



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO di AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNOLOGIE PER
L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

L'ECODESIGN NEL MIGLIORAMENTO E NELLA
GESTIONE DEI PROCESSI AZIENDALI:
UN'APPLICAZIONE NEL SETTORE DEL PACKAGING

Relatore

Prof. Andrea Tapparo

Correlatore

Ing. Michele Milan

Laureando

Filippo D'Urso

Matricola n. 1237191

ANNO ACCADEMICO

2021/2022

SOMMARIO

Introduzione	4
Importanza degli imballaggi nella gestione ambientale	4
L'analisi del ciclo di vita: strumento di ecodesign e gestione ambientale	6
Le linee guida dell'Istituto Italiano Imballaggi	7
La strategia ambientale europea	9
Il piano europeo per l'economia circolare	9
L'Agenda 2030	10
Principi normativi per gli imballaggi nell'UE ed in Italia	12
Requisiti per la gestione post consumo degli imballaggi	12
Il testo unico ambientale e le problematiche di gestione degli imballaggi.....	16
Le regole per gli imballaggi in plastica	19
Le norme tecniche di standardizzazione	22
Analisi del ciclo di vita: definizione e applicazione	24
La metodologia.....	24
L'attuazione.....	25
Il calcolatore dell'Istituto Italiano Imballaggi.....	37
Sviluppo e funzionamento del calcolatore	37
Esempio di applicazione del calcolatore.....	46
Conclusioni	60
Bibliografia	61

Introduzione

Importanza degli imballaggi nella gestione ambientale

Quello del packaging è un settore in crescita, sebbene oggi abbia già una grande importanza. Questo è dovuto a vari fattori, si pensi ad esempio alla crescita degli acquisti online e alla quantità di imballaggio che accompagna ogni spedizione. Stime prevedono un aumento annuale del 19,6% nel periodo 2019-2023 per l'e-commerce. In più, il COVID-19 ha accelerato il processo: si stima che nel periodo della pandemia il volume di acquisti online sia aumentato del 25,9% (Srivastava, Kirti, 2020).

Per rendere meglio l'idea del valore di mercato di cui si parla, per il settore del cibo, nel 2019 gli imballaggi presentavano un giro d'affari 304,98 miliardi di dollari. Si stima che nel 2027 questo arriverà ad un valore di 463,65 milioni di dollari, aumentando quindi del 5,9% ogni anno (fonte Fortune Business Insights).

Un sistema di gestione ambientale (SGA) è un insieme di processi e pratiche che permettono ad un'organizzazione di ridurre i suoi impatti ambientali e incrementare la sua efficienza operativa (definizione EPA). La nascita dei sistemi SGA è riconducibile al cambiamento delle politiche europee in materia ambientale, che a partire dagli anni Novanta hanno cominciato a adottare il principio dello sviluppo sostenibile.

Un sistema di gestione ambientale è tipicamente impostato secondo il "Ciclo di Deming", che si trova alla base di tutti i processi a miglioramento continuo. Questo ciclo, anche detto "Ciclo PDCA" si può riassumere in quattro fasi:

- PLAN: pianificazione delle azioni da intraprendere
- DO: messa in atto delle azioni pianificate
- CHECK: verifica delle azioni messe in atto
- ACT: standardizzazione e ripetizione del processo se l'esito non è stato positivo

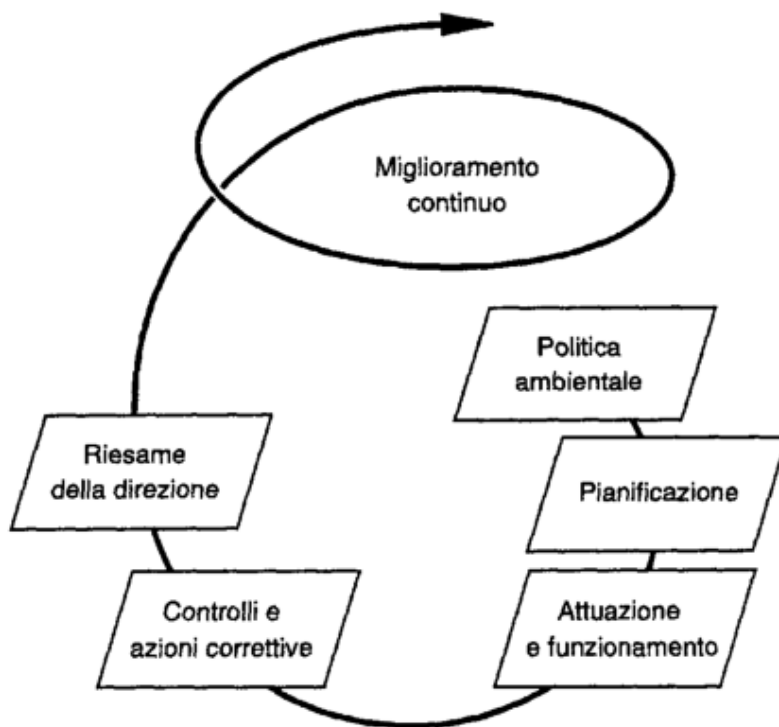


Figura 1 – Esempio di struttura del ciclo di Deming

Gli imballaggi sono fondamentali alla sicurezza del prodotto, mantenendone le caratteristiche e proteggendolo fino alla fase di consumo, hanno un'importante funzione di marketing e costituiscono il 28% dei rifiuti urbani e assimilati e il 7% dei rifiuti totali prodotti in Italia (fonte CONAI). È chiaro, dunque, che il packaging sia un'importante variabile da considerare all'interno dei SGA.

L'analisi del ciclo di vita: strumento di ecodesign e gestione ambientale

Fattori quali la globalizzazione dei mercati, la connettività digitale e la crescente scarsità delle risorse naturali, contribuiscono ad incrementare la complessità del contesto in cui le imprese si trovano ad operare. Le incertezze che nascono da tale complessità rendono difficile prevedere i rapidi cambiamenti climatici e le aziende manifestano in maniera crescente l'esigenza di sviluppare la propria resilienza e allo stesso tempo la propria flessibilità per affrontare le esigenze del mercato. Per avere successo, o anche semplicemente per riuscire a portare avanti le proprie attività regolarmente, le aziende dovranno adottare un approccio sempre più strategico capace di supportare in una prospettiva di ciclo di vita i repentini cambiamenti che potrebbero verificarsi.

Il Life Cycle Assessment è un fondamentale strumento metodologico per valutare e quantificare i potenziali impatti di un prodotto, processo o attività lungo l'intero ciclo di vita, cioè dall'acquisizione delle materie prime fino al fine vita. È uno strumento riconosciuto a livello internazionale e la metodologia è regolamentata dalla serie di norme ISO 14040. L'applicazione della metodologia LCA permette di elaborare delle strategie per migliorare i processi produttivi, soprattutto dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

La metodologia LCA può anche essere applicata ai sistemi di gestione ambientale. Questi sono regolati dalla norma ISO 14001 e, diversamente dall'analisi del ciclo di vita, si applicano alle organizzazioni. Con i dovuti accorgimenti, l'LCA può essere quindi utilizzato come strumento di quantificazione degli impatti nei SGA.

Le linee guida dell'Istituto Italiano Imballaggi

L'implementazione del Life Cycle Assessment può spesso risultare complicata e richiede figure professionali specializzate sia per l'identificazione e la raccolta dei dati, sia per la successiva elaborazione. Emerge quindi la necessità per le aziende di poter disporre di una prassi operativa che consenta in pochi step metodologici di fornire le indicazioni per posizionare l'organizzazione e i suoi prodotti secondo una scala di misurazione in grado di tracciare le aree prioritarie di intervento in un percorso di sostenibilità. A questo scopo, la Commissione Sostenibilità dell'Istituto Italiano Imballaggio ha elaborato le linee guida della sostenibilità del packaging. Questo documento include un algoritmo che permette di attribuire un valore numerico al posizionamento dell'azienda rispetto all'argomento della sostenibilità ambientale, valutando sia la presa di coscienza della problematica da parte dell'organizzazione, sia le attività concrete messe in atto per il perseguimento dell'obiettivo. L'algoritmo permette anche evidenziare i punti di miglioramento su cui l'azienda deve lavorare, nel rispetto delle normative vigenti nel settore in cui si trova ad operare. Il parametro di riferimento utilizzato nell'algoritmo, in conformità con gli obiettivi previsti dall'Agenda 2030 dell'ONU, è l'indice climatico. Su questo si baserà poi la pianificazione degli interventi, strutturati secondo una logica di ciclo di vita, ossia suddividendo le aree di intervento secondo le fasi di produzione, utilizzo e fine vita del prodotto.

Le linee guida sono divise in cinque capitoli:

- **Definizioni e glossario.** Il primo capitolo serve a chiarire i principali termini e definizioni del settore degli imballaggi, che verranno poi utilizzati all'interno delle linee guida;
- **Contesto legislativo.** Il secondo capitolo serve ad inquadrare le linee guida all'interno del contesto normativo europeo ed italiano. Al suo interno vengono richiamate le direttive europee di settore e le loro rispettive trasposizioni italiane, insieme alle norme tecniche utilizzate nel settore degli imballaggi;
- **Impatto ambientale e algoritmo della sostenibilità.** Il terzo capitolo descrive la metodologia utilizzata per la costruzione dell'algoritmo impiegato nel calcolatore, descrivendone poi il funzionamento.
- **Claim ambientali.** Il quarto capitolo è una disamina delle etichette ambientali utilizzate a livello europeo, distinguendo quelle obbligatorie da quelle facoltative e correlandole alla rispettiva norma che le regola, se presente;
- **Sustainable Development Goals ONU.** Il quinto e ultimo capitolo è una revisione del settore del packaging nell'ottica degli obiettivi di sviluppo sostenibile contenuti all'interno

dell'Agenda 2030. Ognuno dei 169 traguardi viene analizzato e vengono ricercati i collegamenti con il settore del packaging.

Nel presente elaborato ci si occuperà principalmente del terzo capitolo, descrivendo il funzionamento del calcolatore e proponendone degli esempi di applicazione.

Si partirà dapprima dal contesto europeo e dagli obiettivi che l'Unione Europea si è posta, descrivendo il suo piano d'azione per l'economia circolare e l'Agenda 2030.

In secondo luogo, verranno riportate le principali normative di riferimento per il settore degli imballaggi e le norme tecniche utilizzate, sia a livello europeo che nazionale.

Una terza parte verrà dedicata alla metodologia LCA, sulla quale si basa la costruzione dell'algoritmo utilizzato nel calcolatore.

Infine, nell'ultima parte, verrà descritto il calcolatore sviluppato dall'Istituto Italiano Imballaggio, presentandone il funzionamento e un esempio di applicazione.

La strategia ambientale europea

Quello della sostenibilità ambientale è uno dei temi più rilevanti nel panorama politico internazionale attuale. Ad oggi le risorse che la popolazione mondiale sta consumando risultano essere superiori rispetto a quelle che gli ecosistemi sono in grado di fornire: affinché lo sviluppo sociale ed economico possa avvenire sotto il profilo di sostenibilità, è necessario che la società modifichi le modalità di produzione e di consumo di beni. Anche la sensibilità dell'opinione pubblica verso la riduzione degli impatti ambientali è in aumento e c'è quindi un interesse per le aziende verso lo sviluppo di prodotti che riducano al minimo il danno che apportano al pianeta. Anche da queste premesse nascono le linee guida della sostenibilità, che riconoscono un ruolo fondamentale nel loro sviluppo soprattutto all'"Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile" e, precisamente, ai 17 Sustainable Development Goals (SDGs) in essa contenuti.

Il piano europeo per l'economia circolare

L'Europa si è impegnata allo scopo di divenire il primo continente "impatto zero" e per farlo ha fissato con il Green Deal Europeo una road map strategica che ha lo scopo di guidare la trasformazione dei mercati modelli circolari entro il 2050. Il green deal si basa sul piano di azione per l'economia circolare, adottato dalla Commissione Europea nel marzo 2020. Le misure introdotte mirano a:

- Aumentare la diffusione dei prodotti sostenibili, rendendoli la norma nell'UE;
- Dare potere ai consumatori e agli acquirenti pubblici;
- Focalizzarsi sui settori che consumano molte risorse e si prestano bene ad un sistema circolare, come ad esempio quelli dell'elettronica, della plastica, e del packaging;
- Ridurre la produzione dei rifiuti;
- Fare in modo che il sistema circolare funzioni su tutti i livelli, da quello personale fino a quello regionale;
- Imporsi come punto di riferimento a livello globale nella transizione verso l'economia circolare.

Gli obiettivi verranno raggiunti tramite 35 azioni, che si possono ritrovare nel documento "COM(2020) 98 final" dell'11 marzo 2020.

L'Agenda 2030

I principi che hanno portato alla realizzazione della precedentemente descritta strategia si ritrovano nell'Agenda ONU 2030 per lo sviluppo sostenibile. Il documento nasce il 25 settembre 2015, quando l'Organizzazione delle Nazioni Unite, in un'assemblea di 193 Stati, ha individuato 17 Sustainable Development Goals (SDGs), ovvero Obiettivi di Sviluppo Sostenibile a livello mondiale. Ad ogni Obiettivo sono associati dei traguardi da raggiungere, per un totale complessivo di 169 traguardi. L'”Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile” mira a risolvere molte problematiche, tra cui povertà, fame, salute, istruzione, uguaglianza di genere, acqua, occupazione, urbanizzazione, uguaglianza sociale, crisi climatica, ambiente, giustizia e ha tracciato la strada che dovrà essere percorsa nei prossimi 10 anni per salvaguardare il pianeta e le sue risorse per le generazioni future.

Il programma dell'Agenda, rispetto agli accordi internazionali ad essa precedenti, introduce degli elementi di novità:

- **Partecipazione.** Tutti gli Stati hanno un ruolo nel raggiungimento degli obiettivi proposti;
- **Approccio integrato.** I problemi e le azioni da intraprendere legati al medesimo obiettivo vanno considerate insieme;
- **Universalità.** Gli obiettivi proposti hanno portata globale e questo ne aumenta la loro efficacia.

Tutti questi aspetti rendono fluida e dinamica l'Agenda, e la discostano dagli accordi internazionali precedenti che, come spesso è accaduto, non sono stati in grado di portare a termine le proposte presentate, essendo queste difficilmente attuabili.

Gli SDGs si possono distinguere in base alla prevalenza dei tre aspetti Economico, Sociale o Ambientale, come si può vedere dalla seguente immagine:



Figura 2 – Sustainable Development Goals ONU

All'interno delle linee guida sviluppate dalla Commissione Sostenibilità vengono analizzati tutti e 17 gli indicatori e i loro 169 traguardi nell'ottica della sostenibilità degli imballaggi. Per ognuno di essi vengono individuati, quando possibile, i principi che devono essere applicati durante la progettazione e la realizzazione degli imballaggi. Questa analisi contribuisce al raggiungimento di uno dei capisaldi della linea guida, così descritto: "Un imballaggio per essere sostenibile deve trovare il giusto equilibrio tra i tre pilastri della sostenibilità sociale, economica, ambientale".

Sebbene, come precedentemente indicato, tutti e 17 gli obiettivi rivestano una grande importanza, l'obiettivo 12, "Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili", è quello che più si avvicina al settore del packaging, e di conseguenza è da tenere in maggiore considerazione.

Principi normativi per gli imballaggi nell'UE ed in Italia

Requisiti per la gestione post consumo degli imballaggi

La direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti da imballaggio è la legge di riferimento a livello europeo per il settore del packaging. Questa, insieme alle sue successive modifiche, definisce le disposizioni dell'Unione Europea sulla gestione degli imballaggi e i rifiuti da imballaggio. Ad oggi l'ultimo aggiornamento della direttiva 94/62/CE è contenuto nella direttiva (UE) 2018/852, che introduce misure per la prevenzione della produzione dei rifiuti da imballaggio e allo stesso tempo ne promuove il riutilizzo, il riciclaggio e altre forme di recupero. Si deduce che la direzione verso cui si sta muovendo l'Unione Europea è quella della riduzione della quantità dei rifiuti immessi nel sistema, spingendo verso un'economia circolare quelli già presenti e la frazione non riducibile.

La direttiva 94/62/CE è entrata in vigore il 31 dicembre 1994, con obbligo per i Paesi UE di convertirla in legge entro il 30 giugno 1996, e si applica a tutti gli imballaggi immessi sul mercato europeo (quindi anche a quelli prodotti in altri Paesi e venduti in un Paese UE) e a tutti i rifiuti derivanti da packaging, provenienti sia da dai cittadini che dalle industrie e composti da qualsiasi materiale.

All'interno della direttiva viene prevista l'adozione di misure volte a ridurre al minimo l'impatto ambientale dell'imballaggio, come ad esempio:

- Adozione di sistemi di restituzione con cauzione
- Fissazione di obiettivi
- Incentivi economici
- Fissazione di una percentuale minima di imballaggi riutilizzabili immessi sul mercato ogni anno per ciascun tipo di imballaggio.

Di seguito si descrivono in dettaglio le misure più importanti previste nella direttiva.

A. Obiettivi di riciclaggio

Gli Stati membri devono adottare tutte le misure necessarie al raggiungimento degli obiettivi di riciclaggio fissati nella direttiva per ogni tipo di imballaggio. Gli obiettivi previsti per il 2025 e il 2030 sono:

- Entro il 31 dicembre 2025 almeno il 65 % in peso di tutti i rifiuti da imballaggio dovrà essere riciclato. Gli obiettivi di riciclaggio per ciascun materiale sono:
 - 50% per la plastica
 - 25% per il legno
 - 70 % per i metalli ferrosi
 - 50 % per l'alluminio
 - 70 % per il vetro e
 - 75 % per la carta e il cartone.

- Entro il 31 dicembre 2030 almeno il 70% in peso di tutti i rifiuti da imballaggio dovrà essere riciclato. Gli obiettivi di riciclaggio per ciascun materiale sono:
 - 55% per la plastica
 - 30% per il legno
 - 80% per i metalli ferrosi
 - 60% per l'alluminio
 - 75% per il vetro e
 - 85% per la carta e il cartone.

B. Requisiti essenziali degli imballaggi

I Paesi dell'Unione devono garantire che gli imballaggi che vengono immessi sul mercato soddisfino i requisiti elencati nell'allegato II della direttiva. I requisiti prevedono che:

- Il peso ed il volume dell'imballaggio vengano limitati alla quantità minima necessaria per garantire un adeguato livello di sicurezza, igiene e accettabilità per il prodotto imballato e per il consumatore;
- La presenza di sostanze e materiali pericolosi venga ridotta al minimo nel materiale dell'imballaggio e nelle sue componenti;
- L'imballaggio venga progettato in modo da essere riutilizzabile o recuperabile. I materiali da cui l'imballaggio è composto dovranno essere quindi riciclabili o progettati in modo tale da consentire il massimo recupero dell'energia.

Nella direttiva viene spiegata la differenza fra gli imballaggi recuperabili tramite compostaggio e quelli biodegradabili.

- La biodegradabilità indica la tendenza di un materiale ad essere convertito in anidride carbonica. Questa deve essere determinata per ogni materiale o componente organico di ogni imballaggio presente in quantità significativa (più dell'1% in massa secca);
- Per essere definito compostabile, un imballaggio deve rispettare i requisiti previsti nella normativa, che sono:
 - Il materiale da cui è composto deve essere degradabile per almeno il 90% entro sei mesi mentre si trova in un ambiente ricco di anidride carbonica. Il valore deve essere determinato tramite il metodo descritto nella norma ISO 14855;
 - Quando in contatto con materiali organici per un periodo di tre mesi, la massa del materiale considerato deve essere costituita per almeno il 90% da frammenti di dimensione inferiore a 2 millimetri. La procedura per determinare questi valori è descritta nello standard ISO 14045;
 - Il materiale che compone l'imballaggio non deve avere effetti negativi sul processo di compostaggio;
 - Il materiale che compone l'imballaggio deve contenere una bassa concentrazione di metalli pesanti;
 - Per il materiale da cui è composto l'imballaggio, i valori di pH, il contenuto salino, le concentrazioni di solidi volatili, azoto, fosforo, magnesio e potassio devono rimanere al di sotto dei limiti stabiliti.

Nell'ultimo aggiornamento viene specificato che gli imballaggi in plastica oxo-degradabile, cioè plastiche contenenti additivi per facilitarne la scomposizione in particelle di dimensioni microscopiche, non sono da considerarsi come imballaggi biodegradabili.

C. Responsabilità dei produttori

I Paesi dell'Unione devono garantire entro la fine del 2024 la predisposizione di regimi di responsabilità estesa del produttore. Si tratta di sistemi volti a garantire che, per un qualsiasi prodotto, la responsabilità finanziaria e/o organizzativa della gestione durante la fase di scarto ricada sui suoi produttori. L'attuazione avviene tramite il pagamento di tariffe a carico del produttore, pagate all'immissione sul mercato del prodotto. Dato che le tariffe sono calcolate per coprire tutto il ciclo di fine vita del rifiuto, dalla raccolta al riciclo o riutilizzo, questo sistema incoraggia i produttori a progettare i loro prodotti in maniera più sostenibile. I requisiti operativi di tali regimi di responsabilità

estesa del produttore sono descritti nella direttiva 2008/98/CE sulla gestione dei rifiuti, in particolare nell'articolo 8 bis, introdotto con l'aggiornamento (UE) 2018/851.

D. Sistemi di recupero degli imballaggi

Gli Stati membri devono garantire che siano introdotti sistemi di raccolta/restituzione degli imballaggi usati e dei rifiuti da imballaggio. Devono anche essere introdotti dei sistemi per il loro riutilizzo, il loro recupero o il loro riciclaggio.

In Italia la direttiva è stata recepita all'interno del decreto legislativo n.22 del 5 febbraio 1997 (denominato anche Decreto Ronchi), nel Titolo II. In questo decreto si prevede la costituzione del CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi) e di sei consorzi di filiera (uno per ogni materiale di imballaggio: carta, legno, plastica, vetro, alluminio, acciaio). Per garantire il rispetto dei requisiti imposti dalla direttiva 94/62/CE, viene imposto ai produttori di aderire al CONAI e ai corrispettivi consorzi di filiera, in base al tipo di imballaggio prodotto. In alternativa è consentito ai produttori di organizzarsi autonomamente, con l'obbligo di dimostrare che i requisiti siano comunque rispettati.

Il testo unico ambientale e le problematiche di gestione degli imballaggi

Come accennato nel capitolo precedente, in Italia la direttiva 94/62/CE è stata recepita nel febbraio 1997 con il Decreto Ronchi. Questo decreto che oltre agli imballaggi trattava anche i rifiuti ed i rifiuti pericolosi, non è più in vigore, perché abrogato dal decreto legislativo n.152 del 3 aprile 2006.

Il d.lgs. 152/2006, conosciuto anche come testo unico ambientale, è la legge attualmente vigente in Italia a cui fanno riferimento i temi di tutela ambientale e gestione dei rifiuti. Per il settore degli imballaggi, le norme in materia si ritrovano nella parte quarta (norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti contaminati) al titolo II (art.217-226) denominato gestione degli imballaggi.

Un importante aggiornamento del testo unico ambientale si è avuto con il decreto legislativo n.116 del 3 settembre 2020, che attua le direttive (UE) 2018/851 e (UE) 2018/852. La maggior parte delle modifiche introdotte sono già state descritte nel capitolo precedente (la 2018/852 costituisce l'ultimo aggiornamento della direttiva 94/62/CE, mentre la 2018/851 è stata richiamata per i requisiti operativi dei regimi di responsabilità estesa del produttore), ma per il settore degli imballaggi sono state introdotte sostanziali modifiche.

Il d.lgs. 116/2020, nell'articolo 3, comma 3, lettera c, introduce l'obbligo di etichettatura ambientale degli imballaggi, con entrata in vigore a partire dal 26 settembre 2020. Il decreto, ora contenuto nell'articolo 219 comma 5 del testo unico ambientale, dispone infatti che *“Tutti gli imballaggi siano opportunamente etichettati secondo le modalità stabilite dalle norme tecniche UNI applicabili e in conformità alle determinazioni adottate dalla Commissione dell'Unione europea, per facilitare la raccolta, il riutilizzo, il recupero ed il riciclaggio degli imballaggi, nonché per dare una corretta informazione ai consumatori sulle destinazioni finali degli imballaggi. I produttori hanno, altresì, l'obbligo di indicare, ai fini della identificazione e classificazione dell'imballaggio, la natura dei materiali di imballaggio utilizzati, sulla base della decisione 97/129/CE della Commissione.”*. Questa introduzione ha portato a molti dubbi interpretativi, soprattutto riguardo le indicazioni da includere nelle etichette ed i soggetti coinvolti dall'obbligo. Inoltre, la ridotta tempistica per conformarsi all'obbligo ha fatto sorgere molte preoccupazioni nelle imprese (23 giorni, dal 3 al 26 settembre 2020). La scadenza è stata successivamente più volte prorogata e attualmente l'entrata in vigore dell'obbligo è prevista per il 30 giugno 2022, con il permesso di commercializzare imballaggi non conformi fino ad esaurimento scorte e comunque non oltre il giorno 1° luglio 2022. Successivamente, a chiunque non rispetterà l'obbligo, sarà applicata una sanzione amministrativa pecuniaria da 5200 a 40000 euro.

Per fare chiarezza a riguardo, il CONAI è stato chiamato a redigere delle linee guida che interpretassero le disposizioni del decreto. In collaborazione con UNI, Confindustria e Federdistribuzione, le linee guida sono state redatte e pubblicate nel dicembre 2020, insieme ad uno strumento online per aiutare le imprese a progettare la propria etichetta ambientale, denominato “*e-tichetta*”.

Di seguito si riportano le informazioni da includere nelle etichette ambientali, tratte dall’interpretazione del CONAI e contenute nelle linee guida da loro pubblicate. Si individuano due distinti casi, a seconda che il destinatario dell’imballaggio sia il consumatore (persona fisica che agisce per scopi estranei all’attività imprenditoriale, commerciale, artigianale o professionale eventualmente svolta) o un’attività:

- **Etichette per imballaggi destinati al consumatore**

- Devono essere obbligatoriamente indicati:
 - Codifica identificativa del materiale di imballaggio secondo la Decisione 129/97/CE (es. PET 1, PAP 20 ecc...)
 - Indicazioni sulla raccolta (es. raccolta plastica, raccolta carta ecc...)
- Possono essere indicati:
 - Tipologia di imballaggio (es. bottiglia, lattina, vaschetta ecc...)
 - Suggerimenti per la raccolta (es. svuotare l’imballaggio, separare l’etichetta ecc...)

Nei casi in cui l’imballaggio sia composto da più materiali separabili manualmente dall’utente, è obbligatorio includere le informazioni sovrastanti per ognuno di essi. Le informazioni possono essere riportate su ogni singolo componente oppure sull’etichetta del corpo principale. In quest’ultimo caso è consigliato dalle linee guida specificare le varie tipologie di imballaggio.

- **Etichette per imballaggi destinati ad attività**

- Devono essere obbligatoriamente indicati:
 - Codifica identificativa del materiale di imballaggio secondo la Decisione 129/97/CE (es. PET 1, PAP 20 ecc...)
- Possono essere indicati:
 - Indicazioni sulla raccolta (es. raccolta plastica, raccolta carta ecc...)
 - Tipologia di imballaggio (es. bottiglia, lattina, vaschetta ecc...)
 - Suggerimenti per la raccolta (es. svuotare l’imballaggio, separare l’etichetta ecc...)

La Commissione Sostenibilità dell'Istituto Italiano Imballaggio, con le sue linee guida e il suo calcolatore, mirano ad aiutare le aziende nella valutazione della sostenibilità. L'indice risultante dal calcolatore potrà essere inserito nell'etichetta al fine di aiutare il consumatore nella scelta del prodotto da acquistare, valutandolo nell'ottica del rispetto dell'ambiente.

Le regole per gli imballaggi in plastica

Le norme precedentemente descritte hanno carattere generale e si applicano a tutti gli imballaggi, a prescindere dal materiale da cui sono composti. Quando si parla di temi ambientali, però, l'attenzione è maggiore verso i packaging costruiti in materiali plastici.

Anche a livello europeo, il tema dei materiali plastici viene specificamente trattato. Nel gennaio 2018 la Commissione Europea ha adottato la strategia europea per la plastica, che sarà utile al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile fissati nell'Agenda 2030. Lo scopo della strategia è di ridurre le emissioni di gas serra, la dipendenza dai combustibili fossili e ridurre la dispersione di plastica in mare. Un altro obiettivo che contribuisce a raggiungere è quello di rivoluzionare il modo in cui i prodotti in plastica vengono disegnati, prodotti, usati e riciclati in Europa, ai fini della protezione dell'ambiente. La strategia viene messa in atto tramite le seguenti azioni:

- **Rendere il riciclo redditizio per le aziende**
 - Imporre nuove regole sul riciclo degli imballaggi in plastica e aumentare la domanda dei prodotti in plastica riciclata
 - Migliorare la raccolta differenziata dei prodotti in plastica
 - Lanciare una campagna di impegno a livello europeo, che coinvolga le industrie e le autorità pubbliche
- **Ridurre i rifiuti in plastica**
 - Creare una direttiva sulla plastica monouso e l'attrezzatura da pesca
 - Imporre misure per frenare l'utilizzo di microplastiche e il loro rilascio nell'ambiente
 - Imporre misure per incentivare l'uso di bioplastiche e plastiche compostabili e biodegradabili
 - Ripensare le regole sui porti per affrontare il problema dei rifiuti in mare
- **Orientare gli investimenti e l'innovazione**
 - Aumentare il sostegno all'innovazione, con cento milioni di euro di finanziamento per lo sviluppo di materiali plastici più riciclabili, processi di riciclo più efficienti e la rimozione delle sostanze pericolose e i contaminanti dalle plastiche riciclate
- **Stimolare il cambiamento a livello globale**
 - Sviluppare insieme ai partner internazionali nuove soluzioni e nuovi standard in materia

Nel secondo punto viene nominata la creazione di una direttiva sulla plastica monouso. L'azione è stata messa in atto con la direttiva (UE) 2019/904 del 5 giugno 2019. Il suo scopo è quello di

prevenire e ridurre l'impatto ambientale dei prodotti in plastica monouso (utilizzabili una volta sola o anche per un breve periodo di tempo prima di essere gettati) e promuovere la transizione del settore verso un'economia circolare. Di seguito vengono elencati i principali punti della direttiva:

- **Restrizioni di mercato.** Viene imposto un divieto a livello europeo sui prodotti in plastica monouso. Il divieto non si applica se non sono disponibili alternative da utilizzare in sostituzione al prodotto vietato. La direttiva nomina i seguenti prodotti su cui viene imposto il divieto: posate, piatti, cannucce, bastoncini cotonati, agitatori per bevande, aste di sostegno per i palloncini, contenitori in polistirene espanso e prodotti in plastica oxo-degradabile;
- **Riduzioni del consumo.** In linea con le misure della direttiva 94/62/CE, i Paesi dell'UE sono tenuti a ridurre il consumo dei prodotti in plastica monouso, monitorando il loro consumo e riferendo alla Commissione europea le misure adottate ed il loro impatto;
- **Raccolta differenziata e requisiti di progettazione delle bottiglie in plastica.** Viene fissato un obiettivo per il 2029 che prevede la raccolta ed il successivo riciclaggio del 90% delle bottiglie in plastica (e del 77% entro il 2025). Inoltre, le bottiglie in PET devono contenere il 25% di plastica riciclata a partire dal 2025, mentre dal 2030 tutte le bottiglie in plastica devono essere prodotte per almeno il 30% da plastica riciclata;
- **Requisiti di marcatura.** Si applicano le norme introdotte con la direttiva (UE) 2018/851, citate nel capitolo precedente. Viene specificato che su alcuni prodotti, in aggiunta ai precedenti obblighi di etichettatura, deve essere indicata la corretta modalità di gestione di rifiuto e deve essere specificata chiaramente la presenza di plastica nel prodotto, sottolineando la conseguente incidenza negativa in caso di dispersione nell'ambiente;
- **Responsabilità estesa del produttore.** Si applicano le norme della direttiva 94/62/CE. Viene specificato che i produttori devono coprire i costi di gestione e rimozione dei rifiuti, della raccolta dati e delle misure di sensibilizzazione per: contenitori per alimenti e bevande, tazze, pacchetti ed involucri, sacchetti in materiale leggero e prodotti del tabacco con filtri. Per salviette umidificate e palloncini si applicano gli obblighi precedenti, ad esclusione della copertura dei costi di raccolta. Inoltre, gli Stati membri devono garantire che le misure sulla responsabilità estesa del produttore siano correttamente applicate agli attrezzi da pesca in plastica;
- **Misure di sensibilizzazione.** I Paesi dell'UE devono informare i consumatori, promuovendo un comportamento responsabile al fine di attuare le misure della direttiva. I consumatori devono anche essere messi a conoscenza della disponibilità di prodotti

alternativi riutilizzabili e dell'impatto causato dallo smaltimento improprio dei rifiuti derivanti da prodotti in plastica monouso alla rete fognaria.

Le misure sopra elencate sono entrate in vigore nel 3 luglio 2021, ad esclusione dei requisiti di progettazione delle bottiglie in plastica che saranno operative dal 3 luglio 2024 e dalle misure relative alla responsabilità estesa del produttore che invece entreranno in vigore a partire dal 31 dicembre 2024.

Le norme tecniche di standardizzazione

Nelle varie norme precedentemente descritte, capita spesso di trovare richiami ad altri documenti denominati standard. Questi documenti sono delle norme tecniche di standardizzazione, e rappresentano degli importanti strumenti metodologici.

Queste norme tecniche vengono redatte da organismi di standardizzazione. Il più importante è rappresentato dall'Organizzazione internazionale per la normazione (International Organization for Standardization, abbreviata in ISO). ISO ha sede a Ginevra ed è composta da 164 membri, che rappresentano gli organismi nazionali di standardizzazione di altrettanti Paesi. Un altro importante organismo di standardizzazione a livello europeo è rappresentato dal CEN (Comitato Europeo di Normazione). In Italia, l'organismo nazionale per la standardizzazione è l'UNI (Ente nazionale italiano di Unificazione). Questo organismo si occupa di armonizzare e gli standard tecnici internazionali (come quelli redatti dall'ISO) al contesto italiano. Gli standard UNI si trovano sia in lingua inglese che italiana.

Gli standard sono identificati da un codice numerico univoco, seguito dall'anno di pubblicazione (utile per distinguere i possibili aggiornamenti dello standard). Il codice numerico è preceduto dalla sigla dell'organismo che la ha redatta. Ad esempio, EN 13427:2004 sta ad indicare lo standard 13427 redatto dal CEN, nella sua versione del 2004. Ad ogni standard ISO o CEN corrisponde poi uno standard dell'organismo di standardizzazione italiano che, per chiarezza, mantiene la stessa numerazione, riportando in aggiunta la sigla UNI. Riprendendo l'esempio precedente, la norma UNI corrispondente allo standard EN 13427:2004 è lo standard UNI EN 13427:2005.

Le norme tecniche non sono di pubblico dominio e vengono acquistate dagli addetti ai lavori. Non potendo riportare quindi nel dettaglio il contenuto degli standard più importanti nel settore del packaging, vengono di seguito elencati gli standard UNI richiamati dalla direttiva 94/62/CE:

- UNI EN 13427:2005 – Imballaggi - Requisiti per l'utilizzo di norme europee nel campo degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio
- UNI EN 13428:2005 – Imballaggi - Requisiti specifici per la fabbricazione e la composizione - Prevenzione per riduzione alla fonte
- UNI EN 13429:2005 – Imballaggi – Riutilizzo
- UNI EN 13430:2005 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili per riciclo di materiali
- UNI EN 13431:2005 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili sotto forma di recupero energetico compresa la specifica del potere calorico inferiore minimo

- UNI EN 13432:2002 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi

Analisi del ciclo di vita: definizione e applicazione

La metodologia

La metodologia Life Cycle Assessment nasce attorno al 1960-1970, a seguito delle spinte dei primi movimenti ambientali americani, che accesero l'attenzione verso la tematica. Le prime applicazioni dell'LCA si possono ritrovare nella relazione di Harold Smith del 1963 ("World Energy Conference") riguardante le richieste di energia per la produzione di intermedi chimici e in uno studio del 1969 condotto dal Midwest Research Institute per conto della Coca-Cola, con l'obiettivo di confrontare diverse soluzioni di contenitori per le bevande per determinare quale fosse il più performante dal punto di vista ambientale. In quegli anni la metodologia non era ancora standardizzata, portando a risultati eterogenei per gli stessi prodotti. La svolta si ebbe nel 1993, con il SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) che definì il termine LCA: "Un processo di valutazione dei carichi ambientali associati ad un prodotto, processo o attività attraverso l'individuazione e la quantificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente, di valutazione dell'impatto dell'energia e dei materiali utilizzati e rilasciati nell'ambiente, e di identificazione e valutazione delle opportunità per attuare dei miglioramenti ambientali". Ad oggi, l'attuale definizione di LCA è data dalla norma ISO di riferimento 14040.

Si possono distinguere tre tipologie di studi LCA:

- **Dettagliato.** La tipologia di studio LCA più completa. Ha il vantaggio di fornire dati molto affidabili, ma richiede grande impegno in termini di tempo e risorse;
- **Semplificato.** Rispetto al precedente vengono applicate semplificazioni per ridurre sensibilmente il tempo necessario a compiere lo studio;
- **Qualitativo.** È il primo e più semplice livello di LCA, usato per effettuare valutazioni basate su un inventario limitato e di tipo qualitativo.

I risultati derivanti da uno studio LCA possono essere impiegati nella comunicazione con altri soggetti, come i consumatori verso il quale il prodotto è destinato, altre aziende o portatori di interessi.

Per questi soggetti, l'analisi del ciclo di vita è uno strumento di supporto, e può aiutarli a:

- Identificare i punti deboli di un prodotto nei diversi stadi del suo ciclo di vita;
- Identificare le opportunità di miglioramento degli aspetti ambientali di un prodotto,
- Assistere il processo decisionale delle industrie e della Pubblica Amministrazione;
- Comunicare informazioni ambientali;
- Paragonare tra loro prodotti con la medesima funzione.

L'attuazione

La metodologia LCA è basata su un approccio iterativo (Figura 3), e per condurre un'analisi accurata è necessario che tutti i punti delle norme siano rispettati e che i dati utilizzati nella valutazione siano verificabili e confrontabili.



Figura 3 – Approccio iterativo della metodologia LCA

Le fasi di un'analisi del ciclo di vita possono essere nel seguente schema (Figura 4):

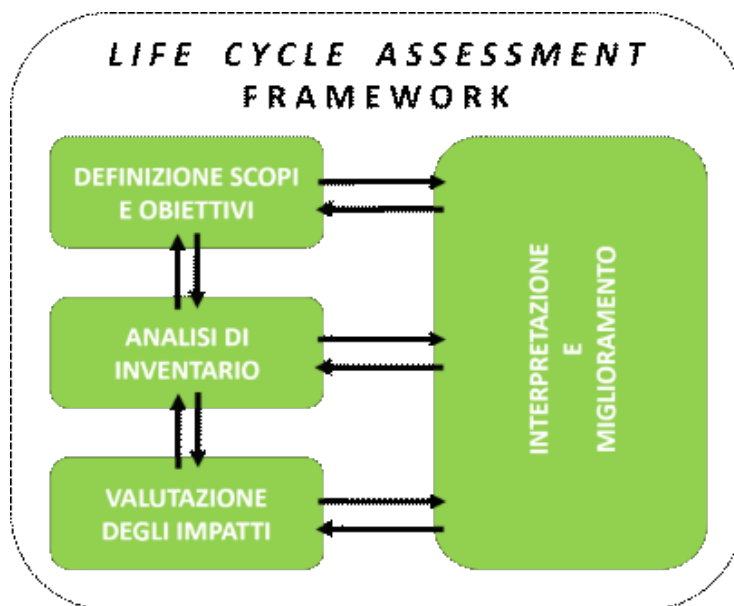
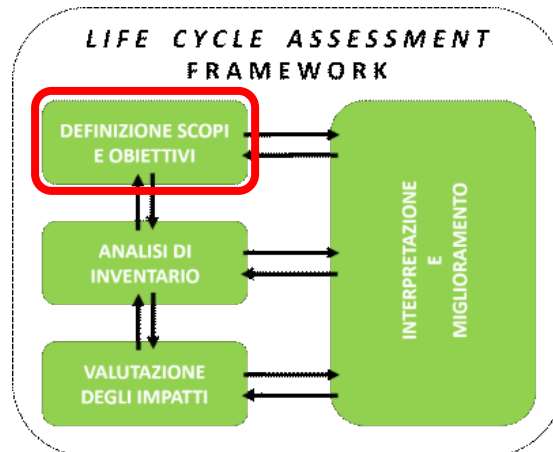


Figura 4 – Fasi dell'analisi LCA

Nel dettaglio si potrebbero descrivere le fasi dell'analisi LCA nei seguenti punti:

A. Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione



In questa prima fase viene definita la profondità e l'estensione dello studio, in modo da determinare lo scopo e gli obiettivi da raggiungere. Vengono anche individuati i principali elementi dell'analisi. In dettaglio, vengono definiti:

- **Applicazione.** Lo scopo e l'obiettivo dello studio. Ad esempio, lo studio potrebbe essere finalizzato allo sviluppo di una dichiarazione ambientale di prodotto (EPD), o potrebbe essere effettuato per comparare due prodotti simili;
- **Limitazioni e ipotesi di base.** Se presenti dovrebbero essere esplicitate e rese note;
- **Ragioni per la realizzazione dello studio e contesto decisionale.** Queste dovrebbero essere spiegate e, se necessario, motivate;
- **Destinatari.** Dovrebbe essere noto il pubblico a cui è rivolto lo studio, cioè a chi si intendono comunicare i risultati dello studio;
- **Campo di applicazione.** Questo dovrebbe essere descritto con sufficiente dettaglio a seconda dello studio, in modo che sia appropriato a soddisfarne gli obiettivi. È una delle fasi fondamentali dello studio LCA, e include:
 - **Sistema di prodotto.** Questo è l'insieme dei processi unitari, cioè i più piccoli elementi considerati nell'analisi dell'inventario del ciclo di vita, per i quali i dati in entrata e in uscita sono quantificati;
 - **Funzione e unità funzionale.** Vengono definite le prestazioni del prodotto e l'unità che quantifica tali performance. Lo scopo principale dell'unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare gli elementi in ingresso e in uscita, affinché i risultati dell'LCA siano comparabili con altri studi su prodotti simili;
 - **Confini del sistema:** servono a definire il dettaglio e l'estensione della modellazione dello studio LCA e a determinare quali processi unitari includere nel modello

(**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). A seconda dei confini scelti si possono identificare varie tipologie di studi, definiti in base ai confini utilizzati, come ad esempio “dalla culla alla tomba” (*cradle to grave*) o “dalla culla al cancello” (*cradle to gate*);

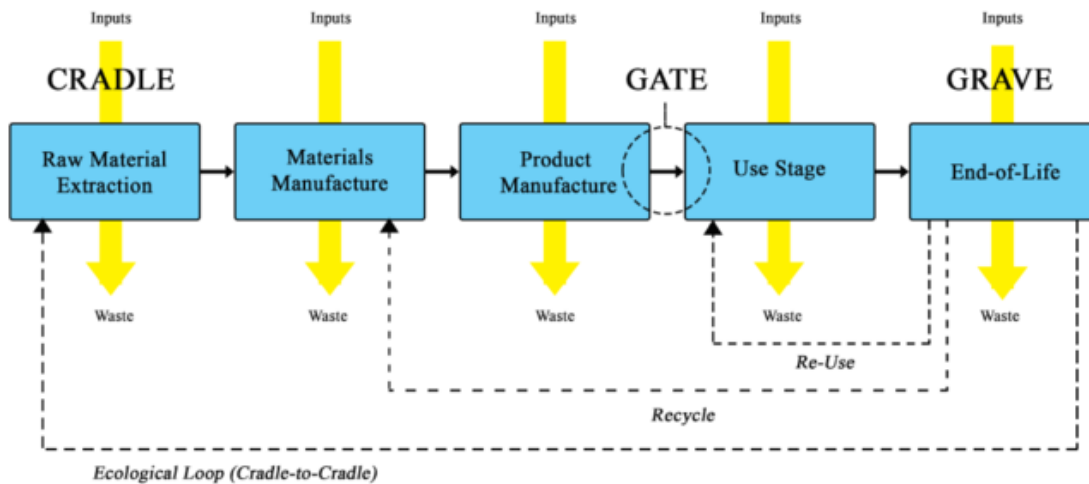


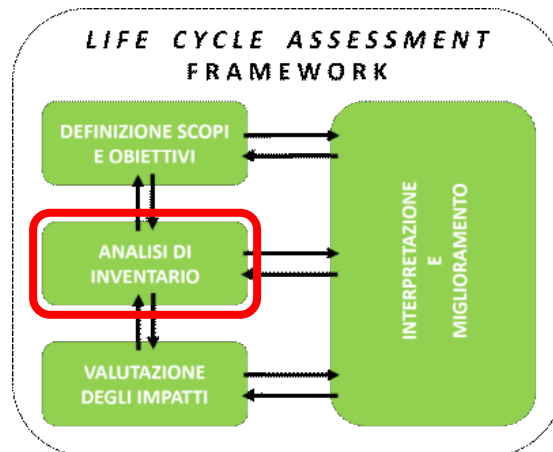
Figura 5 – Confini dell'analisi del ciclo di vita

- **Procedure di allocazione.** La metodologia impiegata per riportare i dati all'unità funzionale;
- **Categorie di impatto e metodi di valutazione degli impatti.** Questo passaggio può anche essere effettuato nella fase di valutazione degli impatti, ma per alcune tipologie di studio (ad esempio studi comparativi da divulgare al pubblico e studi finalizzati alla relazione di EPD) è obbligatorio definire preliminarmente le categorie di impatto da valutare e i rispettivi metodi per la valutazione degli impatti, in modo da garantire che la loro scelta non sia influenzata dai risultati dell'analisi. Le categorie scelte devono essere coerenti con l'obiettivo dello studio, in modo da coprire tutti i possibili impatti ambientali associati con l'oggetto in esame. Per ciascuna categoria di impatto è necessario scegliere un indicatore. La loro scelta è spesso legata al modello di caratterizzazione utilizzato (ad esempio quello fornito dall'International Life Cycle Data System, o ILCD);
- **Requisiti iniziali di qualità dei dati.** Devono essere specificate in termini generali le caratteristiche che i dati devono soddisfare affinché venga garantita l'affidabilità dei risultati, ad esempio requisiti di copertura geografica, tecnologica e temporale. I dati devono essere rappresentativi del sistema di prodotti analizzato e devono inoltre avere un adeguato livello di precisione, consistenza e completezza affinché le incertezze siano minimizzate e la metodologia sia applicata omogeneamente alle

varie fasi dell'analisi;

- **Riesame critico.** Se necessario deve essere descritto come viene effettuato.

B. Analisi dell'inventario del ciclo di vita (LCI)



L'analisi dell'inventario consiste nell'identificazione e nella quantificazione dei flussi in entrata e uscita (Figura 6). Questa analisi viene condotta per ogni processo unitario incluso nei confini del sistema studiato. Le informazioni raccolte vengono organizzate e standardizzate, in modo da ottenere una descrizione completa delle caratteristiche fisiche del modello rappresentativo del sistema. Anche questo procedimento deve rispettare determinati requisiti di qualità dei dati in termini di precisione, completezza e rappresentatività.

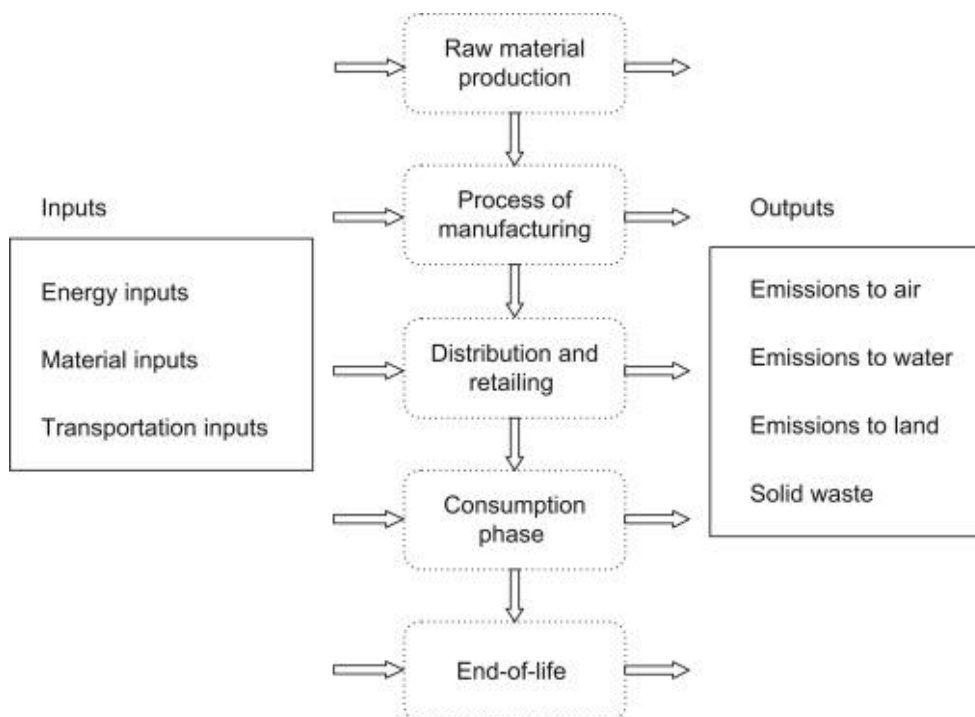


Figura 6 – Input e output dell'analisi LCA

I requisiti e le limitazioni possono essere modificati man mano che la conoscenza del sistema aumenta e i dati raccolti diventano più precisi. Questo può portare a modificare le procedure di raccolta dati.

La fase di Life Cycle Inventory può essere così riassunta:

- **Individuazione dei dati.** I dati possono avere complessità variabile in base alla quantità di informazioni presenti. È fondamentale che nel rapporto dello studio, più precisamente nella definizione del campo di applicazione, si tenga conto delle eventuali difficoltà pratiche riscontrate in questa fase. I dati per ogni processo unitario entro il confine del sistema si possono distinguere in:
 - **Input:** materie prime, materiale ausiliario, energia proveniente da varie fonti prodotta e/o importata o altre entità fisiche in ingresso;
 - **Output:** prodotti, coprodotti, emissioni in aria, acqua o suolo e rifiuti;
- **Calcolo e registrazione dei dati.** Dopo aver individuato tutti i dati necessari a costruire il modello del sistema oggetto di studio, questi vengono raccolti. Vengono anche svolti i calcoli necessari per relazionarli ai processi unitari e all'unità funzionale scelta. Riassumendo, la procedura si articola in:
 - **Validazione dei dati;**
 - **Correlazione dei dati ai processi unitari;**
 - **Correlazione dei dati al flusso di riferimento dell'unità funzionale;**
- **Allocazione.** Questa fase consiste nella ripartizione dei flussi in entrata o in uscita coinvolti in un processo facente parte del sistema prodotto in esame in uno o più sistemi di prodotto compenetranti. L'allocazione andrebbe per quanto possibile evitata analizzando nello specifico i processi unitari del sistema di prodotti oggetto di studio, suddividendo le unità di processo in due o più sotto processi oppure espandendo il sistema di prodotti per includere funzioni aggiuntive.

I dati richiesti da uno studio LCA sono di due tipi:

- **Dati relativi agli aspetti ambientali del sistema considerato.** Questi dati di solito vengono raccolti dalla società che sta svolgendo lo studio LCA.
- **Dati relativi agli impatti del ciclo di vita del materiale o dei flussi di energia che entrano nel sistema di produzione.** Questi dati di solito provengono da database.

I primi dovrebbero essere il più specifici possibile e devono essere rappresentativi del processo studiato. I secondi sono invece classificati in tre categorie:

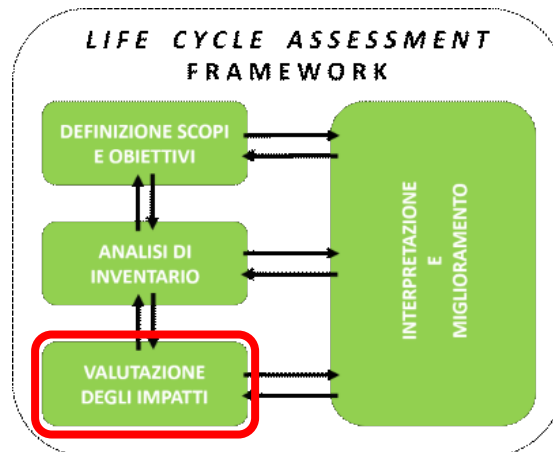
- **Dati specifici** (detti anche “dati primari” o “dati specifici del sito”). Sono i dati raccolti

dall'effettivo stabilimento di produzione in cui vengono eseguiti processi specifici del prodotto e i dati provenienti da altre parti del ciclo di vita ricondotto al sistema di prodotto specifico oggetto di studio. Alcuni esempi: materiali o elettricità provenienti da un fornitore che è in grado di fornire dati per i servizi effettivamente erogati, il trasporto che avviene in base al carburante effettivo consumo e relative emissioni;

- **Dati generici** (a volte indicati come "dati secondari"), suddivisi in:
 - **Dati generici selezionati**, provenienti da fonti comunemente disponibili (come i database), che soddisfano le caratteristiche di qualità dei dati per precisione, completezza e rappresentatività
 - **Dati proxy**, provenienti da fonti comunemente disponibili (come i database), che però non soddisfano tutte le caratteristiche di qualità dei dati "dati generici selezionati"

Per semplificare la procedura di calcolo vengono utilizzati specifici software e banche dati, che possono fornire un notevole supporto e permettono di minimizzare gli errori. Il risultato che si ottiene a termine della fase di analisi di inventario è una matrice contenente tutti i "flussi elementari", rappresentanti le emissioni o le estrazioni da e verso l'ambiente generate dal sistema di prodotto analizzato.

C. Valutazione di Impatto del Ciclo di vita (LCIA)



In questa fase vengono determinati i potenziali impatti ambientali collegati all'oggetto dello studio. I risultati si ottengono dalla correlazione dei dati di inventario ai vari problemi ambientali ad essi riconducibili. Le categorie di impatto vengono selezionate coerentemente all'obiettivo dello studio LCA, nella fase della definizione del campo di applicazione. Eventuali esclusioni devono essere documentare e considerate in fase di interpretazione dei risultati. Per le asserzioni comparative divulgate al pubblico e quelle che hanno lo scopo di supportare confronti di prodotti da parte di terzi (ad esempio EPD), la selezione dei metodi LCIA deve essere effettuata durante la definizione iniziale dell'ambito di applicazione. I risultati dell'inventario vengono classificati in opportune categorie di impatto ambientale a cui corrispondono specifici fattori fisici (detti fattori di caratterizzazione) tramite i quali si trasformano i valori derivanti dell'inventario in valori di performance (Figura 7).

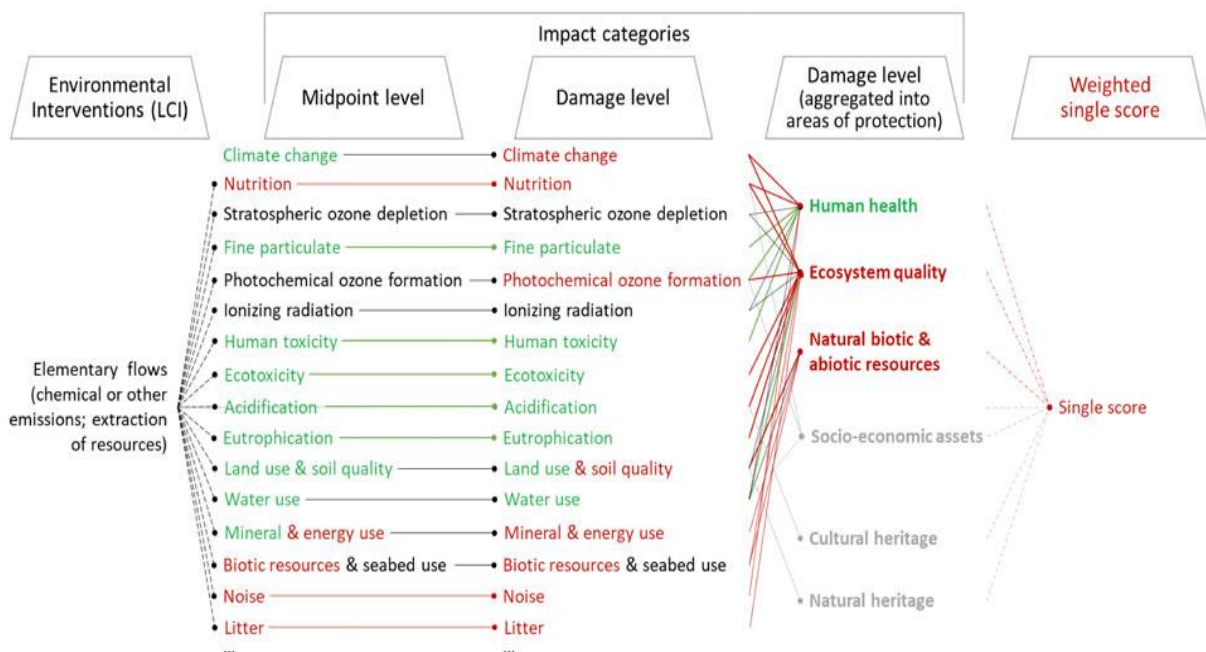


Figura 7 – Processo di valutazione di impatto del ciclo di vita

In dettaglio, la fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita si compone di:

- **Elementi obbligatori:**

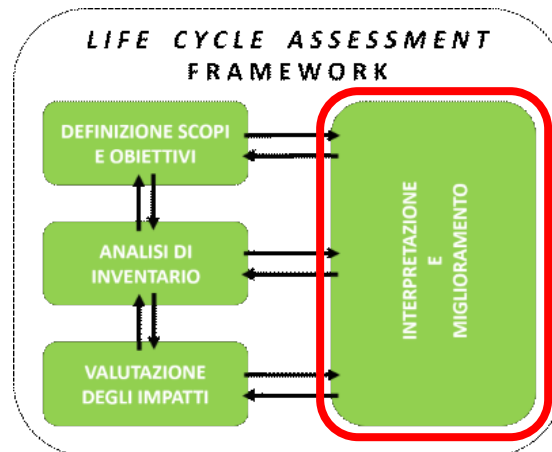
- **Selezione delle categorie di impatto e dei modelli di caratterizzazione.** Se non è stato effettuato questo passaggio durante la definizione del campo di applicazione, è necessario farlo all'inizio di questa fase. La scelta delle categorie di impatto deve essere rappresentativa delle caratteristiche fisiche del sistema di prodotto analizzato. È uno step preliminare che prepara il calcolo dell'impatto ambientale.
- **Assegnazione dei risultati dell'LCI (classificazione).** I vari flussi ottenuti dalla fase di inventario vengono assegnati nelle categorie di impatto selezionate, in base alla capacità delle sostanze, o delle attività, di contribuire ai diversi problemi ambientali. Le categorie di impatto vengono costruite in base al tipo di danno: ecologico, come gli effetti sulle specie viventi e sull'ecosistema e gli effetti sulla salute e sicurezza dell'uomo; relativo alle risorse, come l'esaurimento di fonti energetiche e materiali; i riflessi sociali; il degrado degli habitat.
- **Calcolo dei risultati degli indicatori di categoria (caratterizzazione):** ad ogni categoria di impatto vengono assegnati, in base al modello di caratterizzazione scelto, una serie di fattori di modellizzazione determinati su una base scientifica ben consolidata e documentata. Questo è il passaggio matematico che trasforma il dato di inventario nei dati di impatto.

- **Elementi opzionali:**

- **Normalizzazione.** In questa fase opzionale i risultati della valutazione di impatto del ciclo di vita vengono normalizzati rispetto ad un "valore di riferimento", rappresentato generalmente da dati medi rispetto ad una scala geografica e temporale adeguata. Attraverso la normalizzazione è possibile individuare le categorie di impatto che contribuiscono solo in misura molto limitata rispetto ad altre all'impatto complessivo. Queste potranno in futuro essere tralasciate, semplificando lo studio;
- **Raggruppamento.** Alcune categorie di impatto potrebbero essere raggruppate per facilitare la rappresentazione dei risultati;
- **Ponderazione.** In questa fase opzionale i risultati vengono "pesati", moltiplicandoli per un fattore che li rende adimensionali. A questo punto è possibile effettuare una comparazione tra dati omogenei tra le varie categorie di impatto, normalmente non confrontabili. Come previsto dalla norma i dati ponderati dovrebbero essere accompagnati dai risultati degli indicatori o i risultati degli indicatori normalizzati,

per garantire la trasparenza dei risultati. Secondo la norma, non tutti i tipi di studi LCA possono presentare la fase di ponderazione dei dati (ad esempio quelli comparativi di divulgazione al pubblico).

D. Interpretazione del ciclo di vita



In quest'ultima fase, i risultati delle fasi precedenti vengono valutati in relazione allo scopo e motivazioni dello studio. I risultati dell'LCA dovrebbero essere presentati in modo comprensibile, per aiutare l'utente dello studio a valutare la solidità delle conclusioni e a comprendere eventuali limiti potenziali dello studio. La norma ISO 14044 descrive una serie di controlli per verificare se le conclusioni sono adeguatamente supportate dai dati e dalle procedure utilizzate:

- **Analisi dell'incertezza.** Serve a determinare come le incertezze nei dati e nelle ipotesi incidono sull'affidabilità dei risultati dello studio.
- **Analisi di sensibilità.** Serve a comprendere come le diverse ipotesi e assunzioni utilizzate per la modellizzazione del sistema (come, ad esempio, le procedure di allocazione e i criteri di esclusione) influiscono sui risultati.

In questa fase vengono anche valutate eventuali soluzioni per ridurre gli impatti e i carichi ambientali. Queste valutazioni vengono effettuate sulla base dei risultati ottenuti. Si possono quindi individuare le aree dove è possibile attuare un miglioramento delle performance ambientali come la richiesta d'energia, la quantità delle emissioni o l'utilizzo di risorse.

Benché la struttura del Life Cycle Assessment secondo le norme ISO 14040/44 ne assicuri un'interpretazione univoca e guidi le imprese verso una valutazione chiara e attendibile delle performance ambientali dei propri prodotti, la metodologia presenta alcune criticità:

- **Tracciabilità dei dati.** Durante la fase di raccolta dati è possibile che le imprese coinvolte nel sistema di prodotti non vogliano fornire le informazioni riguardo i processi produttivi perché considerati sensibili e soggetti a protezione (proprietà intellettuale o segreti professionali). Si presenta quindi la necessità di sviluppare banche dati a cui attingere in mancanza di dati primari raccolti direttamente sui siti di produzione;

- **Precisione e incertezza.** I risultati dell'LCA possono, talvolta, derivare dal calcolo di una media dei dati di produzione dove non è stato eseguito un esame approfondito della variabilità e dell'incertezza. I risultati potrebbero essere quindi riportati con più cifre decimali del dovuto, inducendo gli utenti a credere che siano più precisi di quanto non lo siano in realtà.

Il calcolatore dell'Istituto Italiano Imballaggi

Sviluppo e funzionamento del calcolatore

Il calcolatore ideato e sviluppato dalla Commissione Sostenibilità dell'Istituto Italiano Imballaggio ha alla base la metodologia LCA precedentemente descritta. Questa è stata semplificata e riadattata in modo da avvicinarla ai temi della sostenibilità della filiera italiana degli imballaggi. Il risultato è uno strumento che permette in modo semplice e veloce di effettuare una prima analisi sulla tracciabilità e la trasparenza dei prodotti di un'azienda, ottenendo anche una stima del carico ambientale ad essi legata. Questo evita di dover attendere l'iter dello studio LCA, molto più esoso in termini di tempo e denaro, per ottenere dei risultati. Data la natura del calcolatore, però, è importante sottolineare come questo non si sostituisca ad un vero studio di analisi del ciclo di vita, che è l'unico che permette di ottenere risultati precisi e completi sul sistema di prodotto in esame.

Il principio di funzionamento dell'algoritmo si basa su tre fattori:

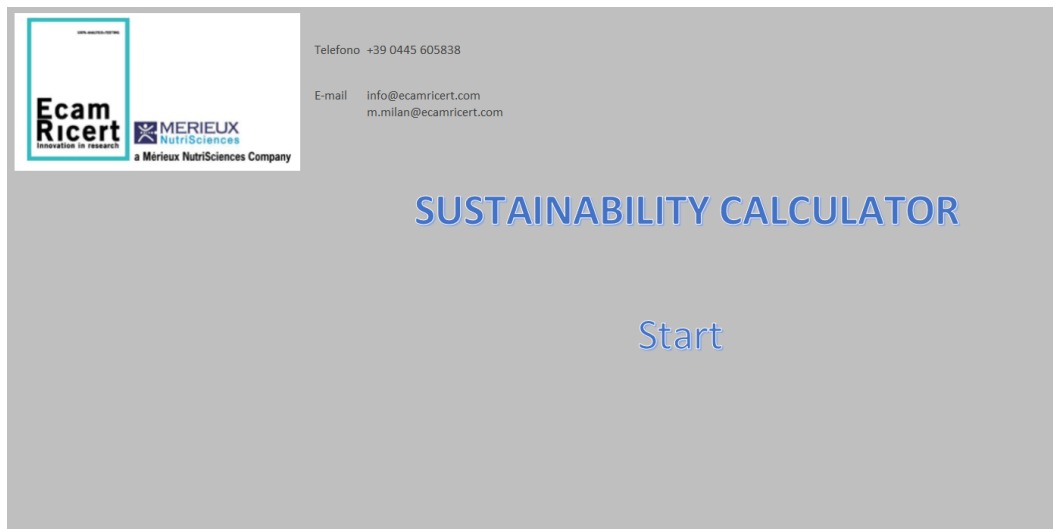
- **Fattore A.** Rappresenta un'analisi di posizionamento qualitativo dei dati, valutata in funzione del livello di tracciabilità raggiunto. Questo fattore viene valutato utilizzando una scala di punteggio da 0 a 5, definita arbitrariamente. Il punteggio viene stabilito in base alla provenienza dei dati di cui l'azienda dispone:
 - Dati provvisti di documentazione proveniente dal fornitore come mail o autodichiarazioni (definiti nella linea guida come audit di prima parte) otterranno punteggio 2;
 - Dati provvisti di documentazione proveniente da ispezioni fisiche effettuate dall'azienda presso il fornitore, con stesure di checklist e verbali (audit di seconda parte), otterranno punteggio 3
 - Dati provvisti di documentazione proveniente da enti certificatori, terzi o rapporti di prova (audit di terza parte), otterranno punteggio 5.
- **Fattore B.** Rappresenta un'analisi di posizionamento quantitativo dei dati, valutata in funzione del livello di tracciabilità raggiunto. La scala di punteggio utilizzata in questo fattore varia da 0 a 10. Il maggior punteggio ottenibile rispetto al fattore precedente rispecchia la maggior importanza del fattore B. In questo caso il punteggio viene stabilito come segue:
 - Dati provenienti da audit di prima parte otterranno punteggio 3;
 - Dati provenienti da audit di seconda parte otterranno punteggio 7;
 - Dati provenienti da audit di terza parte otterranno punteggio 10.

- **Fattore C.** Rappresenta la media aritmetica dell'impatto ambientale sulla produzione di CO₂. In questo caso non viene utilizzato un punteggio, ma un valore dipendente dal tipo di dato, che deriva da algoritmi e banche dati fidati e scientificamente riconosciuti.

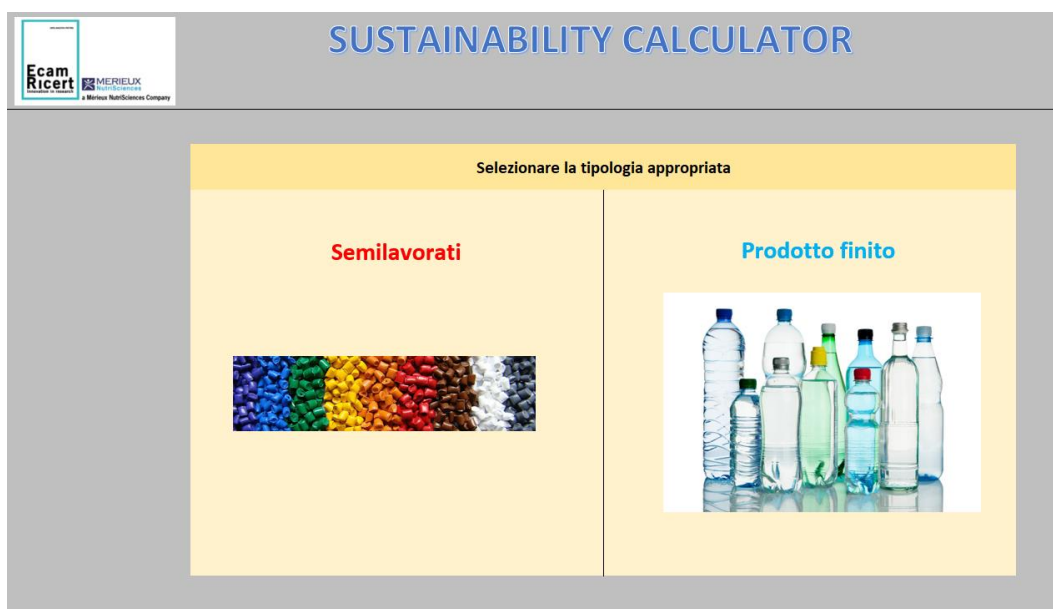
Tramite i fattori A e B è possibile ottenere un punteggio legato alla tracciabilità, che poi verrà convertito in un valore legato all'impatto ambientale dal fattore C. Il risultato finale è un valore che esprime la sostenibilità del prodotto, in cui un punteggio maggiore rispecchia anche una maggiore sostenibilità del prodotto. Il vantaggio di utilizzare una singola unità di misura all'interno del calcolatore (kg di CO₂), peraltro lo stesso suggerito dall'ONU nell'Agenda 2030, è quello di poter essere facilmente comparato con quello di altri prodotti simili.

Viene ora presentato il calcolatore nella sua interezza tramite una guida al suo utilizzo. Il calcolatore è un documento Excel reperibile sul sito dell'Istituto Italiano Imballaggio, all'interno del quale vengono inseriti i dati relativi al prodotto da analizzare per ottenere informazioni sui suoi impatti ambientali in termini di CO₂.

1. All'apertura del calcolatore viene visualizzata la schermata introduttiva. Cliccando su "Start" si procede alla schermata successiva.



2. In questa schermata viene richiesto di selezionare la tipologia di prodotto su cui si intende svolgere l'analisi. Le possibili opzioni sono "Semilavorati" e "Prodotto finito". Sono presenti leggere differenze fra i due tipi di prodotto, che verranno descritte nel punto successivo.



3. In questa schermata andranno inseriti i dati sul prodotto in esame. In alto è presente una casella per inserire il titolo del progetto, sotto invece si trova una tabella. Per ognuno dei componenti elencati nell'omonima colonna (Materia prima, Acqua, Sostanze chimiche, Energia elettrica, Energia termica, Trasporto e Destinazione degli scarti di produzione per i semilavorati; Acqua, Sostanze chimiche, Energia elettrica, Energia termica, Trasporto, Gestione del packaging post-consumo e Destinazione degli scarti di produzione per il prodotto finito) sono presenti delle possibili tipologie del relativo componente, definite nella colonna "Descrizione". Nella colonna "Ripartizione" andrà inserita la percentuale in cui il proprio prodotto è ripartito all'interno delle varie tipologie per ogni componente, avendo cura che il totale per ogni componente sia pari al 100%. Infine, nelle colonne "Raccolta dati qualitativi" e "Raccolta dati quantitativi" andrà indicato il tipo di audit effettuato per la raccolta dei dati, selezionando dal menù a tendina "Sì" o "No". Cliccando sull'icona della calcolatrice si procede alla visualizzazione dei risultati. In caso sia necessario, è presente un pulsante di reset per azzerare i dati inseriti.

Titolo progetto: Progetto 1							
Componenti	Descrizione	Ripartizione (%)	Raccolta di dati qualitativi			Raccolta di dati quantitativi	
			Audit di 1° parte	Audit di 2° parte	Audit di 3° parte	Audit di 1° parte	Audit di 2° parte
Materia prima	Vergine da fonte fossile						
	Vergine da fonte rinnovabile (mix)						
	Riciclata						
	Totale	0,00%					
Acqua	Potabile						
	Potabile da acqua di mare						
	Deionizzata						
	Totale	0,00%					
Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)	Composti inorganici						
	Composti organici						
	Tensioattivi						
	Totale	0,00%					
Energia elettrica	Mix da rete						
	Biomassa						
	Fotovoltaico						
	Eolico						
	Idroelettrico						
	Totale	0,00%					
Energia termica	Da gas naturale						
	Da carburante						
	Da biomassa						
	Da olio						
	Totale	0,00%					
Trasporto	Ruota (7,5 - 16 ton metriche)						
	Ruota (16 - 32 ton metriche)						
	Ruota (>32 ton metriche)						
	Treno						
	Nave						
	Aereo						
	Totale	0,00%					
Destinazione scarti di produzione	Recupero energetico						
	Discarica						
	Smaltimento municipalizzato						
	Rifiuto meccanico						
	Acque di scarico						
	Sottoprodotto						
	Totale	0,00%					

4. Nell'ultima schermata vengono visualizzati i risultati. Questi vengono ottenuti a partire dai dati inseriti precedentemente, che vengono convertiti in valori di impatto sulla produzione di CO₂ dal fattore C (descritto nel capitolo 3). In alto a destra è presente un pulsante di stampa della schermata. Sono presenti sette box, ognuno relativo ad un componente (quelli descritti nel punto 3). Per ogni box è presente una tabella (a) che mostra i punteggi attribuiti dal calcolatore ad ogni tipologia del relativo componente ed il punteggio totale. Sono anche

presenti due grafici: il primo è un grafico radiale (b) che mostra la distribuzione del punteggio nelle tipologie del relativo componente, il secondo è un grafico a cursore (c) che mostra il punteggio totale ottenuto dall'analisi in relazione al massimo totale ottenibile per lo specifico componente. In basso si trovano poi una tabella che riepiloga i totali dei componenti (d) e mostra il punteggio totale dell'azienda, evidenziando in rosso il componente con il punteggio più alto, un grafico denominato "Scale of priority" (e), che evidenzia quali componenti contribuiscono maggiormente al totale dell'azienda ed un grafico a colonne percentuali (f) che evidenzia il contributo delle tipologie di audit (prima, seconda e terza parte, sia per i dati quantitativi che qualitativi) per ogni componente.



Più in dettaglio:

- a. **Tabella per specifico componente.** In ognuna di queste tabelle sono riportate tutte le tipologie del componente (nell'immagine sotto un esempio per il componente acqua, che comprende tre tipologie: *potabile*, *potabile da acqua di mare* e *deionizzata*).

Acqua	Potabile	7533,48
	Potabile da acqua di mare	789,68
	Deionizzata	2092,05
	Totale componente	10415,21

Il totale per tipologia è ottenuto tramite la seguente formula:

$$\text{Totale tipologia} = \frac{(\text{Fattore A} + \text{Fattore B}) * x}{\text{Fattore C}}$$

Dove:

- Fattore A e Fattore B sono i punteggi attribuiti alla tipologia con il metodo precedentemente descritto, secondo i dati inseriti nella schermata al punto 3;
- Fattore C corrisponde allo specifico valore assegnato dal calcolatore alla tipologia;
- La variabile x indica la percentuale assegnata alla tipologia nella schermata al punto 3. Può assumere valori da 0 ad 1.

Il totale del componente è ottenuto dalla somma dei totali delle tipologie che lo compongono.

- b. **Grafico radiale per specifico componente.** Ognuno di questi grafici rappresenta la distribuzione del punteggio del componente nelle sue tipologie (nell'immagine sotto è riportato un esempio relativo al componente acqua).



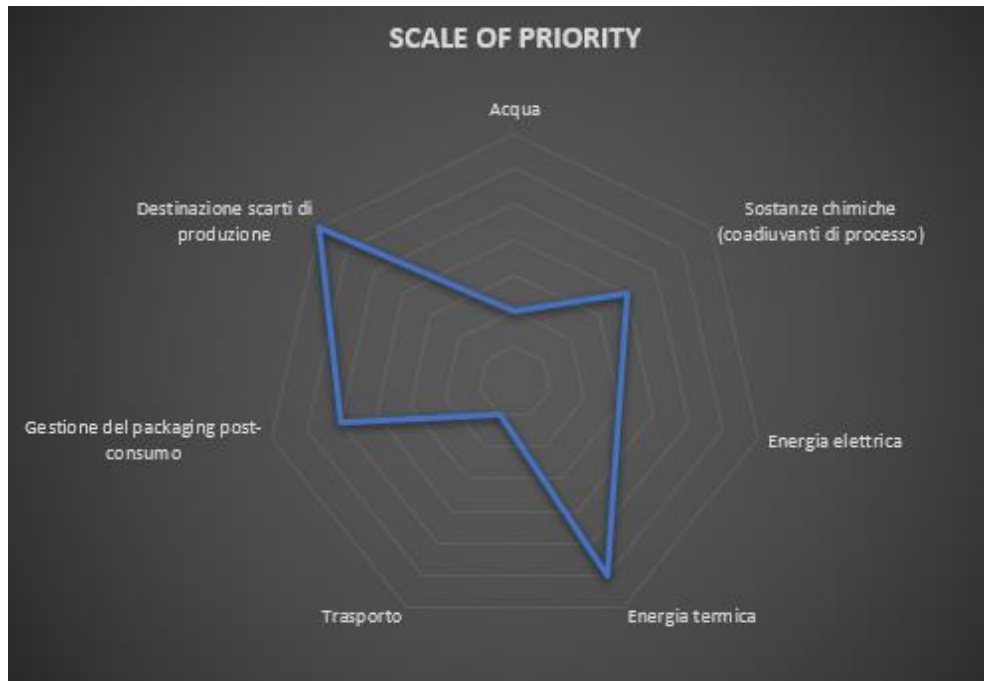
- c. **Grafico a cursore per specifico componente.** Ognuno di questi grafici rappresenta il posizionamento del totale del componente rispetto al massimo teoricamente ottenibile (nell'immagine sotto un esempio relativo al componente acqua).



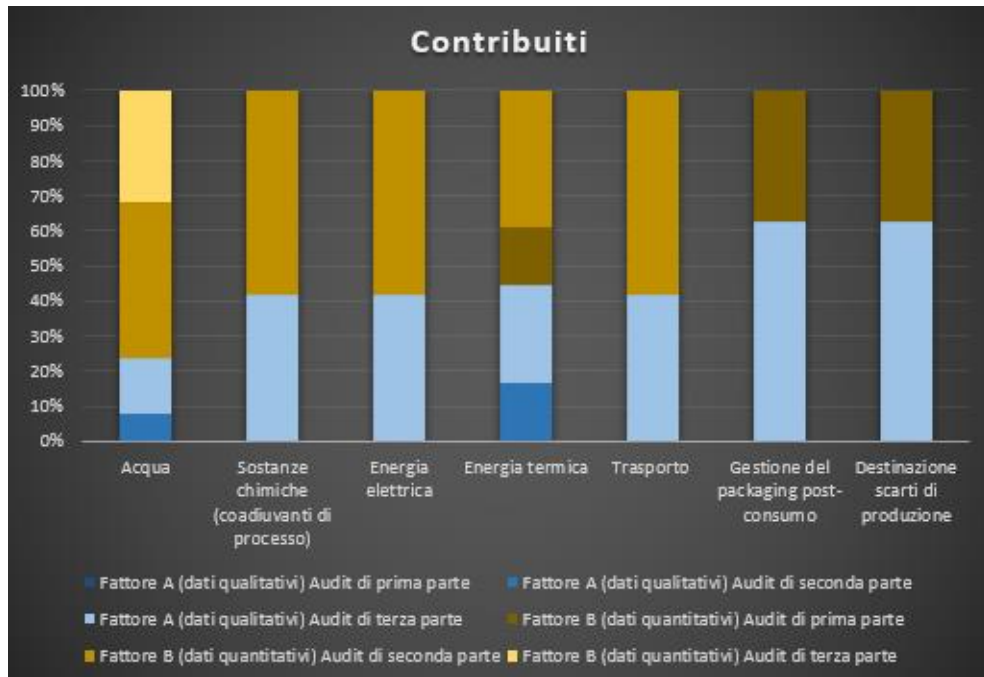
- d. **Tabella del totale dell'azienda.** Questa tabella riporta i totali dei componenti calcolati nelle tabelle descritte al punto a e il totale dell'azienda ottenuto dalla somma dei totali dei componenti. In rosso viene evidenziato il componente con il valore più alto. Nell'immagine sotto è riportato un esempio dal tipo di prodotto "Prodotto finito".

<i>Acqua</i>	20272,61
<i>Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)</i>	97,01
<i>Energia elettrica</i>	113,82
<i>Energia termica</i>	16,85
<i>Trasporto</i>	62761,51
<i>Gestione del packaging post-consumo</i>	25,83
<i>Destinazione scarti di produzione</i>	13,43
Totale azienda	83301,06

- e. **Grafico “Scale of priority”**. In questo grafico radiale ai componenti viene attribuito ad ogni componente un valore da 1 a 7 in base al suo valore totale di impatto, su una scala decrescente. Al componente con il valore più piccolo verrà assegnato punteggio 7, a quello con il valore maggiore verrà assegnato punteggio 1. Questo grafico permette di confrontare più facilmente fra loro i vari componenti rispetto alla tabella descritta al punto precedente. Nell’immagine sotto è riportato un esempio dal tipo di prodotto “Prodotto finito”.



f. **Grafico dei contributi degli audit.** Questo grafico a colonne percentuali rappresenta il contributo di ogni tipologia di audit al totale di ogni componente. Le sfumature di blu rappresentano il fattore A, quelle in ocra il fattore B. Nell'immagine sotto è riportato un esempio dal tipo di prodotto "Prodotto finito".



Esempio di applicazione del calcolatore

Si riporta in questo capitolo un'applicazione pratica del calcolatore sviluppato dall'Istituto Italiano Imballaggi.

In assenza di dati appositamente raccolti, l'esempio si baserà su uno studio di LCA comparativo, descritto nell'articolo "*Comparative LCA to evaluate how much recycling is environmentally favourable for food packaging*" (Sara Toniolo et al, 2013). In questo studio vengono confrontati due vassoi in plastica prodotti in Italia, destinati ad essere utilizzati come imballaggio per la carne. I due vassoi sono entrambi prodotti utilizzando per la maggior parte plastica riciclata proveniente da bottiglie. La differenza fra i due prodotti si trova nella composizione, dato che uno è composto solo da PET ed è facilmente riciclabile, mentre l'altro è costruito da più strati di materiali plastici, che ne rendono difficile il trattamento negli impianti di riciclaggio. L'articolo vuole quindi dimostrare come questa differenza influisca sugli impatti ambientali associati ai due packaging.

Come già precedentemente accennato, l'utilizzo del calcolatore non costituisce un vero e proprio studio LCA, ma si pone come strumento di supporto per le aziende, al fine di stimare preliminarmente la sostenibilità degli imballaggi in progettazione. Data la differenza fra i due strumenti, al fine della costruzione dell'esempio è stato necessario effettuare assunzioni, semplificazioni e stime, che verranno specificate al momento del loro riscontro.

Per illustrare l'esempio si procederà nel seguente modo:

- **Scelta della tipologia di prodotto**
- **Inserimento dati**
- **Analisi dei risultati**
- **Discussione dei risultati**

Per semplificare la lettura, il prodotto monomateriale in PET verrà denominato "PET", mentre il prodotto composto da vari strati verrà denominato "multilayer".

Scelta della tipologia di prodotto

Come visto al punto 2 nel capitolo precedente “Sviluppo e funzionamento del calcolatore”, la scelta della tipologia di prodotto va effettuata fra la tipologia “Semilavorati” e “Prodotto finito”.

A differenza di uno studio LCA, dove nella fase di definizione dei confini del sistema si può decidere quali fasi della vita del prodotto considerare, il calcolatore prevede solamente due scenari rigidi. Nel primo, quello dei “Semilavorati”, è prevista la fase di produzione, analizzata con il componente “Materia prima”, mentre nel secondo, quello del “Prodotto finito” è presente la fase del fine vita, con il componente “Gestione del packaging post-consumo”. In questo caso di applicazione, lo studio LCA comparativo considerato è della tipologia “dalla culla alla tomba”, ed esclude le fasi di trasporto, della distribuzione ed uso dei vassoi, che si ritiene abbiano impatti simili per i due prodotti. Non essendo possibile coprire tutto il ciclo di vita con il calcolatore, si è scelto di utilizzare la categoria “Prodotto finito”. La scelta è stata effettuata per due motivazioni:

- L’obiettivo dello studio era quello di dimostrare come la differente gestione del fine vita dell’imballaggio influisse sugli impatti ambientali. Come precedentemente detto, il componente “Gestione del packaging post-consumo” è presente solo nella tipologia “Prodotto finito”;
- Pur essendo due prodotti diversi, le materie prime che compongono le pellicole con le quali i due vassoi sono costruiti sono simili. Si riporta di seguito la tabella di composizione tratta dall’articolo:

Material	Multilayer film reel (%)	PET film reel (%)	Data source
Virgin PET	8.8	8.4	Primary
Waste bottles	79.9	76.4	Primary
Multilayer barrier	11.3	0	Primary
Additives	0	15.2	Primary

Considerando che per il componente “Materia prima” nel calcolatore si possono scegliere le tre tipologie “Vergine da fonte fossile”, “Vergine da fonte rinnovabile” e “Riciclata”, si assume che i materiali “Virgin PET”, “Multilayer barrier” e “Additives” presenti nella tabella sopra rientrino tutti nella tipologia “Vergine da fonte fossile”, mentre il materiale “Waste bottles” rientri nella categoria “Riciclata”. Applicando questa semplificazione, risulta che i due prodotti differiscano per il 3,5%. Si ritiene che questa differenza non incida significativamente sui risultati.

Inserimento dati

Si riportano di seguito le assegnazioni per ogni componente:

- **Acqua**

Non essendo menzionata nello studio la tipologia di acqua impiegata nella produzione, si assume che si tratti di acqua potabile per tutti e due i vassoi. Essendo il sito di produzione italiano, si assume che l'acqua utilizzata sia sottoposta alla legislazione italiana, che con il decreto legislativo 31/2001 ne prevede numerosi controlli. La tipologia di audit selezionata è quindi audit di terza parte, sia per i dati qualitativi che per quelli quantitativi, facilmente certificabili dal fornitore.

- **Sostanze chimiche**

Nello studio LCA comparativo viene indicato il consumo di sostanze chimiche utilizzate per la produzione di una bobina di pellicola. Vengono utilizzati 1,313 kg di sostanze inorganiche (NaOH), 0,045 kg di sostanze organiche (detergenti) e 0,192 kg di tensioattivi (sostanze flottanti e antischiuma). Le sostanze chimiche utilizzate sono le stesse per i due processi produttivi. Si assegna per entrambi i prodotti 82,68% alla tipologia "Composti inorganici", il 3,23% alla tipologia "Composti organici" e il 14,03% alla tipologia "Tensioattivi". Per quanto riguarda gli audit, si è selezionato per tutti e due i prodotti un audit di seconda parte, sia qualitativo che quantitativo.

- **Energia elettrica**

Anche nel caso dell'energia elettrica, la tipologia impiegata non è indicata all'interno dello studio. Si può assumere che per tutti e due i vassoi venga utilizzata lo stesso tipo di elettricità. Nella scheda dati del calcolatore è stata inserita per tutti e due i prodotti la tipologia "Mix da rete". Per quanto riguarda gli audit, si è scelto di selezionare quello di prima parte per i dati qualitativi (presumendo che in bolletta il fornitore non specifichi i dettagli della tipologia di energia elettrica e della provenienza della stessa) e quello di terza parte per i dati quantitativi.

- **Energia termica**

Allo stesso modo dell'energia elettrica, nemmeno per quanto riguarda l'energia termica si hanno informazioni dettagliate all'interno dello studio, se non la menzione del suo utilizzo durante la produzione dei vassoi. Anche in questo caso si assume che la tipologia impiegata sia la stessa per i due prodotti, e si è selezionata "Da gas naturale", presumendo l'impiego di un impianto a metano. Allo stesso modo dell'energia elettrica, gli audit selezionati sono stati di prima parte per quanto riguarda i dati qualitativi e di terza parte per quanto riguarda quelli quantitativi.

- **Trasporto**

Nello studio non viene specificata la tipologia di mezzo impiegato per il trasporto delle materie prime al sito di produzione. Per tutti e due i prodotti si sceglie quindi di assegnare il 100% alla tipologia “Ruota (16-32 ton metriche)”, con audit di seconda parte per tutte e due le tipologie di dati.

- **Gestione del packaging post-consumo**

In questo componente è presente la differenza fra i due prodotti. Lo studio specifica che, per il vassoio “multilayer” lo smaltimento viene effettuato per il 66,9% in discarica e per il 33,1% in inceneritore (nel calcolatore la tipologia corrispondente è “Recupero energetico”). Per il vassoio in PET lo smaltimento viene effettuato per il 33,4% in discarica, per il 33,1% in inceneritore e il 33,5% è destinato al riciclo meccanico. Per tutti i dati la tipologia di audit assegnata è quella di seconda parte.

- **Destinazione scarti di produzione**

Per quanto riguarda gli scarti di produzione, sono elencati nello studio diversi tipi di materiali di scarto (plastici, minerali, e metallici). Nell’articolo non viene specificata la sorte di ognuno di essi, ma viene indicato che il loro destino è quello del riciclo. Riguardo le acque di scarico, presenti all’interno del ciclo di produzione, non viene specificata né la quantità né la destinazione e si assume quindi che vengano recuperate e riutilizzate nel processo produttivo. Per il componente “Destinazione scarti di produzione” si è assegnato il 100% alla tipologia “Riciclo meccanico”, con audit di seconda parte per tutte e due le tipologie di dati.

Nelle seguenti pagine si riportano le schede di inserimento dati compilate per entrambi i prodotti.

Titolo progetto:		Multilayer						
Componenti	Descrizione	Ripartizione (%)	Raccolta di dati qualitativi			Raccolta di dati quantitativi		
			Audit di 1° parte	Audit di 2° parte	Audit di 3° parte	Audit di 1° parte	Audit di 2° parte	Audit di 3° parte
Acqua	Potabile	100,00%			Si			Si
	Potabile da acqua di mare							
	Deionizzata							
	Totale	100,00%						
Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)	Composti inorganici	82,68%		Si			Si	
	Composti organici	3,29%		Si			Si	
	Tensioattivi	14,03%		Si			Si	
	Totale	100,00%						
Energia elettrica	Mix da rete	100,00%	Si					Si
	Biomassa							
	Fotovoltaico							
	Eolico							
	Idroelettrico							
Totale	100,00%							
Energia termica	Da gas naturale	100,00%	Si					Si
	Da carburante							
	Da biomassa							
	Da olio							
Totale	100,00%							
Trasporto	Ruota (7,5 - 16 ton metriche)							
	Ruota (16 - 32 ton metriche)	100,00%		Si			Si	
	Ruota (>32 ton metriche)							
	Treno							
	Nave							
	Aereo							
Totale	100,00%							
Gestione del packaging post-consumo	Riutilizzo							
	Riciclo meccanico							
	Riciclo organico (compostaggio)							
	Recupero energetico	33,10%		Si			Si	
	Discarica	66,90%		Si			Si	
Totale	100,00%							
Destinazione scarti di produzione	Recupero energetico							
	Discarica							
	Smaltimento municipalizzato							
	Riciclo meccanico	100,00%		Si			Si	
	Acque di scarico							
Sottoprodotto								
Totale	100,00%							

Figura 8 – Dati del vassoio “multilayer”

Titolo progetto:		PET						
Componenti	Descrizione	Ripartizione (%)	Raccolta di dati qualitativi			Raccolta di dati quantitativi		
			Audit di 1° parte	Audit di 2° parte	Audit di 3° parte	Audit di 1° parte	Audit di 2° parte	Audit di 3° parte
Acqua	Potabile	100,00%			Si			Si
	Potabile da acqua di mare							
	Deionizzata							
	Totale	100,00%						
Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)	Composti inorganici	82,68%		Si			Si	
	Composti organici	3,29%		Si			Si	
	Tensioattivi	14,03%		Si			Si	
	Totale	100,00%						
Energia elettrica	Mix da rete	100,00%	Si					Si
	Biomassa							
	Fotovoltaico							
	Eolico							
	Idroelettrico							
Totale	100,00%							
Energia termica	Da gas naturale	100,00%	Si					Si
	Da carburante							
	Da biomassa							
	Da olio							
Totale	100,00%							
Trasporto	Ruota (7,5 - 16 ton metriche)							
	Ruota (16 - 32 ton metriche)	100,00%		Si			Si	
	Ruota (>32 ton metriche)							
	Treno							
	Nave							
	Aereo							
Totale	100,00%							
Gestione del packaging post-consumo	Riutilizzo							
	Riciclo meccanico	33,50%		Si			Si	
	Riciclo organico (compostaggio)							
	Recupero energetico	33,10%		Si			Si	
	Discarica	33,40%		Si			Si	
Totale	100,00%							
Destinazione scarti di produzione	Recupero energetico							
	Discarica							
	Smaltimento municipalizzato							
	Riciclo meccanico	100,00%		Si			Si	
	Acque di scarico							
	Sottoprodotto							
Totale	100,00%							

Figura 9 – Dati del vassoio “PET”

Analisi dei risultati

Di seguito vengono riportati i grafici e le tabelle per i due imballaggi. Per tutte le componenti tranne che per “Gestione del packaging post-consumo” verranno riportati i risultati solo una volta, dato che, come visto durante l’inserimento dei dati, sono uguali per tutti e due i vassoi.

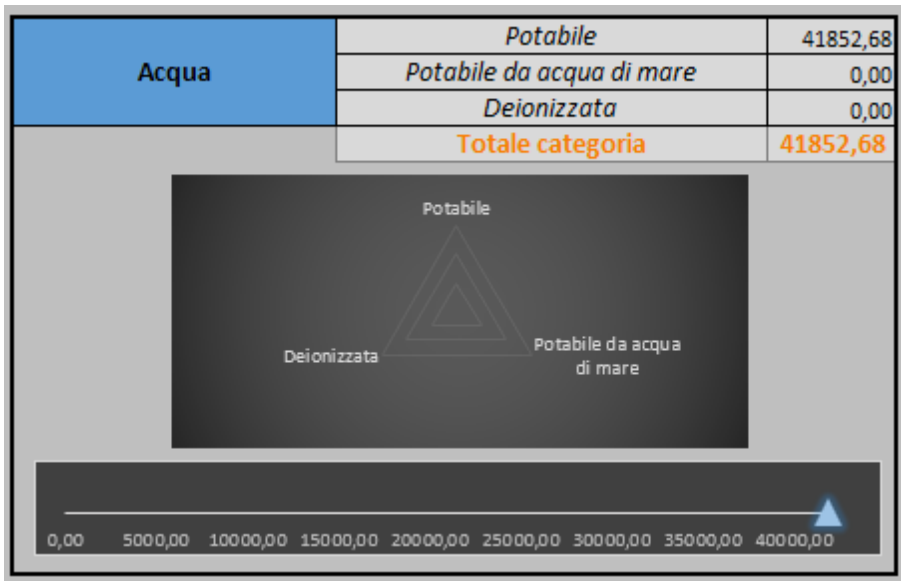


Figura 10 – Componente acqua per i vassoi “multilayer” e “PET”

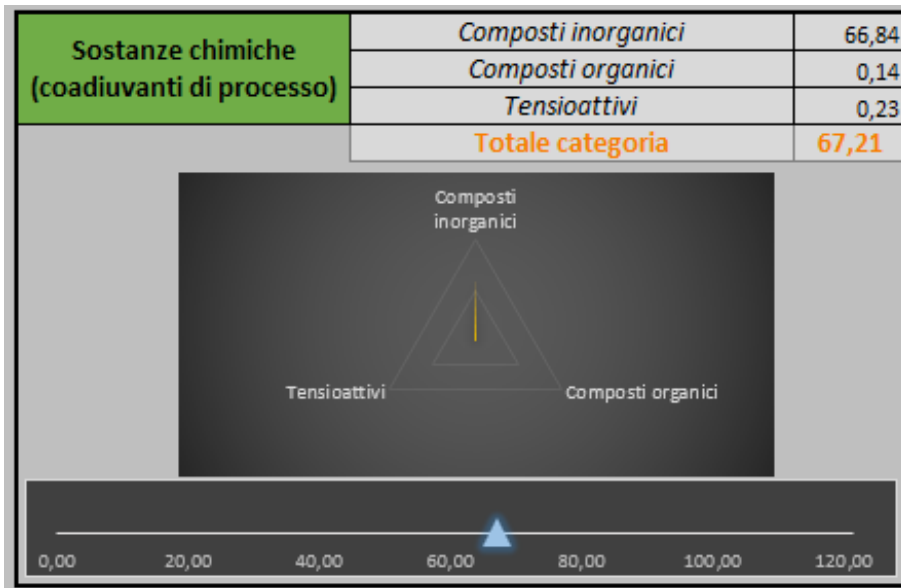


Figura 11 – Componente sostanze chimiche per i vassoi “multilayer” e “PET”

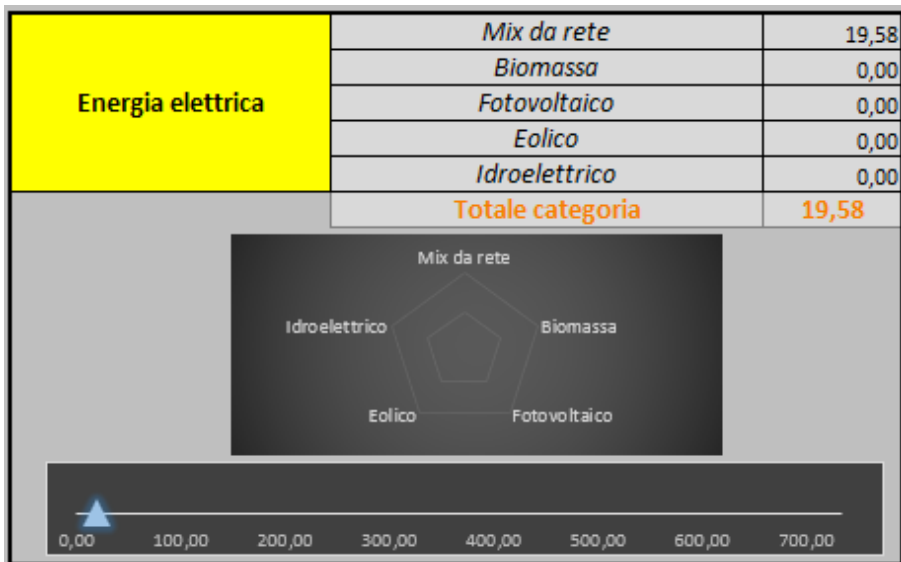


Figura 12 – Componente energia elettrica per i vassoi “multilayer” e “PET”

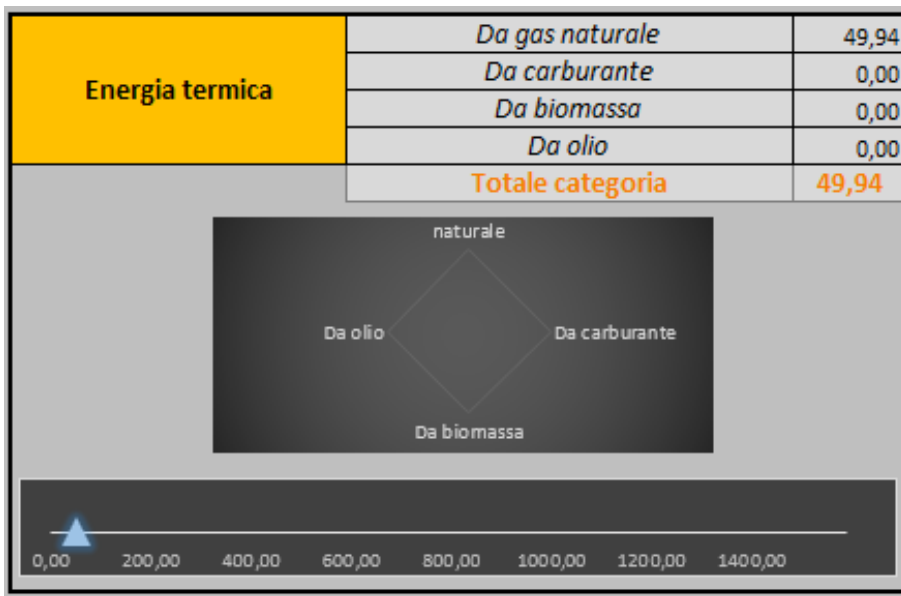


Figura 13 – Componente energia termica per i vassoi “multilayer” e “PET”

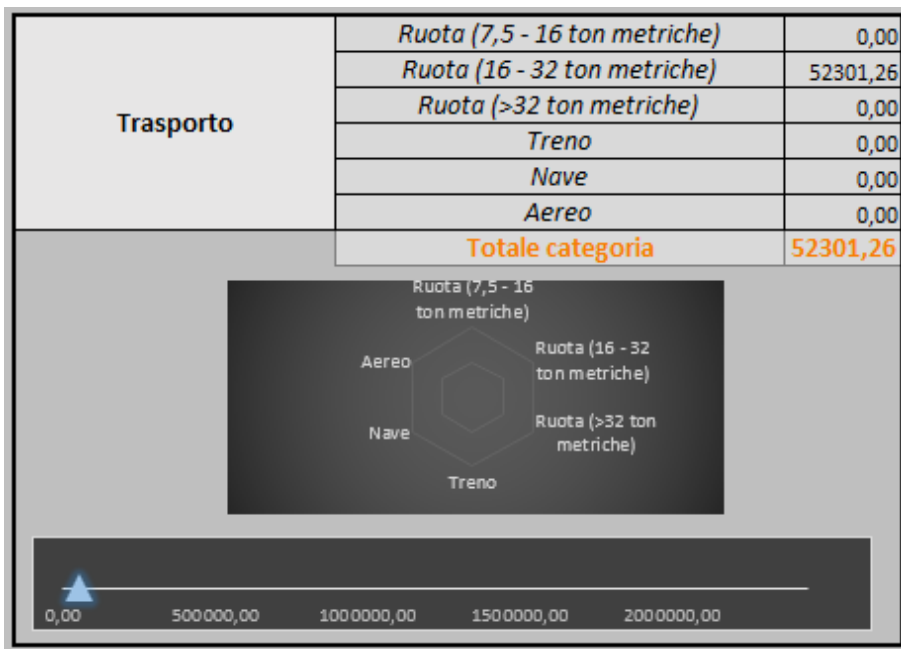


Figura 14 – Componente trasporto per i vassoi “multilayer” e “PET”

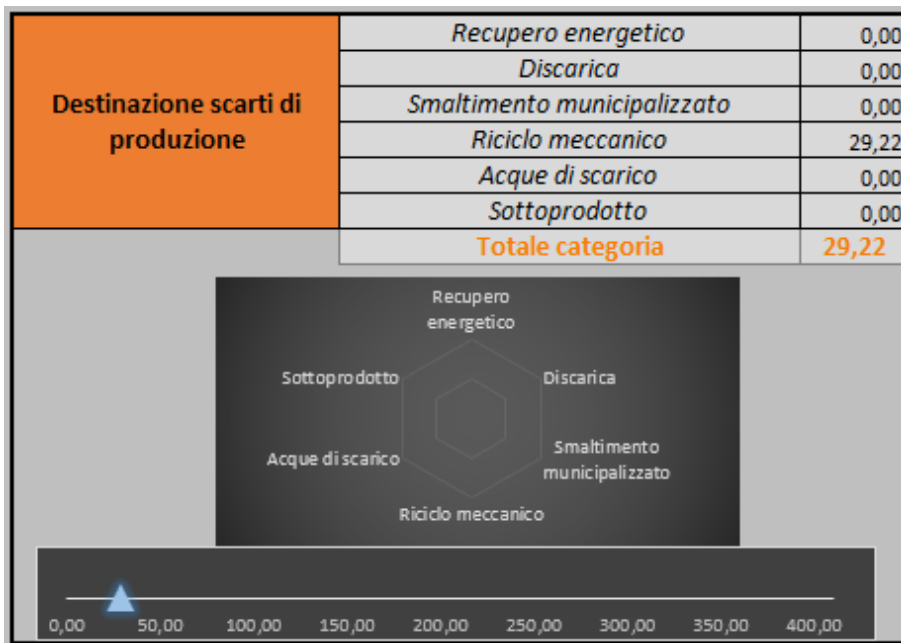


Figura 15 – Componente destinazione scarti di produzione per i vassoi “multilayer” e “PET”



Figura 16 – Componente gestione del packaging post-consumo per il vassoio “multilayer”



Figura 17 – Componente gestione del packaging post-consumo per il vassoio “PET”

<i>Acqua</i>	41852,68
<i>Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)</i>	67,21
<i>Energia elettrica</i>	19,58
<i>Energia termica</i>	49,94
<i>Trasporto</i>	52301,26
<i>Gestione del packaging post-consumo</i>	18,37
<i>Destinazione scarti di produzione</i>	29,22
Totale azienda	94338,25

Figura 18 – Tabella totale dell'azienda per il vassoio "multilayer"

<i>Acqua</i>	41852,68
<i>Sostanze chimiche (coadiuvanti di processo)</i>	67,21
<i>Energia elettrica</i>	19,58
<i>Energia termica</i>	49,94
<i>Trasporto</i>	52301,26
<i>Gestione del packaging post-consumo</i>	23,28
<i>Destinazione scarti di produzione</i>	29,22
Totale azienda	94343,16

Figura 19 – Tabella totale dell'azienda per il vassoio "PET"

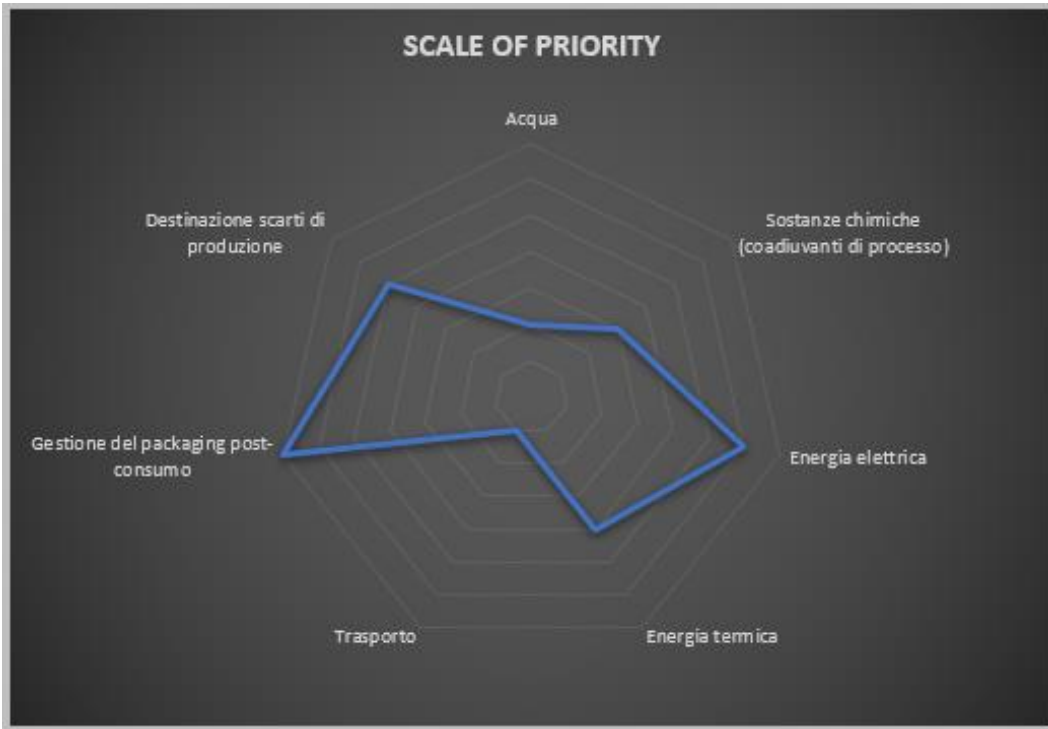


Figura 20 – Grafico scale of priority per il vassoio “multilayer”

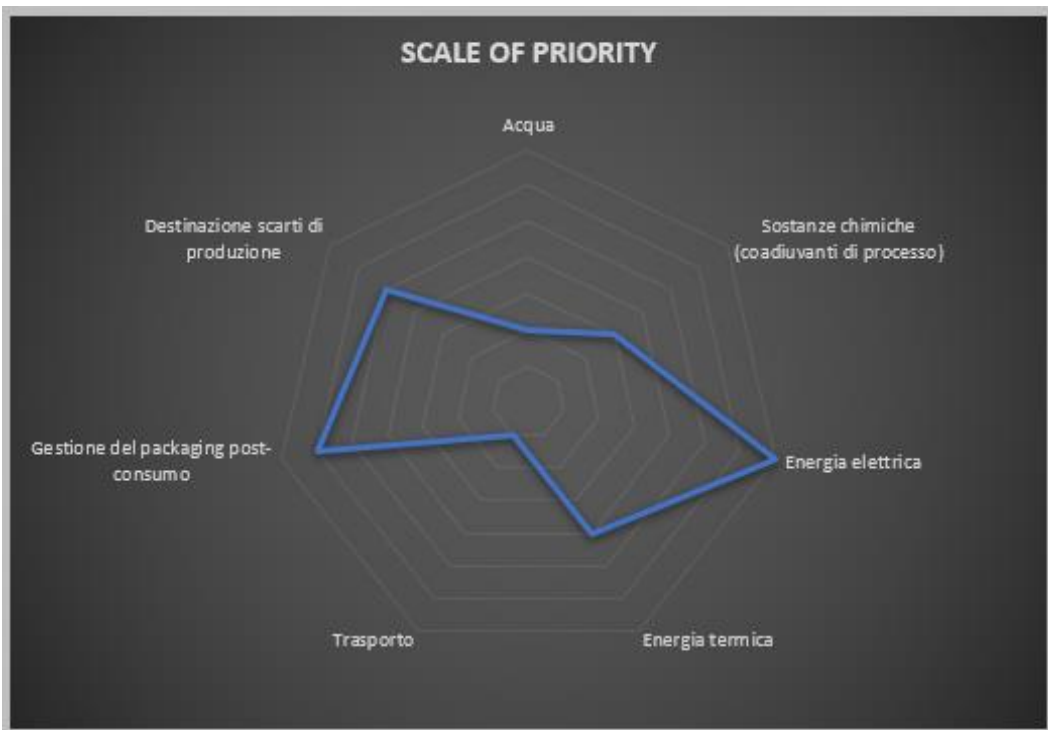


Figura 21 – Grafico scale of priority per il vassoio “PET”

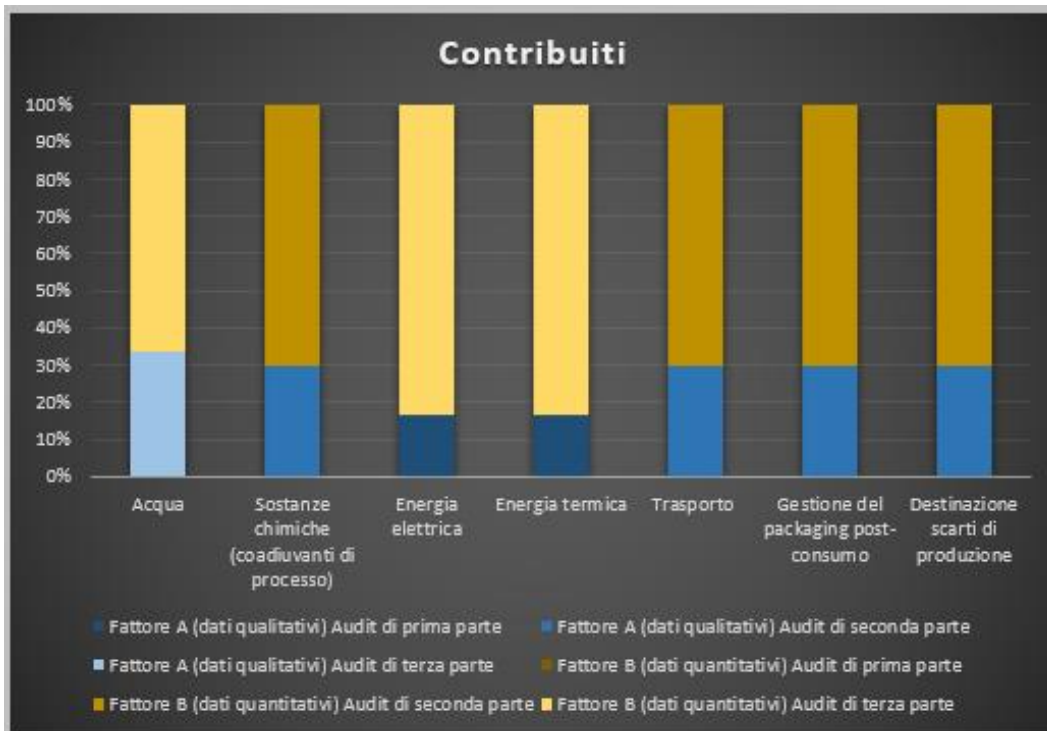


Figura 22 – Grafico dei contributi degli audit per il vassoio “multilayer”

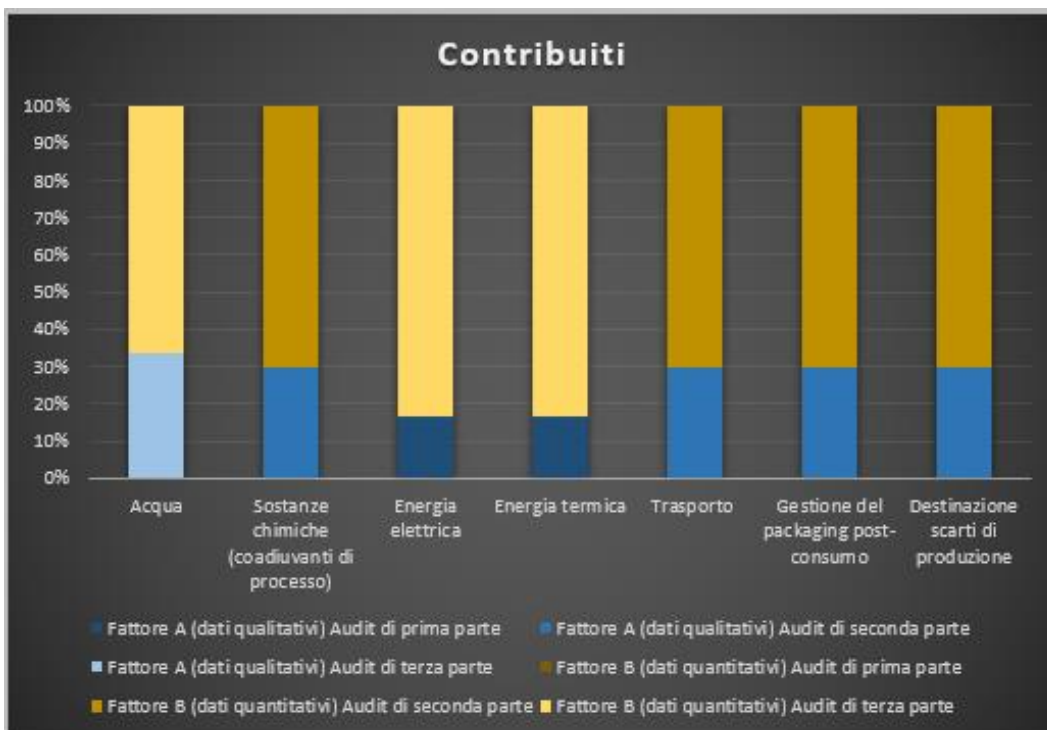


Figura 23 – Grafico dei contributi degli audit per il vassoio “PET”

Discussione dei risultati

Dai risultati si può facilmente notare che fra i due imballaggi, la differenza evidenziata dal calcolatore è minima. Questa è infatti presente solo nella componente “Gestione del packaging post-consumo”, dove il calcolatore restituisce un valore di punteggio pari a 18,37 per il vassoio “multilayer” e a 23,28 per il vassoio “PET”. La differenza fra i due punteggi è pari a 4,91, che corrisponde ad una differenza percentuale del 11,792%. Si può notare che i grafici non rispecchiano perfettamente il risultato ottenuto. Essendo questa la prima versione del calcolatore, la costruzione dei grafici è sicuramente un aspetto migliorabile.

La differenza sopracitata si riscontra poi sulla tabella totale dell’azienda, che riporta per il vassoio “multilayer” un punteggio di 94338,25 e per il vassoio “PET” uno di 94343,16. La differenza di 4,91 punti si traduce in una differenza percentuale dello 0,003%.

Tutti gli altri risultati sono molto simili. Il trasporto apporta il contributo maggiore al totale in entrambi i vassoi, mentre il grafico scale of priority cambia leggermente. Se per il “multilayer” il componente con il punteggio minore è “Gestione del packaging post-consumo”, seguito al secondo posto dalla componente “Energia elettrica”, per il vassoio “PET” l’ordine delle precedenti è invertito.

Nel confronto con i risultati dello studio di LCA comparativo verrà presa in considerazione soltanto la categoria di impatto “Climate change”. Nello studio i valori di impatto ottenuti sono pari a $8,42 \cdot 10^{-02}$ kg CO₂ eq. nel caso del vassoio “multilayer” e a $7,38 \cdot 10^{-02}$ kg CO₂ eq. per il vassoio “PET”. In questo caso la differenza percentuale fra i due valori è del 6,582%.

Essendo i punteggi ottenuti dal calcolatore e i risultati dello studio LCA molto diversi fra loro, non è possibile effettuare test statistici che provino se i due risultati ottenuti presentino una differenza statisticamente significativa. Il calcolatore però dimostra che i due imballaggi sono differenti e che, coerentemente con lo studio LCA comparativo, il vassoio “PET” ha performance ambientali migliori rispetto a quello “multilayer”.

Conclusioni

In questo elaborato sono state prese in considerazione le linee guida dell'Istituto Italiano Imballaggio, inquadrandole nel contesto normativo europeo. In particolare, ci si è concentrati sul calcolatore descritto all'interno delle linee guida, descrivendo il suo funzionamento e provando ad applicarlo ad uno studio LCA comparativo già esistente.

Il documento dell'Istituto Italiano Imballaggio è ben inquadrato all'interno della normativa europea esistente, e tiene in considerazione tutta la legislazione sugli imballaggi ad oggi esistente. In più è proiettato verso il futuro, dato che le linee guida sono costruite sul piano europeo per l'economia circolare.

Riguardo il calcolatore, si è riscontrato che, nel caso analizzato, è stato in grado di evidenziare le differenze fra i due imballaggi, già confermate dallo studio LCA comparativo. Per dare un giudizio definitivo sulla sua affidabilità sono necessarie ulteriori prove, utilizzando dati raccolti appositamente per il suo utilizzo. Inoltre, la struttura del calcolatore è migliorabile, soprattutto per quanto riguarda la struttura dei grafici utilizzati per la visualizzazione dei risultati.

Bibliografia

Agenda 2030 <https://unric.org/it/agenda-2030/>

CEN https://it.wikipedia.org/wiki/Comitato_europeo_di_normazione

Direttiva SUP <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/LSU/?uri=CELEX:32019L0904>

EPA <https://www.epa.gov/ems>

Fortune Business Insights <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/09/2330265/0/en/Food-Packaging-Market-Analysis-2021-Beverage-Packaging-Market-Growth-by-2026.html>

<http://www.greensga.it/Sistemi/ConcettiGenerali>

ISO https://it.wikipedia.org/wiki/Organizzazione_internazionale_per_la_normazione

ISPRA <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni/ipp/lca>

Line guida CONAI per l'etichettatura ambientale degli imballaggi

<http://www.progettarericiclo.com//docs/etichettatura-ambientale-degli-imballaggi>

Normativa 94/62/CE <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121207>

Plastic strategy https://ec.europa.eu/environment/strategy/plastics-strategy_it

Requisiti di gestione degli imballaggi http://old.comieco.org/allegati/pr-norme-cen-09-apr-02_27463.pdf

Sara Toniolo, Anna Mazzi, Monia Niero, Filippo Zuliani, Antonio Scipioni, Comparative LCA to evaluate how much recycling is environmentally favourable for food packaging, Resources, Conservation and Recycling, Volume 77, 2013, Pages 61-68, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.06.003>.

Srivastava, Kirti. (2020, December). An Empirical Study on the Online Shopping Acceptance: Pre and Post COVID-19 Outbreak. In Perspectives on Business Management & Economics (Vol. III, pp. 25-30). Retrieved from <http://www.pbme.in/papers/72.pdf>

Testo unico ambientale <https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/materiaAmbientale>

UNI https://it.wikipedia.org/wiki/Ente_nazionale_italiano_di_unificazione