

---

**XIII Convegno della Rete Italiana LCA**  
**VIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA**

**Il Life Cycle Thinking a supporto  
delle strategie di mitigazione e  
adattamento ai cambiamenti climatici**

**Università degli Studi Roma Tre,  
Dipartimento di Economia Aziendale  
13-14 giugno 2019**

---

**A cura di Gabriella Arcese, Maurizio Cellura,  
Sara Cortesi, Laura Cutaia, Maria Claudia Lucchetti,  
Erika Mancuso, Marina Mistretta, Chiara Montauti, Simona Scalbi**



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**Il Life Cycle Thinking a supporto delle strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici**

Atti del XIII Convegno della Rete Italiana LCA -VIII Convegno dell'Associazione Rete Italiana LCA  
Roma, 13-14 giugno 2019

*A cura di Gabriella Arcese, Maurizio Cellura, Sara Cortesi, Laura Cutaia, Maria Claudia Lucchetti,  
Erika Mancuso, Marina Mistretta, Chiara Montauti, Simona Scalbi*

ISBN: 978-88-8286-389-0

2019 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile

Revisione editoriale: Giuliano Ghisu

Copertina: Cristina Lanari

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA – Centro Ricerche Frascati

# Indice

Comitato scientifico	7
Comitato organizzatore	8
Programma	9
PREFAZIONE .....	13
METODI E STRUMENTI LCT- BASED NELLE POLITICHE AMBIENTALI .....	15
The effectiveness of LCA-based emissions policies against carbon leakage: theory and application.....	16
La tossicità dei metalli pesanti nei metodi LCIA: gli effetti delle incertezze sui fattori di caratterizzazione .....	24
Towards the harmonization of the environmental footprint methodology of construction products: insights from the experiences on EPDs .....	31
Social Life Cycle Assessment: past, present and future initiatives .....	37
Funzionalità e applicabilità del modello LANCA a scala regionale: un caso studio in Emilia-Romagna .....	42
METODI E STRUMENTI LCT: ESPERIENZE E CASI STUDIO .....	51
Process modelling-supported LCA: flue gas cleaning of a waste-to-energy plant .....	52
Sviluppo di una PEFCR applicata ai servizi .....	60
Sustainable recovery of phenolic compounds from olive mill wastewater: an LCA evaluation .....	67
Valutazione LCA di pavimentazioni stradali contenenti plastiche da riciclo come materia prima seconda.....	75
Enhancing the environmental performance in the hollow glass production. A case study .....	82
Comparison of Carbon Footprint of the Italian LCA Network Conferences 2017-18: lesson learnt to mitigate and compensate emissions for the future .....	90
PREMIAZIONE CONCORSO GIOVANI RICERCATORI LCA.....	99
La Life Cycle Assessment applicata alla valutazione della sostenibilità ambientale del riuso delle batterie da trazione .....	100
Development and testing of a new life cycle assessment method for the monetary evaluation of water scarcity impacts .....	107
Application of a decision framework to explore stakeholders' opinions for comparative LCA and LCC studies.....	115

ENERGIA.....	123
Applicazione della metodologia LCA all’eco-design del dispositivo WaveSAX di generazione dal moto ondoso.....	124
Environmental effectiveness of the Solar Home Systems based on LCA .....	132
Carbon footprint di impianti modello per la produzione di energia dal mare .....	140
Analisi del ciclo di vita e monetizzazione dei costi esterni: un’applicazione al confronto tra auto.....	149
Ottimizzazione Multi-Obiettivo delle Prestazioni Energetiche e Ambientali di un Edificio Residenziale .....	156
Life Cycle Analysis applications for Nearly Zero Energy Buildings .....	163
Literature review on Remanufacturing strategies and LCA forward the building sector	171
Miglioramento del profilo energetico-ambientale dell’involucro edilizio verticale opaco attraverso l’adozione di componenti con matrice materica da riciclo .....	179
LCT ED ECONOMIA CIRCOLARE.....	187
LCA e LCC a supporto dell’economia circolare: proposta di integrazione. ....	188
End-of-life management of photovoltaic modules from a circular economy perspective .....	195
Towards the accounting of resource dissipation in LCA .....	202
Life Cycle Assessment for measuring Circular Economy at company level: is it suitable? .....	209
LCA delle casse del sistema “usa e recupera”. Un esempio di “closed loop” in economia circolare .....	216
Introducing the Plastic Leak Project: a pre-competitive initiative to harmonize plastic indicators in Life Cycle Assessment .....	223
ESPERIENZE E CASI STUDIO NEL SETTORE AGRO-ALIMENTARE.....	229
Carne coltivata in laboratorio e <i>climate change</i> : un’analisi critica .....	230
Il metodo PEFMED a supporto dell’eco-innovazione nel settore agroalimentare mediterraneo: il caso del Taleggio DOP .....	237
Gestione dei residui di potatura del vigneto: impatto ambientale di diversi scenari gestionali.....	244
Eco-design per il miglioramento dell’impronta ambientale: il Passaporto Ambientale per i prodotti agroalimentari della Montagna Vicentina .....	251
Valorizzazione dei sottoprodotti di una filiera agroalimentare: co-frangitura di olive e bucce e semi di pomodoro per la produzione di olio con licopene.....	258

POSTER.....	265
Functional unit selection for Life Cycle Assessment in mixes with Supplementary Cementitious Materials: a literature review .....	266
Carbon Footprint della Birra Ichnusa in bottiglia di vetro: i vantaggi della filiera del vuoto a rendere.....	273
Carbon Capture and Storage – A Review of Life Cycle Assessment of the Transportation and Storage Phases .....	281
Life Cycle Thinking and waste prevention activities: the case of Emilia-Romagna region .....	289
SLCA per il settore vitivinicolo: integrazione degli indicatori territoriali VIVA alle sotto-categorie di impatto.....	294
Carbon Footprint di prodotti innovativi per il settore delle imbarcazioni: focus sugli scenari di fine vita.....	300
LCA di un sistema di illuminazione adattivo: il caso del quartiere EUR di Roma .....	306
Application of the Life Cycle Thinking in Eni for the achievement of EU Sustainable Development Goals: Green Refinery enhancements.....	314
Life Cycle Assessment del processo di produzione di PHA da coltura pura di <i>Pseudomonas putida</i> .....	321
Luminescent Solar Concentrator (LSC): principio di funzionamento e fasi preliminari dell'analisi LCA applicata alla Smart Window-LSC .....	328
Analisi LCA della produzione di metanolo dai gas di acciaieria: il progetto europeo FReSMe.....	336
Life cycle assessment approaches applied to energy modelling of urban building stocks: a literature review .....	343
Il ciclo antropogenico dell'europeo e la domanda di risorse critiche nel settore dell'illuminazione.....	351
TOLLY®: l'olio rosso di oliva e pomodoro, ottenuto applicando l'economia circolare ...	358
La valutazione d'impatto ambientale delle organizzazioni. Una review della letteratura .....	367
Life Cycle Assessment and Organisation Environmental Footprint di un'impresa polisetoriale della Provincia di Taranto .....	376
Spreco alimentare: un pericoloso ostacolo ai SDGs.....	384
Evaluation of sustainable use of RAP from LCA perspective: a literature review .....	391
Life Cycle Assessments of bio-based insulating materials. A literature review .....	400
The impact assessment of extending of products: a methodological framework .....	410
A literature review of the integration of optimization algorithms and LCA for microgrid design: a replicable model for off-grid systems in developing countries .....	418
Carbon footprint and energy requirement of the biopolymers polyhydroxyalkanoates: a review .....	425

Life Cycle Interpretation nella Social Life Cycle Assessment: spunti di riflessione .....	432
The evaluation of the environmental sustainability of circular solutions: the treatment of landfill leachate .....	441
Subjectivity in the consequential approach to LCA: a review about the interpretation of the concept in literature.....	447
Second-hand consumption: the environmental benefits of the reuse strategy in the context of Circular Economy .....	453
Environmental LCA for maintenance and rehabilitation activities on structures under risk: a literature review .....	462
Assessment framework to improve and manage LCT into building design practice .....	470
LCA del nuovo servizio ospedaliero da remoto DAPHNE .....	477
Analisi preliminare degli impatti ambientali della movimentazione delle macerie da terremoto in Provincia di Macerata .....	484
Variazione del quadro di incentivazione delle fonti elettriche rinnovabili: analisi conseguenziale della produzione di elettricità da impianti di biogas .....	491
Confronto tra le PEF CR e il metodo SALCA nella LCA della pasta .....	498

## COMITATO SCIENTIFICO

**Gabriella Arcese**, Università degli Studi Niccolò Cusano

**Michela Aresta**, Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Reattività Chimica e la Catalisi (CIRCC)

**Francesco Asdrubali**, Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria

**Grazia Barberio**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Roma

**Maurizio Cellura**, Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria

**Laura Cutaia**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Roma

**Vito D'Incognito**, Take Care International, Milano

**Giovanni Dotelli**, Politecnico di Milano, Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"

**Monica Lavagna**, Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (ABC)

**Sonia Longo**, Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Ingegneria

**Maria Claudia Lucchetti**, Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Economia Aziendale

**Alessandro Manzardo**, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Centro Studi Qualità Ambiente (CESQA)

**Simone Maranghi**, Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (DBCF) – CSGI

**Paolo Masoni**, Ecoinnovazione srl

**Marina Mistretta**, Università Mediterranea di Reggio Calabria, Dipartimento Patrimonio, Architettura, Urbanistica (PAU)

**Bruno Notarnicola**, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture"

**Maria Laura Parisi**, Università degli Studi di Siena, Dipartimento di Biotecnologie, Chimica e Farmacia (DBCF)

**Luigia Petti**, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara, Dipartimento di Economia

**Andrea Raggi**, Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara, Dipartimento di Economia

**Lucia Rigamonti**, Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA)

**Serena Righi**, Università di Bologna, Campus di Ravenna, Dipartimento di Fisica e Astronomia (DIFA) e Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA)

**Roberta Salomone**, Università degli Studi di Messina, Dipartimento di Economia

**Simona Scalbi**, ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Laboratorio Valorizzazione delle risorse nei sistemi produttivi e territoriali (SSPT-USER-RISE)

**Antonio Scipioni**, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Centro Studi Qualità Ambiente (CESQA)

**Giuseppe Tassielli**, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento Jonico in "Sistemi Giuridici ed Economici del Mediterraneo: società, ambiente, culture"

**Marzia Traverso**, Institute of Sustainability in Civil Engineering, RWTH Aachen University

**Alessandra Zamagni**, Ecoinnovazione srl

## **COMITATO ORGANIZZATORE**

**Gabriella Arcese**, Università degli Studi Niccolò Cusano

**Marco La Monica**, ENEA

**Maria Claudia Lucchetti**, Università degli Studi Roma Tre

**Olimpia Martucci**, Università degli Studi Roma Tre

**Marina Mistretta**, Segreteria Tecnica Associazione Rete Italiana LCA

**Giovanni Mondello**, Università degli Studi Roma Tre

**Chiara Montauti**, Università degli Studi Roma Tre

**Serena Righi**, Tesoreria Associazione Rete Italiana LCA

## **SEGRETERIA TECNICA E ORGANIZZATIVA**

**Chiara Montauti**, Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Economia Aziendale

Email: [convegnoretelca2019@gmail.com](mailto:convegnoretelca2019@gmail.com)



# LCA delle casse del sistema “usa e recupera”. Un esempio di “closed loop” in economia circolare

Paola Masotti<sup>1</sup>, Luca De Benedittis<sup>1</sup>, Paolo Bogoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Trento, DEM - Department of Economics and Management, via Inama 5, 38122 Trento (Italy)

<sup>2</sup>University of Trieste, DEAMS- Department of Economics, Business, Mathematics and Statistics “Bruno de Finetti”, via Valerio 6, 34127 Trieste (Italy)

Email: paola.masotti@unitn.it

## Abstract

*Nell'Unione europea è in atto un processo di transizione basato sui principi dell'economia circolare, volto dunque al raggiungimento di un modello economico che impieghi minori quantità di risorse nei processi produttivi e che minimizzi le emissioni inquinanti e la produzione dei rifiuti. In tale contesto, l'approvazione del Pacchetto sull'Economia Circolare da parte del Parlamento Europeo nel giugno 2018, pone ambiziosi obiettivi in tema di riciclaggio dei rifiuti urbani e degli imballaggi. È proprio sul tema degli imballaggi e del loro riciclaggio che si focalizza lo studio del presente lavoro. L'obiettivo di questa analisi LCA è duplice: (i) valutare l'impatto ambientale del ciclo di vita di una Cassetta del sistema “USA E RECUPERA” e (ii) confrontare tali impatti con quelli di un processo di produzione che utilizzi esclusivamente materiale vergine, per verificare l'effettivo risparmio di risorse e riduzione degli impatti ambientali. I risultati da noi ottenuti sembrano indicare come il progetto “USA E RECUPERA”, sia in grado di apportare vantaggi dal punto di vista ambientale ed energetico in tutte le fasi del ciclo di vita, dalla produzione del granulo di PP alla fase del Fine Vita.*

## 1. Introduzione

In accordo con le indicazioni presenti in letteratura, è possibile identificare in “normativa, cultura, tecnologia e mercato” le categorie di classificazione delle barriere alla transizione verso un modello di economia circolare. Nella “cultura” rientrano tutti quei limiti di carattere personale e psicologico in capo al decisore aziendale, che, per paura dei rischi e della incapacità da parte del cliente di capire determinate scelte strategiche che potrebbero portare a un aumento dei prezzi, preferisce non investire nel nuovo paradigma (Kirchherr et al., 2017). Il tema dei costi viene ripreso nella categoria “mercato”, dove l'attuale costo delle materie prime vergini (MPV) è ancora basso rispetto a materie prime più sostenibili. In aggiunta, l'attivazione di un sistema circolare ha bisogno di un investimento iniziale importante, che va considerato dal punto di vista della difficoltà di accesso al credito e della distanza tra esso e il ritorno economico (Shi et al., 2008). Nell'ambito tecnologico permangono alcune criticità relativamente alle scarse capacità *in-plant* del personale e alla dispendiosità in termini di contratti esterni per attività di supporto (Ritzén & Sandström, 2017). Per quanto concerne la normativa, categoria che indubbiamente rimane nodo centrale di questo cambiamento, va innanzitutto evidenziato come la Commissione Europea nel dicembre 2015 abbia adottato la Comunicazione “Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy”, in cui viene esaminata l'interdipendenza di tutti i processi della catena del valore: dall'estrazione delle materie prime alla progettazione dei prodotti, dalla produzione alla distribuzione, dal consumo al riuso e riciclo (EU Commission, 2015). Ha poi fatto seguito, nel giugno 2018, l'approvazione del ‘Pacchetto sull'Economia Circolare’ che pone ambiziosi obiettivi relativamente al riciclaggio dei rifiuti urbani e degli imballaggi. In particolare, per quanto riguarda gli imballaggi in plastica (area di interesse per questo studio), sono stati fissati obiettivi di riciclo pari al 55% entro il 2030 (EU Environment, 2019). Da quanto sin qui brevemente riportato, si può desumere come il successo di una effettiva transizione a un modello economico circolare sia strettamente correlato al successo nell'implementazione di un efficace sistema di gestione dei rifiuti e segnatamente dei rifiuti da imballaggio.

In Italia la gestione del riciclo degli imballaggi è stata definita e normata con il DLgs n. 22 del 5 febbraio 1997, noto come decreto “Ronchi”, che ha attribuito a produttori e utilizzatori

la responsabilità della corretta gestione ambientale dei rifiuti attraverso l'adesione obbligatoria al Consorzio Nazionale Imballaggi (CONAI) e ai Consorzi di filiera specifici. Tale normativa sui rifiuti può essere considerata quale primo, importante passo verso un sistema circolare, grazie alla riqualificazione dei rifiuti da imballaggio a "materie prime seconde" (MPS). Il primo sistema collettivo a organizzarsi autonomamente, avendo intuito le possibilità offerte dal decreto, fu quello di alcuni produttori di casse in plastica che già nel dicembre 1998 costituirono il Consorzio Nazionale Imballaggi Plastica (CO.N.I.P.) con l'obiettivo di avviare al riciclo i propri rifiuti da imballaggio, riducendo notevolmente gli approvvigionamenti di materia prima vergine (MPV) attraverso il coinvolgimento degli attori della filiera. In tal modo è stato possibile configurare un modello di gestione caratterizzato da circolarità e partecipazione attiva. Il sistema "USA E RECUPERA", specifico oggetto di questa indagine, rappresenta la reale operatività del sistema consortile e definisce i ruoli all'interno del cosiddetto *closed loop*:

1. *Produttori*: producono e vendono le casse in plastica CO.N.I.P., utilizzando materiale riciclato e riciclabile al 100%, al comparto agro-alimentare.
2. *Utilizzatori*: le aziende agroalimentari riempiono le casse con i loro prodotti ortofruttili e inviano gli imballaggi pieni ai centri di distribuzione, che a loro volta le inviano ai punti vendita al dettaglio. Terminata la loro funzione, le casse vengono messe a disposizione dei raccoglitori da parte di tutte le categorie di utilizzatori (agricoltori, commercianti e privati cittadini).
3. *Raccoglitori consorziati*: attraverso la loro organizzazione di micro e macro-raccolta portano gli imballaggi fine vita presso i loro centri e li sottopongono a selezione per identificare le casse a marchio CO.N.I.P. e la tipologia di materiale utilizzato (PP o HDPE). Dopo le operazioni di selezione e bonifica, le casse vengono pressate e consegnate all'impianto di riciclo.
4. *Riciclatori*: in conformità con le norme vigenti in materia di trattamento dei rifiuti, avviano al riciclo le casse consegnate dai raccoglitori, ottenendo una MPS che viene venduta ai produttori CO.N.I.P., per essere poi utilizzata per la produzione di nuovi imballaggi rigidi in plastica.

Nello specifico, l'obiettivo di questo studio è valutare, mediante un'analisi LCA, l'impatto ambientale di una cassetta del sistema "USA E RECUPERA" e compararlo con quello generato da una cassetta ottenuta esclusivamente da materiale polimerico vergine.

## 2. Materiali e Metodi

Nello studio vengono presi in considerazione i seguenti scenari:

Scenario A: produzione delle cassette del sistema "USA E RECUPERA" gestito dal consorzio CO.N.I.P. a partire da 100% materiale riciclato (Figura 1);

Scenario B: produzione della stessa tipologia di cassette a partire da 100% MPV. Il fine vita di tale scenario è basato sullo scenario medio italiano (Corepla, 2018) (Figura 2).

*Confini del sistema.* I confini del sistema comprendono 4 macro-fasi del ciclo di vita, nello specifico:

1. Produzione della materia prima: considera le operazioni di generazione di MPS (materiale riciclato), il trasporto del materiale macinato e granulato (scenario A) e le operazioni di generazione di MPV (Scenario B).
  2. Stampaggio della cassetta: comprende l'energia elettrica per lo stampaggio della cassetta e il consumo dell'olio dei macchinari.
  3. Distribuzione: considera il trasporto della cassetta dal produttore all'utilizzatore.
- Fine vita: considera la raccolta della cassetta a fine vita, cioè il trasporto dall'utilizzatore all'impianto di trattamento (scenario A) e le operazioni di smaltimento in discarica e recupero energetico secondo lo scenario medio nazionale del fine vita degli imballaggi in plastica (scenario B).

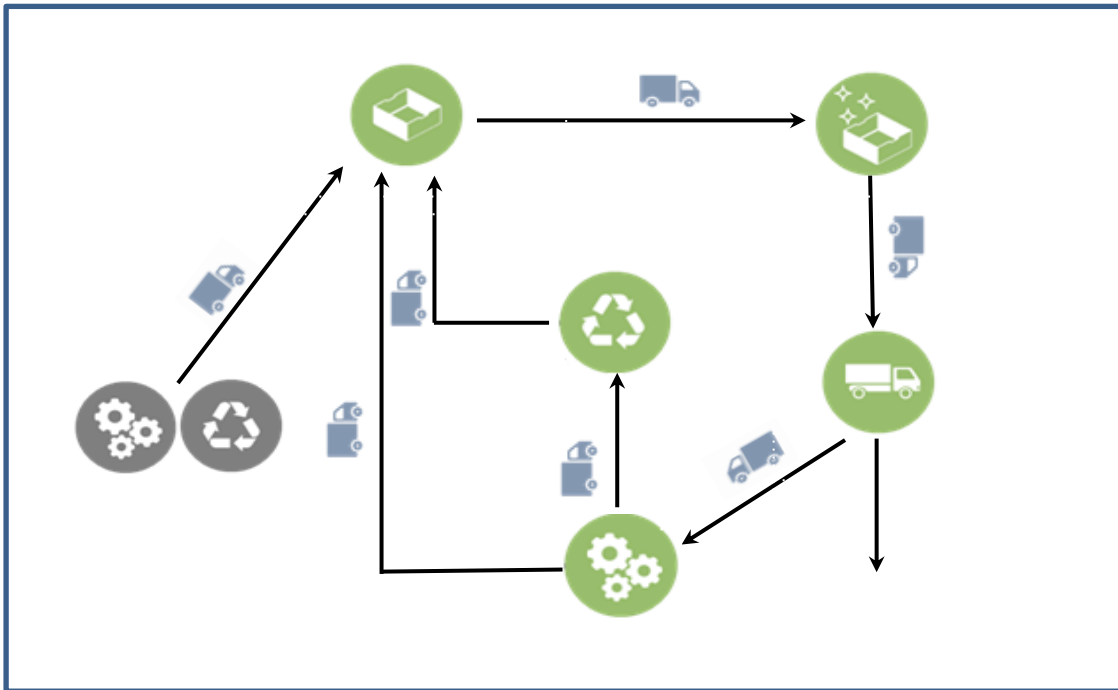


Figura 1: Confini del sistema per lo scenario A: produzione della cassetta CO.N.I.P.

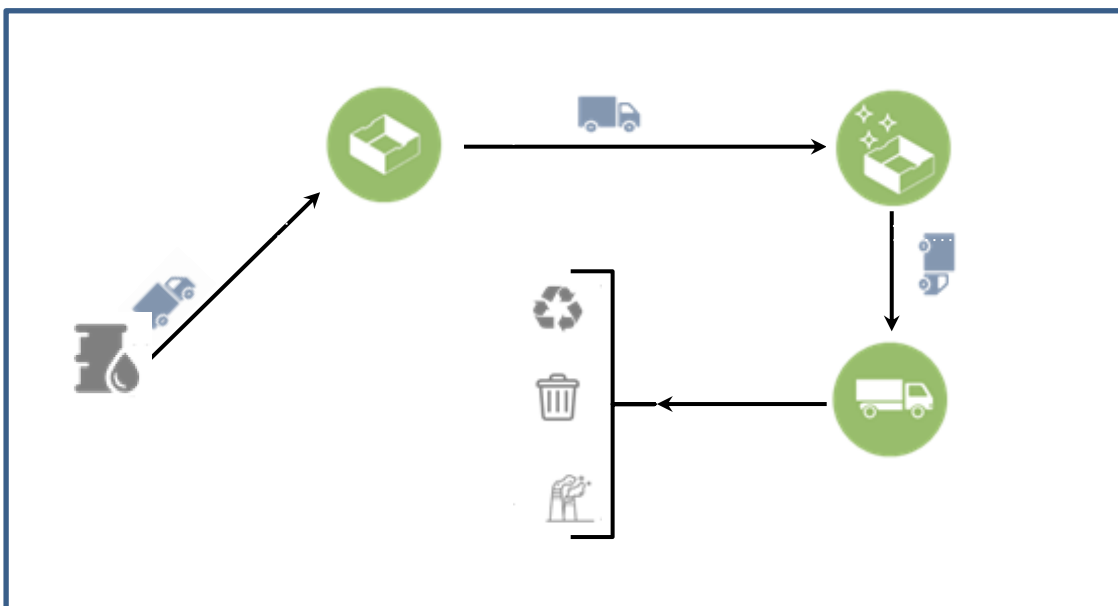


Figura 2: Confini del sistema per lo scenario B: produzione della cassetta da MPV.

**Unità Funzionale.** L'unità funzionale (U.F.) considerata è 1 kg di cassette costituite al 100% da polipropilene (PP).

**Raccolta dati.**

Tutti i dati relativi allo Scenario A sono riferiti al 2017, anno in cui il consorzio ha prodotto 80.652 t di cassette 'USA E RECUPERA' con le percentuali riportate in tabella 1.

Tabella 1: Provenienza del materiale riciclato scenario A. (Fonte: CO.N.I.P.)

Flusso	Origine	Quantità (t)	Percentuale (%)
MPS da macinato	USA E RECUPERA	52.590	65%
MPS da granulo	USA E RECUPERA	2.715	4%
MPS da granulo	Altri imballaggi PP	25.347	31%

I dati del ciclo di produzione della cassetta dello scenario A sono stati calcolati tramite misurazioni dirette sulle diverse tipologie di macchinari utilizzati e forniti dal consorzio tramite interviste e contatti personali; i dati del ciclo di produzione dello scenario B, cassetta da MPV, sono stati stimati e derivano dallo studio interno commissionato dal consorzio a un consulente aziendale (CO.N.I.P., 2018) e dalla banca dati Ecoinvent 3.3 compresa nel software SimaPro 8.3 (PRè, 2016).

Per quanto riguarda le fasi di trasporto le distanze tra i vari attori della filiera sono state calcolate considerando la media pesata tra percorso e relativo *share*. Come specificato in figura 1 e figura 2 i tragitti considerati sono: (a1) MPV – Produttori (a) MPS – Produttori, (b) Macinazione – Granulazione, (c) Raccoglitore – Produttore (d) Produttore – Utilizzatore, (e) Utilizzatore Raccoglitore. Per lo scenario B i dati per il trasporto sono stati stimati dai valori dello scenario A.

La tabella 2 riporta i dati di *input* per i due scenari di produzione messi a confronto.

Tabella 2. Dati di input riferiti all'unità funzionale, 1 kg di cassetta, per i due scenari esaminati.

		SCENARIO A	SCENARIO B
<b>ENERGIA ELETTRICA Totale</b>	kWh/U.F.	0,94	1,19
- Stampaggio		0,67	0,84
- Packaging		0,04	0,05
- Ventilazione		0,03	0,04
- Refrigerazione		0,16	0,20
- Produzione aria compressa	kWh/U.F.	0,04	0,05
- Illuminazione		0,01	0,01
- Produzione scaglie (macinazione)		0,03	-
- Produzione granulo (macinazione ed estrusione)		0,33	-
<b>OLIO MACCHINARI</b>	g/U.F.	1,14	1,54
<b>MATERIA PRIMA</b>			
- MPS da macinato Cassette CO.N.I.P.		650	-
- MPS da granulo Cassette CO.N.I.P.	g/U.F.	40	-
- MPS da granulo Raccolta imballaggi PP		310	-
- MPV PP		-	1000
<b>TRASPORTO</b>			
- (a1) Mezzo (7.5-16 t)		-	331
- (a+b+c) Mezzo (7.5-16 t)	km	200	-
- (d) Mezzo (7.5-16 t)		185	185
- (e) Mezzo (3.5-7.5 t)		63	63

Lo scenario del fine vita della cassetta CO.N.I.P. prevede che il consorzio recuperi il 69% delle casse “USA E RECUPERA” immesse sul mercato. La quota rimanente è stata ripartita, in misura cautelativa, tra smaltimento in discarica e recupero energetico, secondo lo scenario medio nazionale del Programma Specifico di Prevenzione (PSP) Corepla 2018. Mentre lo scenario di confronto considera unicamente la situazione media italiana del riciclo delle plastiche, basata sul suddetto PSP (Corepla, 2018). Infine, per quanto riguarda l'utilizzo di Olio Macchinari i dati delle misurazioni effettuate direttamente sui macchinari impiegati dai vari consorziati, hanno evidenziato come, rispetto allo scenario di confronto, l'efficienza, la manutenzione e l'innovazione continua delle macchine permetta ai singoli consorziati di provvedere a un elevato tasso di produzione con un consumo di olio minore.

### 3. Risultati e discussione

Il grafico di figura 3 riporta le categorie di impatto che dopo il processo di normalizzazione sono risultate maggiormente significative, nonché l'apporto percentuale delle varie fasi del ciclo di vita delle cassette dello Scenario A. Come si può osservare le fasi di Produzione e Distribuzione contribuiscono in maniera prevalente a tutte e cinque le categorie di impatto con il contributo più elevato, 44,45% e 44,05% rispettivamente, alla categoria *Natural land transformation*. Da un'analisi più dettagliata si evidenzia che il contributo di queste due fasi è da ascrivere al combustibile utilizzato nei trasporti. Nello specifico, per la categoria *Natural land transformation* il consumo di gasolio determina il 94% dell'impatto e i contributi maggiori sono della fase di Produzione (43%) e Distribuzione (43%).

La fase di Fine vita dà invece un apporto negativo nella maggior parte delle categorie ma soprattutto in quelle relative alla *Fossil Depletion*, dove il mancato processo di produzione della plastica da materia prima di origine fossile contribuisce per il 68,3%, alla categoria *Terrestrial Acidification*, dove la mancata estrazione del petrolio contribuisce per il 57,2%, e alla categoria *Marine Ecotoxicity* per il 49,4%.

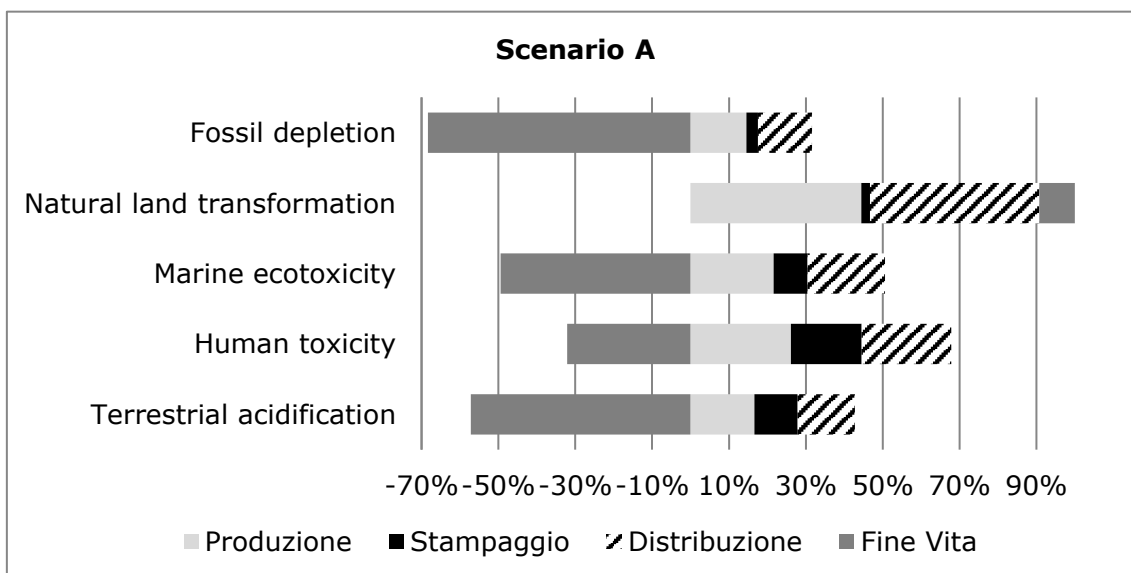


Figura 3. Scenario A, grafico di Normalizzazione delle cinque categorie d'impatto a cui le fasi del ciclo di vita della cassetta prese in considerazione contribuiscono in maniera prevalente e i relativi contributi percentuali

Dal grafico di figura 4 relativo allo scenario B emerge una situazione in parte diversa in quanto la fase a cui si può attribuire il maggior carico ambientale per tutte e cinque le categorie d'impatto più significative è la produzione di MPV che contribuisce alle categorie *Fossil Depletion* per il 67% e *Marine Ecotoxicity* per il 54%. Il contributo della fase di

Distribuzione risulta rilevante (44,05%) unicamente nel caso della categoria *Natural land transformation*, ed è imputabile, ancora una volta, all'utilizzo del combustibile nel trasporto. Il contributo negativo della fase di fine vita della Scenario B risente della minore quantità di materiale avviato al riciclo e quindi, pur contribuendo all'attenuazione di alcuni impatti ambientali, non è altrettanto significativa quanto nello scenario A. Si può infatti evidenziare come nel caso della categoria *Fossil Depletion* il vantaggio sia ridotto al 16% e per la categoria *Terrestrial Acidification* al 44% e alla categoria *Marine Ecotoxicity* per il 20%. Per quanto riguarda i trasporti va specificato che differiscono solo nella fase di produzione della MPS o MPV, in quanto il trasporto dalla fase di Stampaggio alla fase di Distribuzione rimane costante per entrambi gli scenari. La differenza è dovuta al fatto che, pesando le distanze secondo la provenienza del materiale riciclato, si ottiene una distanza minore rispetto allo scenario di confronto.

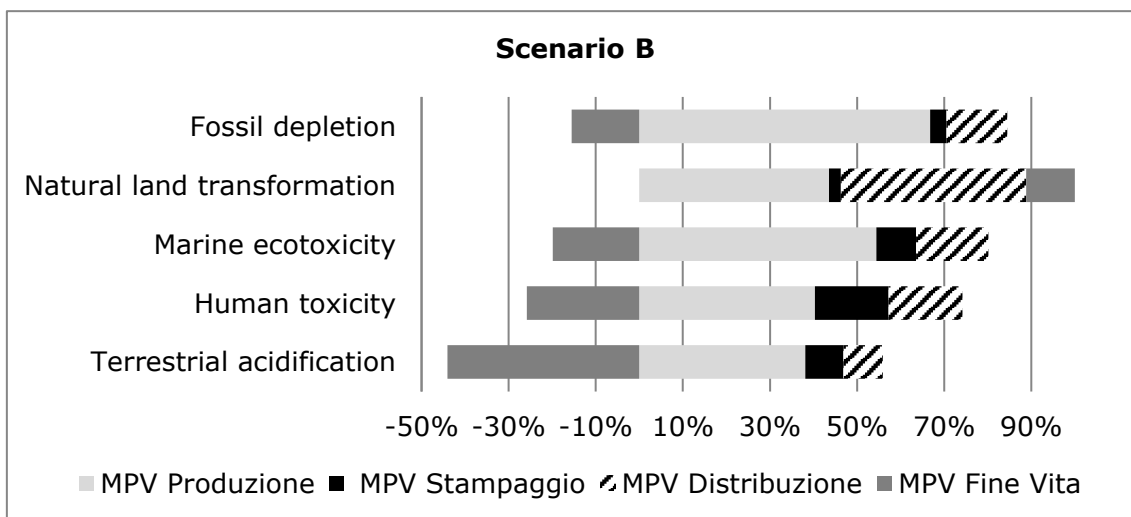


Figura 4. Scenari B, grafico di Normalizzazione delle cinque categorie d'impatto a cui le fasi del ciclo di vita della cassetta prese in considerazione contribuiscono in maniera prevalente e i relativi contributi percentuali.

Si è voluto infine confrontare il diverso apporto dei due scenari di produzione alle categorie d'impatto, evidenziando anche in questo caso unicamente quelle maggiormente interessate (Figura 5). Il dato quantitativamente più rilevante riguarda l'impatto sulla *Natural land transformation* dovuto, principalmente, al consumo di gasolio per i trasporti nella fase di Distribuzione e nella fase di Produzione. Da rilevare il valore negativo nello scenario A per la categoria *Fossil Depletion* ( $-7,8 \cdot 10^{-4}$ ) che evidenzia il mancato utilizzo di materia prima da fonte fossile per la produzione della plastica ( $-67\%$ ) ma anche i diversi quantitativi di olio lubrificante utilizzato nella fase di stampaggio ( $1,4 \cdot 10^6$ ) che nello Scenario B ( $1,9 \cdot 10^6$ ) evidenziano un consumo superiore del 26%. Infine, è interessante notare il contributo alla categoria *Climate Change* nel caso dello Scenario B dovuto alle emissioni di CO<sub>2</sub> del processo di produzione del polipropilene da fonte fossile (47%) e dell'incenerimento della cassetta raccolta come rifiuto (25%).

La produzione del granulo di PP a partire dal 100% di materiale riciclato presenta impatti minori dal punto di vista del GWP, principalmente per il mancato incenerimento della cassetta a fine vita, così come un ridotto consumo di risorse fossili per il non utilizzo di petrolio. Mentre un ridotto avvio al riciclo e un maggiore numero di cassette avviate al recupero energetico porta inevitabilmente ad impatti maggiori come nello scenario B, soprattutto in termini di cambiamento climatico al quale contribuisce per il 25% dell'impatto e di consumo di risorse fossili a cui contribuisce per il 47% (categoria *Fossil Depletion*).

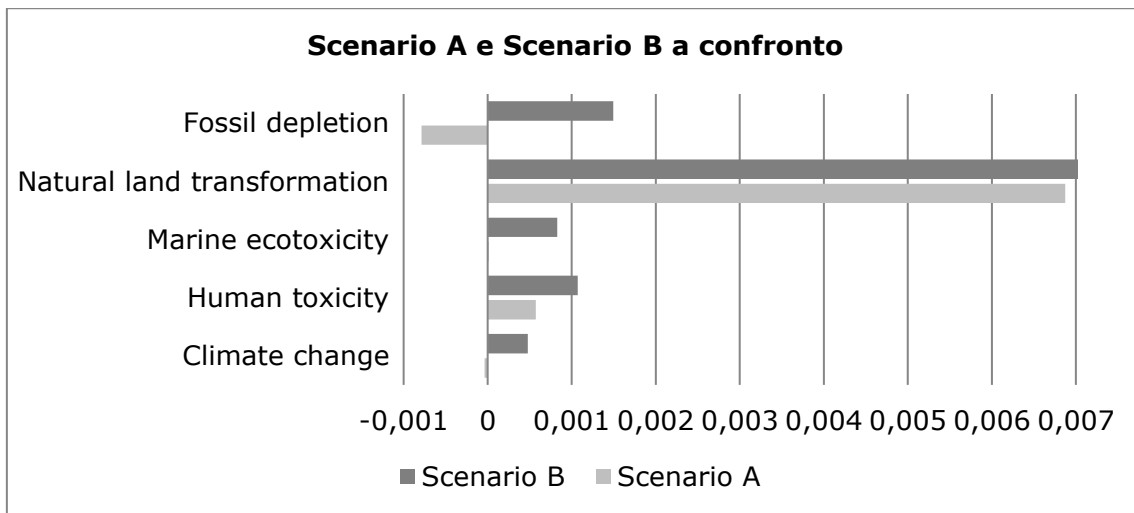


Figura 5: Confronto del contributo totale delle fasi dei due scenari esaminati alle cinque categorie d'impatto più rilevanti

#### 4. Conclusioni

L'analisi LCA ha consentito di individuare i benefici ambientali delle modalità operative del consorzio CO.N.I.P. rispetto a scenari di riferimento medi nazionali. I risultati conseguiti possono costituire un utile spunto per implementare ulteriori strategie migliorative, quali ad esempio interventi specifici nella riprogettazione dei sistemi di raccolta e nella rivisitazione delle geometrie delle cassette che potrebbero configurarsi come un approccio di *Eco-Design* complessivo lungo l'intera filiera. Si potrebbero in tal modo identificare le soluzioni ottimali per unità reale trasportata, tenendo conto della logistica e dei fattori di carico reale. La possibilità di mettere in relazione gli impatti dei contenitori di prodotti ortofrutticoli con un'adeguata valutazione degli interventi rivolti alla riduzione dei rifiuti alimentari rappresenta un'ulteriore possibile area di approfondimento. La disponibilità di informazioni puntuali e dettagliate in merito agli associati CO.N.I.P., al sistema di trasporto e ai flussi di materia potrebbero infine consentire un affinamento degli scenari e costituire un obiettivo di miglioramento generale del progetto.

#### 5. Bibliografia

- EU Commission, 2015. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. COM (2015) 614 final.
- Decreto Legislativo n. 22 del 5/02/1997 in attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio
- CO.N.I.P., 2018. Report interno: Impatto ambientale dello stampaggio a cura di Valli V.
- CO.N.I.P., Report interno
- COREPLA, 2018. Programma Specifico di Prevenzione 2018, viewed 10 January 2019 <http://www.corepla.it/bilancio-e-programmazione>
- EU Environment, 2019. Circular Economy, viewed 5 Mar 2019 [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- Kirchherr, J. W., Hekkert, M. P., Bour, R., Huijbrechtse-Truijens, A., Kostense-Smit, E., & Muller, J. (2017). Breaking the barriers to the circular economy.
- PRè, 2016. *SimaPro 8.1.1 Life Cycle Assessment Software Package*, Amersfoort (NL), PRè Consultant
- Ritzén, S., & Sandström, G. Ö. (2017). Barriers to the Circular Economy—integration of perspectives and domains. *Procedia CIRP*, 64, 7-12.
- Shi, H., Peng, S. Z., Liu, Y., & Zhong, P. (2008). Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives. *Journal of cleaner production*, 16(7), 842-852