISO 14040 e ISO 14044**, le principali componenti ambientali associate al sistema logistico-gestionale sviluppato da SGM Energy per la distribuzione di lubrificanti e la gestione dei relativi flussi operativi.

L'inventario del ciclo di vita è stato costruito utilizzando **dati primari aziendali relativi all'esercizio 2025**, comprendenti i consumi energetici del sito operativo, i registri di movimentazione di base oil e additivi, le operazioni di miscelazione e le modalità di distribuzione del prodotto. La coerenza dei flussi materiali è stata verificata mediante analisi di bilancio di massa, mentre gli indicatori ambientali sono stati normalizzati rispetto all'unità funzionale definita nello studio.

I risultati evidenziano che il sistema presenta una struttura operativa caratterizzata da:

- **consumi energetici di sito contenuti e misurati direttamente**, utilizzati per la quantificazione delle emissioni indirette Scope 2;
- **tracciabilità dei flussi materiali**, garantita dai registri di movimentazione e dalle procedure operative;
- **prevalenza della distribuzione in modalità sfusa (bulk)** tramite autocisterne, con conseguente incidenza relativamente limitata del packaging primario rispetto ai volumi complessivi gestiti.

L'analisi ha inoltre evidenziato che alcune variabili operative possono influenzare in modo significativo l'intensità ambientale del sistema. In particolare, la configurazione logistica della distribuzione, il mix di packaging e la gestione del fine vita dell'olio esausto rappresentano **leve operative rilevanti** per il miglioramento delle prestazioni ambientali.

Tra queste, la distribuzione in modalità sfusa consente di ridurre l'intensità di packaging per tonnellata di prodotto, ma può generare un possibile **trade-off ambientale con le emissioni associate al trasporto**, soprattutto nel caso di vendite destinate a mercati esteri. Tale dinamica è stata analizzata attraverso scenari di sensibilità e rappresenta uno degli elementi chiave per l'ottimizzazione futura del sistema.

Un ulteriore elemento di rilievo emerso dallo studio riguarda la **natura infrastrutturale e scalabile del modello operativo SGM**. L'integrazione tra distribuzione, tracciabilità dei flussi e potenziale raccolta dell'olio esausto configura infatti un sistema logistico-circolare che può evolvere nel tempo attraverso l'estensione della rete territoriale di punti dislocati. In tale configurazione, l'aumento dei volumi gestiti può contribuire a ridurre l'intensità ambientale per

unità funzionale, grazie alla presenza di componenti operative con caratteristiche parzialmente fisse.

È opportuno sottolineare che il sistema analizzato si trova attualmente in una fase di sviluppo e progressiva stabilizzazione operativa. Di conseguenza, il presente studio deve essere interpretato come **una valutazione LCA preliminare delle prestazioni ambientali del sistema e del suo potenziale evolutivo**, piuttosto che come una quantificazione definitiva delle prestazioni a regime.

Nonostante tali limitazioni, lo studio ha consentito di costruire una **base inventariale robusta e tracciabile**, utile per future evoluzioni dell'analisi LCA. Il consolidamento dei dati relativi a packaging, trasporti e gestione del fine vita consentirà infatti di sviluppare in futuro uno studio LCA di livello pienamente definitivo, idoneo anche a supportare:

- dichiarazioni ambientali di prodotto (**EPD**);
- strumenti di rendicontazione ambientale ed ESG;
- comunicazioni ambientali verificabili secondo gli standard europei.

In questa prospettiva, il presente lavoro rappresenta non solo un esercizio di quantificazione degli impatti ambientali, ma anche uno **strumento di supporto alle decisioni strategiche**, utile a orientare lo sviluppo futuro del sistema logistico-circolare SGM energy Srl verso configurazioni progressivamente più efficienti dal punto di vista ambientale, operativo ed economico.

Bibliografia

R1

*API – American Petroleum Institute (2023).
Technical Report 1533: Lubricants Life Cycle
Assessment and Carbon Footprinting –
Methodology and Best Practice.
Washington D.C., API Publishing.*

R2

*ATIEL & UEIL (2024).
Methodology for Product Carbon Footprint
Calculations for Lubricants, Greases and
Other Specialities – Version 1.1. Brussels.
Metodologia armonizzata per il calcolo del
Product Carbon Footprint nel settore
lubrificanti.*

R3

*GEIR – Groupement Européen de l'Industrie
de la Régénération (2022).
Updated Life Cycle Assessment for the
Regeneration of Waste Oil to Base Oil.
Studio LCA realizzato con ifeu Institute
(Germany) sul confronto tra rigenerazione e
altre opzioni di gestione degli oli usati.*

Linee guida metodologiche europee

R4

*European Commission – Joint Research
Centre (2019).
Product Environmental Footprint Category
Rules Guidance (PEFCR Guidance), Version
6.3.*

R5

*Oliveira, M.C.T.B., Magrini, A. (2017).
Life Cycle Assessment of Lubricant Oil Plastic
Containers in Brazil.
Sustainability, 9(4), 576.*

R6

*European Commission – Joint Research
Centre (2010).
ILCD Handbook: General Guide for Life Cycle
Assessment – Detailed Guidance.*

Standard internazionali LCA

R7

*ISO (2006).
ISO 14040 – Environmental management –
Life Cycle Assessment – Principles and
framework.*

R8

*ISO (2006).
ISO 14044 – Environmental management –
Life Cycle Assessment – Requirements and
guidelines.*

R9

*ISO (2018).
ISO 14067 – Greenhouse gases – Carbon
footprint of products.*

R10

*ISO (2006).
ISO 14025 – Environmental labels and
declarations – Type III environmental
declarations.*

Economia circolare e gestione oli esausti

R11

*European Commission (2020).
A New Circular Economy Action Plan – For a
cleaner and more competitive Europe.*

R12

*EEA – European Environment Agency
(2017).*

*Waste Oil Management and Regeneration
in Europe.*

R13

*ifeu Institute (2012).
Life Cycle Assessment of Waste Oil Re-
Refining versus Other Treatment Options.*

Fonti tecniche settore lubrificanti

R14

*Mang, T., Dresel, W. (2017).
Lubricants and Lubrication. Wiley-VCH
Verlag.*

R15

*Fitch, J., Troyer, D. (2016).
Practical Lubrication for Industrial Facilities.
Noria Corporation.*

Appendice A – Estratti tecnici consolidati (da documenti interni)

La presente appendice riporta una sintesi consolidata di estratti tecnici derivanti dalla documentazione operativa e metodologica interna utilizzata per la costruzione del modello di Life Cycle Assessment (LCA) applicato al sistema logistico-gestionale di SGM Energy Srl. Lo studio è stato sviluppato secondo un approccio **process-based LCA**, in conformità alle norme **ISO 14040 e ISO 14044**, e analizza la prestazione ambientale del sistema aziendale per la gestione dei flussi di oli lubrificanti, includendo movimentazione di base oil, additivi e prodotti finiti nonché il raccordo funzionale con la gestione del fine vita dell'olio esausto. L'inventario del ciclo di vita (Life Cycle Inventory – LCI) è stato costruito utilizzando **dati primari aziendali riferiti all'esercizio 2025**, provenienti dal sistema di monitoraggio energetico del sito e dai registri operativi di movimentazione dei prodotti (carichi iniziali, acquisti, trasferimenti, vendite e giacenze). I dati energetici risultano rappresentativi del periodo temporale di riferimento (anno solare 2025) e della configurazione operativa del sito produttivo, mentre la rappresentatività geografica è riferita al contesto nazionale italiano per quanto riguarda il mix elettrico utilizzato nella modellazione delle emissioni indirette. Per l'anno di riferimento risultano registrati consumi di **energia elettrica attiva pari a 37.327,42 kWh**, con energia reattiva complessiva pari a **10.926,92 kVarh**, una potenza media nella fascia F0 pari a circa **15,5 kW** e una potenza massima registrata pari a **23,1 kW**. Le movimentazioni complessive di prodotto (somma di carichi e scarichi operativi) risultano pari a circa **1.419 tonnellate**, corrispondenti a una intensità energetica media di sito pari a circa **26,3 kWh per tonnellata movimentata**. Tale valore risulta influenzato dalla configurazione operativa non ancora pienamente a regime del sistema analizzato, nella quale

una quota dei consumi energetici è associata alle infrastrutture di base del sito (monitoraggio, sistemi ausiliari, gestione logistica e controllo dei flussi) e risulta quindi relativamente indipendente dal throughput annuale. Il sistema analizzato si inserisce in un modello operativo orientato alla digitalizzazione dei processi logistici e al monitoraggio dei flussi materiali, con integrazione di sistemi di tracciabilità e controllo delle movimentazioni finalizzati a migliorare la gestione dei flussi di prodotto, ridurre il rischio di dispersioni e supportare la gestione del ciclo di vita dei lubrificanti anche in relazione alla fase di raccolta dell'olio esausto. Il perimetro del sistema analizzato comprende le attività svolte presso il sito aziendale relative a ricezione e stoccaggio delle materie prime, gestione di base oil e additivi, movimentazione interna dei prodotti (pompaggi, travasi e trasferimenti), operazioni di carico e scarico dei prodotti, sistemi di monitoraggio e tracciabilità dei flussi e raccordo funzionale con la gestione degli oli esausti; risultano invece esclusi l'utilizzo del lubrificante presso il cliente finale e le prestazioni operative delle apparecchiature utilizzatrici. L'unità funzionale adottata nello studio è definita come **la gestione integrata di una tonnellata di olio lubrificante attraverso il sistema logistico-gestionale SGM**, comprendente le operazioni di stoccaggio, movimentazione interna, monitoraggio, tracciabilità e raccordo con la fase di raccolta dell'olio esausto, al fine di rappresentare in modo coerente la funzione complessiva del sistema e consentire la normalizzazione dei flussi energetici e materiali rispetto al volume di prodotto gestito. Le **cut-off rules** applicate nello studio prevedono l'inclusione dei principali flussi energetici e materiali che contribuiscono in modo significativo all'inventario LCI, mentre sono esclusi flussi marginali con contributo trascurabile agli impatti ambientali complessivi. Le **regole di allocazione** sono state applicate su base fisica utilizzando come parametro principale la massa movimentata o il throughput dei flussi di prodotto. La qualità dei dati utilizzati nello studio è valutata come elevata per quanto riguarda i dati energetici e le movimentazioni di prodotto, in quanto derivanti da registrazioni dirette e sistemi di monitoraggio aziendali, mentre eventuali dataset secondari utilizzati nella modellazione degli impatti ambientali derivano da fonti di letteratura e database LCA riconosciuti. L'impostazione metodologica adottata riflette la scelta di analizzare il sistema secondo un **approccio sistemico**, considerando non soltanto il prodotto distribuito ma l'intera infrastruttura logistico-operativa che ne supporta la gestione, e costituisce la base tecnica per la costruzione dell'inventario LCI e per l'interpretazione dei risultati ambientali del sistema analizzato.

Appendice B – Dataset e fonti di modellazione LCA

La modellazione dell'inventario del ciclo di vita (LCI) è stata sviluppata utilizzando una combinazione di dati primari aziendali e dataset secondari provenienti da letteratura scientifica e database LCA riconosciuti a livello internazionale.

I dati primari derivano dai registri operativi e contabili dell'azienda relativi all'esercizio 2025 e includono in particolare:

- consumi energetici di sito (energia elettrica attiva e reattiva);
- movimentazioni di base oil, additivi e prodotti finiti;
- dati di confezionamento e tipologia di packaging;

- flussi logistici di approvvigionamento e distribuzione.

I dataset secondari sono stati utilizzati per rappresentare i processi upstream non direttamente controllati dall'azienda, quali produzione di materiali, energia elettrica nazionale e trasporto merci su strada.

La modellazione dell'inventario del ciclo di vita (LCI) è stata sviluppata utilizzando una combinazione di dati primari aziendali e dataset secondari provenienti da letteratura scientifica e database LCA riconosciuti a livello internazionale.

I dati primari derivano dai registri operativi e contabili dell'azienda relativi all'esercizio 2025 e includono in particolare:

- consumi energetici di sito (energia elettrica attiva e reattiva);
- movimentazioni di base oil, additivi e prodotti finiti;
- dati di confezionamento e tipologia di packaging;
- flussi logistici di approvvigionamento e distribuzione.

I dataset secondari sono stati utilizzati per rappresentare i processi upstream non direttamente controllati dall'azienda, quali produzione di materiali, energia elettrica nazionale e trasporto merci su strada.

Appendice C – Analisi di sensitività e scenari

Al fine di valutare la robustezza dei risultati e identificare le principali leve di miglioramento ambientale, lo studio include diverse analisi di sensitività su variabili operative chiave.

Le principali variabili analizzate sono:

- distanza media di trasporto;
- mix di packaging utilizzato;
- quota di distribuzione sfusa (bulk);
- percentuale di olio esausto avviato a rigenerazione.

Queste variabili possono influenzare significativamente l'intensità ambientale del sistema, in particolare per quanto riguarda le categorie di impatto legate alle emissioni climalteranti.

Tra le analisi sviluppate nel presente studio rientrano:

1. Analisi di scaling dei KPI ambientali

Questa analisi valuta l'effetto dell'aumento dei volumi gestiti sull'intensità energetica del sistema. Poiché una parte significativa dei consumi energetici è associata all'infrastruttura di sito, l'incremento dei volumi movimentati tende a ridurre l'intensità energetica per unità funzionale.

2. Trade-off packaging vs trasporto

L'analisi evidenzia il possibile compromesso ambientale tra:

- riduzione dell'impatto associato al packaging (vendita sfusa);
- aumento delle emissioni legate al trasporto su lunghe distanze.

Questo trade-off è particolarmente rilevante nel caso della distribuzione internazionale del prodotto sfuso.

3. Frontiera di eco-efficienza

L'analisi della frontiera di eco-efficienza consente di identificare configurazioni operative che minimizzano simultaneamente:

- l'intensità di packaging
- le emissioni associate alla logistica

Questo approccio è frequentemente utilizzato negli studi LCA per valutare scenari alternativi di configurazione della filiera.

Appendice D – Descrizione tecnica del sistema ECO-B4N™

Il sistema operativo sviluppato da SGM Energy si basa su un modello logistico e informativo integrato denominato **ECO-B4N™**, progettato per migliorare la gestione dei flussi di lubrificanti e la tracciabilità dell'intero ciclo di vita del prodotto.

Il modello si fonda su tre elementi principali:

Nodo centrale operativo

Il sito operativo funge da hub logistico per:

- ricezione delle materie prime;
- stoccaggio e movimentazione dei lubrificanti;
- operazioni di miscelazione e confezionamento;

- gestione dei flussi di distribuzione.

Rete di punti dislocati

Il sistema prevede l'attivazione progressiva di una rete territoriale di punti dislocati, destinati a:

- distribuzione dei lubrificanti;
- raccolta dell'olio esausto;
- supporto alla logistica inversa.

Questa configurazione consente di migliorare l'efficienza logistica e favorire l'avvio dell'olio esausto a rigenerazione.

Sistema di tracciabilità digitale

Il modello ECO-B4N™ integra strumenti di monitoraggio e tracciabilità digitale dei flussi, tra cui:

- registrazione delle movimentazioni di prodotto;
- controllo dei flussi di stoccaggio e distribuzione;
- monitoraggio dei flussi di ritorno dell'olio esausto.

Dal punto di vista LCA, questo sistema consente di:

- migliorare la qualità dei dati primari;
- ridurre il rischio di dispersioni di prodotto;
- aumentare la quota di olio esausto avviata a rigenerazione.

Appendice E – Data request per sviluppo EPD

Il presente studio rappresenta una valutazione LCA preliminare basata su dati primari disponibili relativi all'esercizio 2025.

Per sviluppare uno studio di livello **EPD-grade**, sarà necessario integrare ulteriori dati primari relativi ad alcune componenti del sistema

La raccolta di questi dati consentirà di sviluppare uno studio LCA più completo e comparabile, idoneo anche a supportare:

- Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD);
- calcolo del Product Carbon Footprint;

- comunicazioni ambientali verificate da terza parte.

Il presente studio costituisce quindi una base metodologica per lo sviluppo futuro di analisi ambientali più dettagliate, coerenti con l'evoluzione operativa e infrastrutturale del sistema SGM.

Appendice F – Struttura del report e requisiti di verificabilità

La presente appendice descrive i principali elementi metodologici e documentali che garantiscono la verificabilità tecnica dello studio LCA sviluppato per il sistema logistico-gestionale di SGM Energy Srl.

Lo studio è stato condotto in conformità ai principi e ai requisiti delle norme **ISO 14040 e ISO 14044**, seguendo la struttura metodologica standard articolata nelle quattro fasi fondamentali: definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione (Goal & Scope), analisi dell'inventario (LCI), valutazione degli impatti (LCIA) e interpretazione dei risultati.

La definizione dell'unità funzionale e dei confini del sistema è stata impostata in modo coerente con la funzione reale del sistema analizzato, ovvero la **gestione integrata dei flussi di lubrificanti attraverso l'infrastruttura logistico-operativa di SGM Energy**. In particolare, l'unità funzionale adottata è la gestione di **1 tonnellata di olio lubrificante attraverso il sistema logistico-gestionale SGM**, comprensiva delle operazioni di ricezione, stoccaggio, movimentazione interna, controllo dei flussi e gestione del raccordo con la fase di fine vita.

I confini del sistema includono le operazioni svolte presso il sito operativo (gate-to-gate) e le principali componenti upstream associate alla produzione dei materiali e al packaging (cradle-to-gate), mentre risultano esclusi l'utilizzo del prodotto presso il cliente finale e le prestazioni operative delle apparecchiature utilizzate dagli utilizzatori finali.

L'inventario del ciclo di vita (LCI) è stato costruito utilizzando **dati primari aziendali relativi all'esercizio 2025**, derivanti dai registri di consumo energetico e dal sistema di monitoraggio delle movimentazioni di prodotto. La tracciabilità dei dati è garantita dalla disponibilità di registrazioni documentali relative a consumi elettrici, flussi di prodotto e configurazione del packaging.

In questo contesto, l'adozione di un modello logistico-gestionale supportato da sistemi di tracciabilità digitale e da soluzioni tecnologiche proprietarie, oggetto di **brevetti industriali concessi**, contribuisce a migliorare la qualità e la verificabilità dei dati primari utilizzati nello studio. Tali strumenti consentono infatti una maggiore accuratezza nella registrazione dei flussi di prodotto e nella ricostruzione dei bilanci di massa, elementi fondamentali per la robustezza dell'inventario LCA.

La struttura del report è stata progettata in modo da garantire la piena **trasparenza metodologica e la replicabilità dei risultati**, attraverso:

- esplicita definizione dell'unità funzionale e dei confini del sistema;
- documentazione dei dati primari utilizzati nell'inventario;
- indicazione delle fonti dei dataset secondari impiegati nella modellazione;

- dichiarazione delle assunzioni metodologiche e dei criteri di cut-off;
- analisi di sensitività delle principali variabili operative;
- esplicitazione dei limiti dello studio e delle prospettive di miglioramento dei dati.

Questi elementi costituiscono nel loro insieme un **audit trail metodologico**, che consente a revisori indipendenti di ricostruire le principali scelte modellistiche adottate nello studio e di verificare la coerenza tra dati operativi, modellazione LCA e interpretazione dei risultati.

La struttura documentale adottata rende inoltre il presente studio idoneo a costituire una base metodologica per eventuali sviluppi futuri, quali:

- studi LCA di livello più avanzato;
- calcolo del **Product Carbon Footprint**;
- sviluppo di **Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD)**;
- supporto a schemi volontari di comunicazione ambientale verificata.