

ISSN 2282-6599

RIVISTA DI ECONOMIA E POLITICA DEI TRASPORTI

Anno 2021
Numero 2

R.E.PO.T



SIET

Rivista Scientifica della Società
Italiana di Economia dei Trasporti e della
Logistica

RELAZIONE TRA LOGISTICA INVERSA ED ECONOMIA CIRCOLARE: UNA RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

Marta Biancolin,^{1*} Luigi Capoani,^{1*}

Lucia Rotaris,^{1*}

¹ Dipartimento di Scienze Economiche, Aziendali, Matematiche e Statistiche (DEAMS),
Università di Trieste

Il presente lavoro riassume la letteratura scientifica che ha trattato il tema dell'applicazione dei principi dell'Economia Circolare (EC) ai processi di Logistica Inversa (LI). Lo scopo è di comprendere se e come l'attivazione dell'EC nell'ambito della LI è influenzata dalle caratteristiche del settore produttivo in cui operano le imprese, dall'innovazione tecnologica caratterizzante la logistica aziendale e l'organizzazione logistica della catena dell'offerta, dal ruolo degli attori appartenenti alla catena dell'offerta, dalla struttura più o meno articolata e complessa della catena dell'offerta, dalle esigenze e dalle preferenze dei consumatori. Lo studio mira anche a identificare le principali barriere che ostacolano l'applicazione dell'EC nell'ambito della LI, con lo scopo di individuare, da un lato, le strategie adottabili dalle imprese e, dall'altro, le politiche implementabili dal regolatore per superare tali barriere. Il nostro studio mette anche in evidenza le domande aperte cui la letteratura non è ancora stata in grado di rispondere tracciando quelle che a nostro avviso dovrebbero essere le linee future della ricerca dedicata a questi temi. Il nostro lavoro è stato scritto a beneficio dei ricercatori che necessitano di un quadro di sintesi del tema in oggetto, delle imprese che intendano riorganizzare la gestione della LI in un'ottica di EC, e dei decisori pubblici che vogliano approntare delle politiche più efficaci a sostegno della diffusione dell'EC nelle attività di LI.

Parole Chiave: logistica inversa, economia circolare, catena dell'offerta

* MARTA.BIANCOLIN@phd.units.it

* LUIGI.CAPOANI@units.it

* lucia.rotaris@deams.units.it

1 Introduzione

Gli esperti stimano che entro il 2050 la popolazione mondiale sarà di circa 9 miliardi arrivando, entro il 2100, ad oltre 10 miliardi (Bastein, 2013). Con la crescita della popolazione mondiale, aumenterà anche la domanda di risorse naturali e di materie prime necessarie per la produzione di prodotti finiti e di fattori produttivi intermedi. Si prevede, infatti, che il consumo mondiale di materie prime aumenterà di otto volte nel ventunesimo secolo, con una conseguente domanda ed un consumo di risorse che si stima triplicherà entro la fine del 2050, rendendo necessario un uso sempre più intenso ma anche più accorto di risorse naturali non riproducibili. La crescente domanda di queste risorse pone quindi un onere crescente ed in prospettiva insostenibile sull'ecosistema (Franklin-Johnson et al. 2016).

Nei processi industriali la crescente attenzione verso la sostenibilità ambientale ha portato ad una revisione degli assetti organizzativi della LI, inizialmente finalizzata soprattutto alla riduzione dei costi legati alla gestione dei resi e degli imballaggi ed ora sempre più orientata all'applicazione dei principi dell'EC ovvero al recupero, riciclo, riuso ed alla rigenerazione dei materiali e dei prodotti (Bei e Linyan, 2005; Govindan e Soleimani, 2017). Il tema della LI è stato trattato da molti studiosi ed esistono già alcuni articoli di revisione della letteratura che ha esplorato questo tema. Fra queste menzioniamo il lavoro di Govindan e Soleimani (2017), che categorizza la letteratura per metodologia d'analisi utilizzata e per settore produttivo, la revisione di Kazemi et al. (2019), che classifica la letteratura rispetto alla metodologia di indagine ed al tipo di dati utilizzati, il lavoro di Kumar e Kumar (2013) che suddivide la letteratura in cinque ambiti: gestione operativa, design, produzione, smaltimento dei rifiuti, valutazione d'impatto ambientale, il lavoro di Pokharel e Mutha (2009), che suddivide gli articoli in tre macro-temi: struttura, processi ed output della LI, e la revisione di Prajapati et al. (2019) che accanto ad una classificazione basata sul tipo di dato trattato e sulla metodologia di indagine, categorizza gli articoli pubblicati anche per fattori abilitanti e barriere che ostacolano la LI.

Manca, tuttavia, un lavoro di revisione della letteratura esistente che spieghi quali fattori influenzano l'assetto organizzativo della LI circolare e quali politiche potrebbero favorirne la diffusione. L'obiettivo del presente lavoro è colmare questo gap informativo potenzialmente utile non solo ai ricercatori interessanti al tema ed ai decisori pubblici chiamati a approntare interventi di politica industriale favorevoli la diffusione dei principi di EC nei processi di LI, ma anche ai manager ed agli imprenditori che desiderino capire quali sono i fattori critici di successo di una catena LI sostenibile e rispettosa dell'ambiente.

Il nostro lavoro è strutturato come segue. Nella seconda Sezione illustriamo il processo che abbiamo seguito per selezionare gli articoli inclusi nella nostra revisione. Nella terza Sezione illustriamo il concetto di LI e di EC. Nella quarta Sezione illustriamo la letteratura selezionata rispetto ad otto dimensioni: il ruolo del settore produttivo (4.1); il ruolo della tecnologia (4.2); il ruolo dei diversi attori della catena dell'offerta (4.3); la struttura della catena dell'offerta (4.4); il ruolo del consumatore (4.5); le barriere (4.6); le strategie per superare le barriere (4.7); il ruolo delle politiche e del decisore pubblico (4.8). Infine, nell'ultima Sezione, riportiamo i principali risultati emersi dalla nostra analisi ed i temi che la letteratura non ha ancora sufficientemente indagato e che meritano ulteriori approfondimenti.

2 Criteri e modalità di selezione degli articoli

Questo documento ha lo scopo di sintetizzare le principali evidenze emerse in letteratura in merito all'applicazione dei principi dell'EC nell'ambito dei processi di LI.

Il processo di raccolta e selezione del materiale analizzato è stato il seguente: una volta formulate le domande di ricerca abbiamo iniziato a selezionare gli articoli utilizzando le parole chiave "reverse logistics" e "circular economy" nelle seguenti banche dati: Scopus, Science Direct Library e Transport Research International Documentation (TRID). Dei 173 articoli trovati, ne abbiamo selezionati 120, escludendone 53 sulla base del contenuto dell'abstract qualora poco coerente con gli obiettivi della nostra ricerca. Abbiamo quindi classificato gli articoli selezionati in base all'autore, alla data, alla rivista, all'ambito geografico ed alle dimensioni di analisi di nostro interesse. Abbiamo integrato la selezione individuata con articoli citati nei lavori già selezionati ritenuti pertinenti e significativi ai fini dei nostri obiettivi di ricerca. Inoltre, per ampliare ulteriormente il numero degli articoli oggetto della nostra revisione, abbiamo condotto una ricerca più approfondita sulle riviste che hanno trattato con maggior frequenza il tema di nostro interesse, cioè: Journal of Cleaner Production, Resources Conservation and Recycling, Business Strategy and the Environment, International Journal of Production Research. Siamo giunti così ad un totale di 130 articoli. Il processo di selezione che abbiamo seguito è descritto in Figura 1.

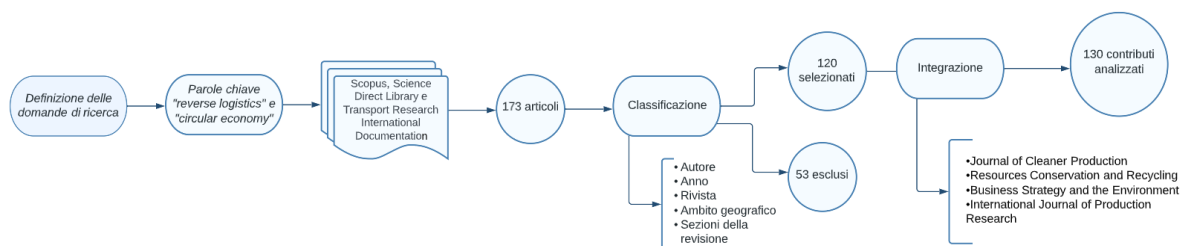


Figura 1. Processo di selezione degli articoli

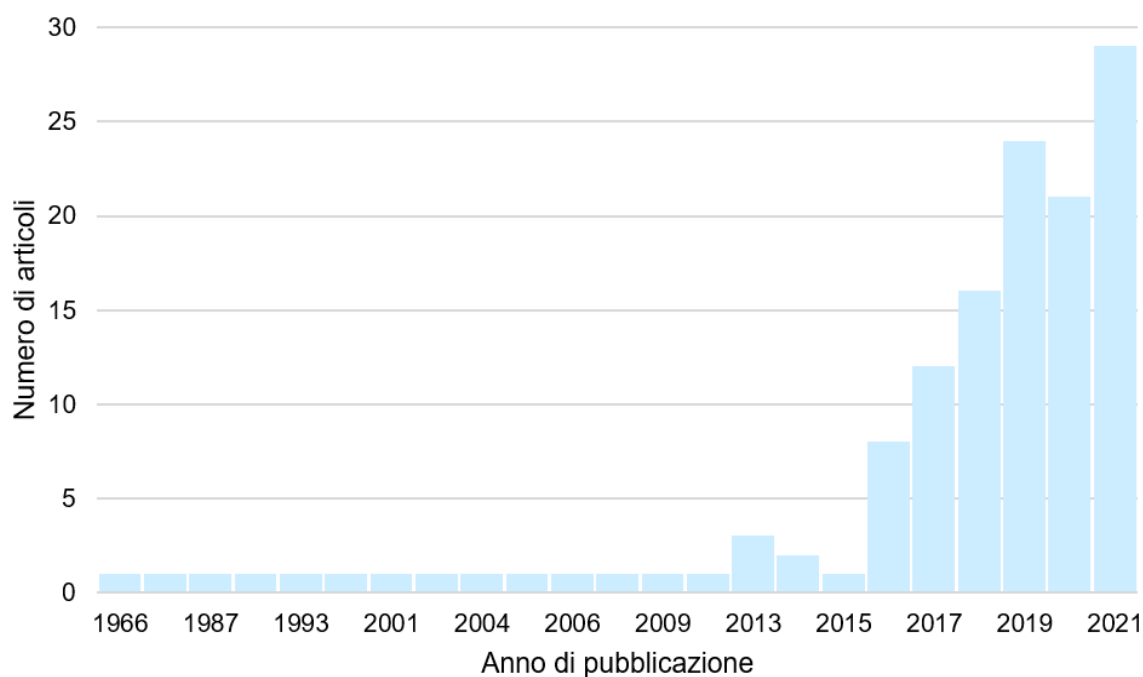


Figura 2. Analisi degli articoli selezionati per anno di pubblicazione (1966-2021)

Sulla base della frequenza degli articoli per anno di pubblicazione possiamo concludere che lo studio dell'interazione tra LI ed EC è un fenomeno relativamente recente. Infatti, la ricerca in questo campo si è intensificata in particolare negli ultimi 6 anni che mostrano un andamento di forte crescita dell'interesse al tema (Figura 2) la quale riporta la tendenza di forte crescita dei contributi per anno di pubblicazione. Inoltre, gli articoli pubblicati negli anni precedenti, soprattutto dal 1966 al 2010, approssicano il tema in maniera teorica; mentre negli anni più recenti sono stati pubblicati anche lavori di taglio empirico. La maggior parte dei contributi, inoltre, si focalizza su Asia (36%), Europa (24%), e America (24%) come illustrato in Figura 3. Marginali risultano invece altre macro contesti geografici come Africa (2%) e Oceania (4%).

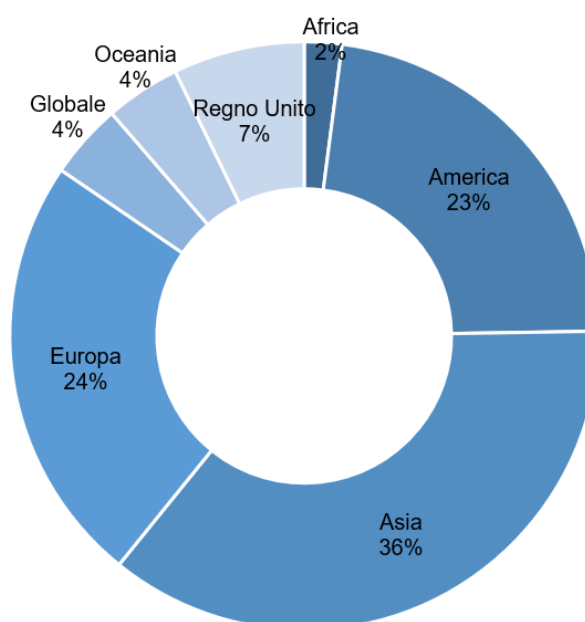


Figura 3. Analisi degli articoli selezionati per macro-ambito geografico

La maggior parte degli studi si riferisce alla Cina, seguita dal Brasile e dal Regno Unito (Figura 4).

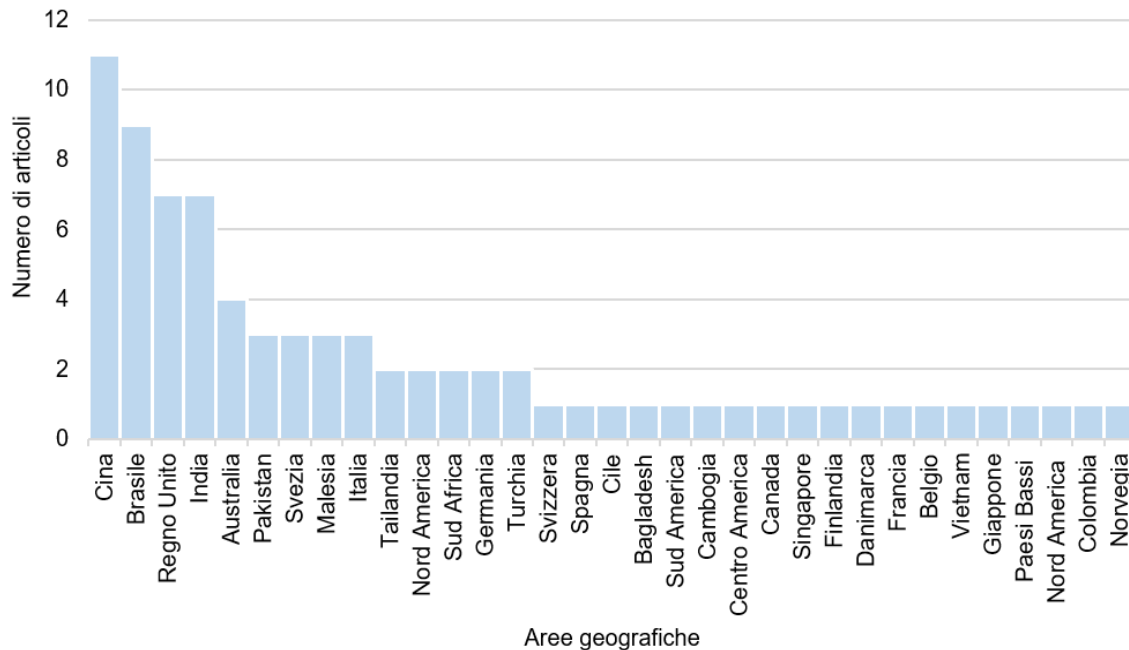


Figura 4. Aree geografiche oggetto di studio

3 Il concetto di EC e LI

Nell'ultimo decennio è aumentato considerevolmente il numero di articoli dedicati al concetto di EC (Blomsma e Brennan, 2017) a causa della maggiore sensibilità per i temi legati alla sostenibilità ambientale ed alla conseguente necessità di gestire in modo più efficiente i fattori produttivi, in particolare le risorse naturali non riproducibili, ed i sottoprodotti e gli scarti dei processi produttivi (Lieder e Rashid, 2016). Diversi studi hanno cercato di chiarire e classificare le diverse definizioni di EC che nel tempo sono state proposte in letteratura, come illustrato nelle revisioni degli articoli dedicati al tema di Geissdoerfer et al. (2017), Ghisellini et al. (2016), Heshmati (2017), Kirchherr et al. (2017), Korhonen et al. (2018) secondo cui per EC si intende un modello di produzione e consumo che implichi il riutilizzo, la riparazione, il ricondizionamento ed il riciclo dei materiali e dei prodotti in modo che la loro fruibilità si protragga nell'orizzonte temporale più lungo possibile. L'elemento centrale dell'EC è, quindi, rappresentato dal riciclaggio applicato a tutte le fasi del processo produttivo, dall'estrazione delle materie prime alla consegna del prodotto finito, come già ampiamente discusso nei lavori di Boulding (1966) e Pearce e Turner (1993). Altri ricercatori, come Kalmykova et al. (2018) e Merli et al. (2018), ne hanno enfatizzato, invece, la caratteristica di eco-efficienza, ovvero l'obiettivo di aumentare la produttività dei processi produttivi minimizzando l'uso di risorse e la produzione di rifiuti. Sauvè et al. (2016) mettono, invece, in luce l'elemento della sostenibilità intergenerazionale dei processi produttivi e dell'internalizzazione dei costi sociali causati dai processi produttivi.

In letteratura è stato dedicato ampio spazio anche al concetto di LI che può rappresentare un elemento chiave nell'implementazione dell'EC (Esposito et al. 2017). L'American Reverse

Logistics Executive Council descrive la LI come l'insieme delle attività volte a gestire i resi e il rientro dei prodotti dai punti vendita, o di consumo, al produttore, per eseguirne la riparazione, il riciclaggio o lo smaltimento al minor costo possibile e nel modo più economicamente efficiente (Bernon et al. 2018). L'obiettivo della LI è di ridurre la quantità di materiale scartato o smaltito, valorizzando il movimento dei prodotti dismessi e dei materiali di imballaggio in direzione opposta al flusso principale (Murphy 1986; Murphy e Poist 1988; Stock e Lambert, 1987). Nei processi caratterizzanti la LI, la fase di restituzione del prodotto è il punto di partenza del riciclo del prodotto finalizzato al recupero del valore residuo dei prodotti dismessi (Blackburn et al. 2004). Secondo Srivastava (2008) e Thierry et al. (1995), fra le attività più importanti della LI vi è il riutilizzo diretto (rivendita diretta) del prodotto, la gestione del recupero del prodotto (test/ispezione, smontaggio, riparazione, ricondizionamento, rigenerazione, canalizzazione, riciclaggio), la gestione dei rifiuti (smaltimento, conferimento in discarica, incenerimento, riciclaggio) e la gestione degli imballi (riciclo, smaltimento, discarica, incenerimento). Diversi studi (Govindan et al. 2015; Govindan et al. 2016; Tosarkani et al. 2020) hanno sottolineato come l'applicazione dei principi di EC nella gestione della LI aumenti la sostenibilità ambientale dei processi di produzione e consumo (Rajput e Singh, 2021), tuttavia, la letteratura specificamente dedicata all'applicazione congiunta dell'EC e della LI è ancora relativamente poco sviluppata (Bernon et al. 2018). La Figura 5 evidenzia il tema di ricerca su cui si è focalizzata la nostra revisione.

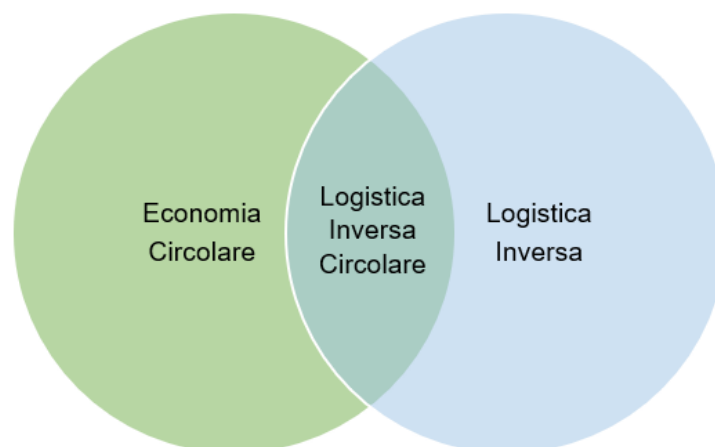


Figura 5. Temi analizzati in letteratura e focus della nostra revisione

4 I principali temi trattati negli articoli selezionati

4.1 Il ruolo del settore produttivo

L'integrazione tra LI ed EC è in taluni settori produttivi più complessa e difficile da realizzarsi che in altri come evidenziato da Frei et al. 2020 e da Waqas et al. 2018. Nell'industria tessile e dell'abbigliamento le problematiche più frequentemente citate riguardano la mancanza di risorse economico-finanziarie, tecnologiche, informative e di adeguate normative, accanto alla scarsa importanza attribuita dai consumatori alla sostenibilità dei prodotti acquistati, come illustrato da Kazancoglu et al. (2021a) e Saha et al. (2021) per paesi in via di sviluppo come Vietnam, Bangladesh e India, e da Franco (2017) per il contesto europeo.

Nell'industria dei prodotti elettronici le criticità sono principalmente legate alla mancanza di coordinamento e di scambio di informazioni fra gli attori coinvolti nella catena dell'offerta, oltre che all'inadeguatezza delle tecnologie utilizzate nel processo di gestione dei flussi di

ritorno. Jalali et al. (2021) e Savaskan e Wassenhove al. (2006) evidenziano fra le maggiori criticità l'assetto organizzativo dei flussi di ritorno e le modalità di raccolta dei prodotti dismessi, ma accanto a questi fattori Zlamparet et al. (2017) sottolineano anche l'importanza della definizione di strategie di prezzo dei prodotti nuovi rispetto a quelli rigenerati che non cannibalizzano i primi pur valorizzando i secondi. Agrawal et al. (2019) studiano l'impatto che queste strategie hanno nel settore elettronico in India ed analizzano come la loro efficacia sia determinata da fattori interni ed esterni all'impresa. Tra i fattori interni maggiormente condizionanti il successo della catena LI in Norvegia Flygansvær et al. (2018) individuano la cultura aziendale e la collaborazione interaziendale, mentre tra i fattori esterni più importanti Mansuy et al. (2020) identificano il comportamento e le preferenze dei consumatori. Per superare le carenze di condivisione delle informazioni lungo la catena dell'offerta dei semiconduttori Hickley et al. (2020) propongono l'adozione dell'e-trading, mentre per incrementare la vendita dei prodotti rigenerati Gu et al. (2019) suggeriscono un modello di responsabilità estesa del produttore. Rispetto al mercato delle automobili elettriche e delle loro componenti, le sfide maggiori riguardano la difficoltà di prevedere non solo la domanda di veicoli o componenti rigenerati (Milios et al. 2019), ma anche la quantità e la qualità dei flussi di ritorno (Kamper et al. 2019). Un tema ampiamente studiato nella letteratura dedicata all'applicazione dell'EC nella LI nell'ambito della produzione di prodotti elettronici e di veicoli elettrici è stata l'adozione di nuove tecnologie, processi automatizzati e interconnessi per facilitare l'implementazione di pratiche circolari lungo la catena del valore (Bag et al. 2021; Garrido-Hidalgo et al. 2019; Gigli et al. 2019; Surajit e Telukdarie, 2018; Martins et al. 2021; Azadnia et al. 2021; Vogt Duberg et al. 2020). Infine, Kuo et al. (2019) dimostrano, che un corretto design degli imballaggi per trasportare i pannelli LCD è un elemento essenziale per favorire il riciclo e il riutilizzo degli imballaggi, con significativi vantaggi economici rispetto alla LI lineare.

Nel settore delle costruzioni Anastasiades et al. (2021) riportano la scarsa diffusione e adozione delle pratiche di LI in un'ottica di circolarità a causa della mancanza di una regolamentazione efficace e della riluttanza delle parti interessate (produttori di materiali, appaltatori e designer) alla loro adozione percepita come una fonte di costi aggiuntivi piuttosto che come un vantaggio competitivo. Inoltre, i materiali riciclati possono essere più costosi e non adatti alle caratteristiche specifiche dei progetti da realizzare. Wijewickrama et al. (2021) mettono in luce anche la limitata condivisione delle informazioni tra i diversi attori della supply chain. Chileshe et al. (2018) e Debacker et al. (2017) identificano i fattori sociali, ambientali ed economici che favorirebbero lo sviluppo e il miglioramento della LI circolare in questo settore, suggerendo anche un insieme di buone pratiche cui le imprese dovrebbero ispirarsi fra cui la decostruzione in alternativa alla demolizione nell'ottica del riutilizzo e del riciclo dei materiali. Rimanendo nell'ambito delle costruzioni, Hammes et al. (2019), forniscono una lista di indicatori utili a valutare le performance delle attività di LI circolare nel settore delle costruzioni in Brasile e in Colombia. Prioritari risultano essere l'acquisto di materiali a basso impatto ambientale (green purchase) ed il corretto conferimento del materiale di scarto.

Nell'industria delle forniture di lusso Barbaritano et al. (2019) evidenziano come la conoscenza dei principi di EC tra le imprese del settore è piuttosto bassa, sebbene ne sia riconosciuta l'utilità. Mentre nel settore dei servizi logistici Centobelli et al. (2017) sottolineano la mancanza di una classificazione delle strategie applicative della circolarità nei processi di LI, la mancanza di stime dell'impatto che tali strategie producono sulla performance delle imprese, la carenza di studi sui fattori che favoriscono la circolarità della LI e sulle preferenze e la disponibilità a pagare dei consumatori affinché le imprese adottino questo tipo di strategie.

Nel settore alimentare le problematiche che limitano l'integrazione tra LI ed EC riguardano la deperibilità del cibo, i conseguenti rifiuti e la corretta gestione e smaltimento degli imballaggi. La natura deperibile degli alimenti richiede operazioni di LI rapide ed efficienti per mantenere qualità e salubrità dei prodotti (Khalafi et al. 2020; Vlachos, 2014). Kazancoglu et al. (2021b) stimano l'impatto ambientale che tali pratiche hanno al fine di ridurre al minimo lo spreco

alimentare ed i rifiuti. La prospettiva circolare di quest'industria e la riduzione dei rifiuti dipende in gran parte dall'attenzione verso l'ambiente e dalle scelte di consumo etiche dei consumatori, dalle infrastrutture adibite al riciclo e dalla regolamentazione che dovrebbe suggerire le pratiche da adottare (Abuabara et al. 2019; de Oliveira et al. 2019; Guarnieri et al. 2020; Ottoni et al. 2020).

Viegas et al. (2019) analizzano l'industria farmaceutica, anch'essa caratterizzata da criticità nei flussi di ritorno dovute alle complesse procedure di riciclaggio che i prodotti farmaceutici richiedono, alle difficoltà di coordinamento delle parti coinvolte nei processi logistici, alla mancanza di regolamentazione ed alla diffidenza dei consumatori.

In Figura 6 i contributi per ciascun settore produttivo descritto.

Settore alimentare	•Abuabara et al. (2019); Batista et al. (2019); de Oliveira et al. (2019); Guarnieri et al. (2020); Kazancoglu et al. (2021b); Khalafi et al. (2020); Ottoni et al. (2020); Vlachos (2014).
Settore elettronico	•Agrawal et al. (2019); Azadnia et al. (2021); Bag et al. (2021); Flygansvær et al. (2018); Gu et al. (2019); Garrido-Hidalgo et al. (2019); Gigli et al. (2019); Hickley et al. (2020); Jalali et al. (2021); Julianelli et al. (2020); Kamper et al. (2019); Kuo et al. (2019); Mansuy et al. (2020); Martins et al. (2021); Milios et al. (2019); Savaskan & Wassenhove (2006); Surajit & Telukdarie (2018); Vogt Duberg et al. (2019); Zlamparet al. (2017).
Settore edilizio	•Anastasiades et al. (2021); Chileshe et al. (2018); Debacker et al. (2017); Hammes et al. (2020); Wijewickrama et al. (2021).
Settore tessile	•Franco (2017); Kazancoglu et al. (2021a); Saha et al. (2021).
Settore arredamento	•Barbaritano et al. (2019).
Settore farmaceutico	•Viegas et al. (2019).
Multisetoriale	•Frei et al. (2020); Guarnieri et al. (2020).
Servizi	•Centobelli et al. (2017).

Figura 6. Contributi per settore produttivo

4.2 Il ruolo della tecnologia

Diversi studiosi sottolineano la centralità della tecnologia digitale per favorire l'applicazione dei principi di EC nei processi di LI (e.g., Dey et al. 2020; Julianelli et al. 2020; Wijewickrama, et al. 2021; Okorie et al. 2021). La tecnologia digitale, infatti, permette una maggiore collaborazione tra gli attori coinvolti nella catena dell'offerta, favorendo lo sviluppo di soluzioni innovative ed efficienti nell'uso e nel riuso di risorse, materiali ed energia. Nascimento et al. (2019), analizzando 66 rapporti di ricerca, concludono che l'uso di Internet of Things (IoT), tag di identificazione a radiofrequenza (RFID) e tecnologia blockchain permette di tenere traccia dei flussi dei materiali in modo più efficace, agevolando la sostenibilità nelle filiere circolari. Anche Centobelli et al. (2021) e Khan et al. (2021) sottolineano che l'uso della tecnologia blockchain ha enormi potenzialità nel miglioramento dei flussi di informazioni lungo la catena dell'offerta, perché, agendo sul livello di fiducia tra i partner che devono gestire i flussi di ritorno, garantisce una gestione più efficace della LI. Essa permette la registrazione di dati sensibili inerenti alle transazioni fra le parti, tracciando la responsabilità dell'attore che immette le informazioni e minimizzando la vulnerabilità dei flussi informativi. Khan et al. (2021), a tal proposito, fanno riferimento agli smart contract¹ e all'utilità della

¹ Strumenti che aiutano a costruire relazioni di lungo termine, solide, tra gli attori della supply chain in quanto aumentano le informazioni condivise, nonché l'efficienza nei processi di approvvigionamento riducendone i costi.

tecnologia nel prevenire l'adozione di comportamenti scorretti nell'ambito dei processi di approvvigionamento (ad es. corruzione). Sawe et al. (2021), analizzando la crescita dell'e-commerce e del marketing online, sottolineano come la gestione sostenibile della LI stia diventando una sfida sempre più complessa da cogliere. In quest'ottica, l'uso delle tecnologie dell'industria 4.0, come l'analisi dei big data, l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico, può risultare di grande utilità per migliorare la sostenibilità della catena dell'offerta ed in particolare della LI, come evidenziato anche dagli studi condotti da Abdul-Hamid et al. (2020), Bag et al. (2021), Ciliberto et al. (2021), Ethirajan et al. (2021), Garrido-Hidalgo et al. (2019), Ghadimi et al. (2019), Gigli et al. (2019), Govindan e Hasanagic (2018), Gupta et al. (2021); Rajput et al. (2021), Dev et al. (2020) e Surajit e Telukdarie (2018). Inoltre, Sharma et al. (2021), analizzando sei piccole medie imprese indiane operanti in diversi settori produttivi, fra cui il tessile, il farmaceutico e l'edilizia, sottolineano che le tecnologie dell'industria 4.0 non aumentano solo la sostenibilità della LI, ma producono effetti positivi anche sui profitti e sulla sostenibilità economico-finanziaria dell'impresa.

In letteratura ci sono molti studi empirici sull'importanza delle innovazioni tecnologiche nei processi di LI al fine di garantirne la circolarità di specifici settori produttivi, ad esempio Batista et al. (2019) nella gestione degli imballaggi, Martins et al. (2021) e Azadnia et al. (2021) nella LI della componentistica delle auto elettriche in Europa, Jin et al. (2020) nello smaltimento di rifiuti ad elevato impatto ambientale. Vogt Duberg et al. (2020), sulla base di 14 interviste condotte con produttori di apparecchiature elettriche al fine di comprendere quali sono i fattori decisivi nei processi di rigenerazione dei prodotti, concludono che la rigenerazione ed il ricondizionamento dei prodotti di ritorno dipendono in modo cruciale dall'innovazione tecnologica che coinvolga non solo i processi produttivi e rigenerativi, ma anche il design del prodotto stesso.

Lieder e Rashid (2016), però, hanno rilevato che l'innovazione tecnologica nel contesto dell'industria manifatturiera è ancora inadeguata ed insufficiente per garantire la sostenibilità della LI. Alle stesse conclusioni giungono Heyes et al. (2018) e Kinnunen e Kaksonen (2019), che riscontrano la limitata capacità di riciclare risorse ed energia a causa del lento e disomogeneo progresso tecnologico nei processi di LI. Secondo Su et al. (2013), che studiano i processi di LI ed EC in Cina, e Bockholt et al. (2020), che analizzano i fattori che incidono sulla performance finanziaria delle iniziative di EC per un grande produttore danese di apparecchiature elettriche, l'inadeguata implementazione dell'Industria 4.0 ai processi di LI è causata, da un lato, dagli alti investimenti necessari per l'acquisto e l'adeguamento delle nuove tecnologie e, dall'altro, dalla mancanza delle competenze necessarie per utilizzare proficuamente i nuovi sistemi tecnologici soprattutto quando l'impresa ha dimensioni medio-piccole. Silva e Morais (2021) e Piyathanavong et al. (2019) sostengono, inoltre, che la maggior parte delle innovazioni tecnologiche relative alla gestione circolare della LI sono inadatte ai paesi in via di sviluppo. Secondo Chen et al. (2021) queste sono le ragioni per cui molte imprese preferiscono esternalizzare la gestione della LI, piuttosto che farsene carico nell'ambito della propria organizzazione. Inoltre, a causa del moltiplicarsi delle varietà dei prodotti che vengono immessi sul mercato sulla scorta delle innovazioni tecnologiche e della riduzione della vita utile dei prodotti, sta diventando sempre più difficile e costoso per le imprese gestire la LI in modo circolare e sostenibile (Ghadimi et al. 2019).

Per superare almeno in parte questi ostacoli Cricelli et al. (2021) sostengono sia fondamentale la collaborazione verticale fra gli attori della catena dell'offerta, che dovrebbero mettere a sistema risorse finanziarie e competenze tecniche al fine di condividere sia gli oneri che i benefici derivanti dalla circolarità della LI garantita dall'innovazione tecnologica. In aggiunta, gli autori sostengono che strutture di mercato più concorrenziali e una più intensa collaborazione fra il mondo della ricerca e dell'impresa rappresentano elementi facilitatori nell'adozione di tecnologie innovative che migliorino la circolarità della LI.

Il ruolo delle tecnologie suggerite per favorire l'integrazione della circolarità nei processi logistici inversi è descritto in Figura 7.

Tecnologie digitali, IoT, RFID, Blockchain
•Centobelli et al. (2021); Dey et al. (2020); Julianelli et al. (2020); Khan et al. (2021); Nascimento et al. (2019); Okorie et al. (2021); Sawe et al. (2021); Wijewickrama et al. (2021).
Industria 4.0
•Abdul-Hamid et al. (2020); Bag et al. (2021); Ciliberto et al. (2021); Dev et al. (2020); Ethirajan et al. (2021); Garrido-Hidalgo et al. (2019); Ghadimi et al. (2019); Gigli et al. (2019); Govindan & Hasanagic (2018); Gupta et al. (2021); Rajput & Singh (2021); Sawe et al. (2021); Sharma et al. (2021); Surajit & Telukdarie (2018).
Tecnologie per la circolarità
•Azadnia et al. (2021); Batista et al. (2019); Jin et al. (2020); Martins et al. (2021); Vogt Duberg et al. (2020).
Tecnologie inadeguate e scarsa innovazione tecnologica
•Bockholt et al. (2020); Chen et al. (2021); Heyes et al. (2018); Kinnunen & Kaksonen (2019); Lieder & Rashid (2016); Piyathanavong et al. (2019); Silva & Morais (2021); Su et al. (2013).

Figura 7. Il ruolo della tecnologia nella circolarità della LI

4.3 Il ruolo dei diversi attori nella SC

In letteratura non esistono molti articoli che analizzano il ruolo che i diversi attori della catena dell'offerta ricoprono nell'implementazione dei principi di EC nei processi di LI (Figura 8). Questa carenza è probabilmente dovuta al fatto che la struttura della catena dell'offerta ed il ruolo giocato dai diversi attori può essere molto differente in funzione del settore produttivo indagato. Un fattore che emerge dalla letteratura esistente su questo tema è che l'analisi dovrebbe comprendere non solo i produttori, i fornitori ed i distributori, ovvero i membri della catena dell'offerta intesa in senso stretto, ma anche i consumatori ed il regolatore (Brown e Bajada, 2018), infatti, Bhatia e Kumar Srivastava, (2019) affermano che il successo di una LI circolare dipende dal coinvolgimento di tutti gli attori della catena intesa in senso ampio. Bernon et al. (2018) e Silva e Morais (2021) sostengono, inoltre, che il successo di una LI circolare dipende dalle relazioni esistenti fra tutti gli attori della catena dell'offerta e dal fatto che il maggior valore aggiunto che ne deriva vada a beneficio di tutti i membri della catena.

Nell'ambito del settore edile Wijewickrama et al. (2021) individuano una catena formata da attori principali (fornitori, architetti, sviluppatori, clienti, aziende di demolizione e trasporto) ed attori periferici (governo, politici, consigli locali, istituzioni anche accademiche e utilizzatori finali). Secondo gli autori, gli attori principali sono responsabili di ciascuna fase della catena logistica chiusa, mentre gli attori periferici regolano, generano incentivi, controllano e monitorano ogni fase del processo. Le istituzioni accademiche hanno anche un ruolo importante nelle attività di ricerca e sviluppo, mentre gli utilizzatori finali danno riscontri per migliorare il processo. Anche Flygansvær et al. (2018) sottolineano l'importanza del ruolo degli attori principali della catena dell'offerta al fine di sviluppare una LI circolare. Secondo gli autori, gli attori principali devono monitorare le azioni intraprese dagli attori periferici e devono fare investimenti specifici per favorire la condivisione della cultura della sostenibilità e del riciclo. Parsa et al. (2020) e Centobelli et al. (2017), studiando le aziende che offrono servizi logistici, concludono che gli attori coinvolti nella catena di LI dovrebbero essere sostenuti finanziariamente dalle imprese che fabbricano i prodotti, primi responsabili della generazione di imballi e di prodotti da riciclare/riconfigurare/rigenerare.

In letteratura esistono molti esempi di LI circolare attivata da un attore principale che è tale o per la sua maggiore dimensione rispetto agli altri anelli della catena, o perché per la posizione che ha nella catena si trova maggiormente a contatto con i consumatori ed è quindi più esposto alle pressioni derivanti dalla maggiore sensibilità ambientale dell'opinione pubblica. Ad esempio, Batista et al. (2019), studiando la catena LI di Tetrapak in Brasile, hanno messo in evidenza il ruolo centrale dell'azienda per facilitare le collaborazioni tra tutti gli attori della catena, comprese le imprese locali che si occupano di trasformare gli imballaggi raccolto in materie prime seconde cofinanziando le attrezzature necessarie per la raccolta ed il

riciclaggio. Anche de Oliveira et al. (2019), occupandosi del settore del polistirolo espanso in Brasile, evidenziano il ruolo fondamentale giocato da due grandi imprese che si occupano di trasformare il polistirolo espanso da un lato attivando delle collaborazioni con i rivenditori al fine di raccogliere i rifiuti riciclabili e dall'altro creando di punti di raccolta post-consumo. Chirra et al. (2021), invece, evidenziano l'importanza dei fornitori nel settore automobilistico indiano per la realizzazione di un sistema di LI circolare. Barbaritano et al. (2019) nel settore del lusso, ritengono sia cruciale il ruolo dei designer nello scegliere materiali riciclabili e nel definire le caratteristiche dei prodotti finali tali da incoraggiarne il riutilizzo. Infine, Franco (2017), studiando il settore tessile europeo, evidenzia il ruolo dominante esercitato dalle imprese che si trovano all'estremo della catena dell'offerta, perché sono più visibili ai consumatori e sono quindi più soggette alle pressioni esercitate dagli stakeholder esterni. Queste imprese, normalmente, sono anche le più grandi ed hanno un ampio bacino di utenti; perciò, riescono a tradurre più rapidamente l'attivazione di strategie di EC in un aumento sostanziale della domanda e in un ritorno economico significativo.

Debacker et al. (2017) sostengono, invece, che solo attraverso la cooperazione tra gli attori periferici e gli attori principali si possono raggiungere obiettivi di circolarità significativi e sostenibili, a prescindere da chi sia l'attore che attiva il processo circolare. Cricelli et al. (2021), studiando diverse imprese in Germania, non individuando un attore principale che dovrebbe farsi carico del coordinamento e della promozione delle attività di CE nella LI, quanto piuttosto un impatto positivo della collaborazione verticale, della collaborazione orizzontale e della collaborazione con gli istituti di ricerca. Secondo Sharma et al. (2021) un'elevata cooperazione ed uno stretto coordinamento tra tutti gli attori coinvolti (governo, aziende e consumatori) consentirebbe anche di comprendere meglio il comportamento dei consumatori, spesso reticenti all'acquisto di prodotti rigenerati, e di rafforzare il rapporto con i clienti, migliorando il controllo della qualità e integrando il recupero e il riciclo nella gestione delle scorte (Silva e Morais, 2021; Barbaritano et al. (2019). Anche Guarnieri et al. (2020), studiando la LI nel settore degli imballaggi in Brasile, sostengono che il fattore determinante per la LI circolare è la responsabilità condivisa di tutti gli attori coinvolti nella SC (governo, industria manifatturiera, raccoglitori di rifiuti e consumatori). Infatti, la legge sui rifiuti solidi in Brasile prevede che i produttori, gli importatori, i rivenditori e i distributori siano corresponsabili dell'organizzazione e della gestione del sistema di LI, mentre i consumatori, sono responsabili della restituzione del prodotto dismesso (Ottoni et al. 2020).

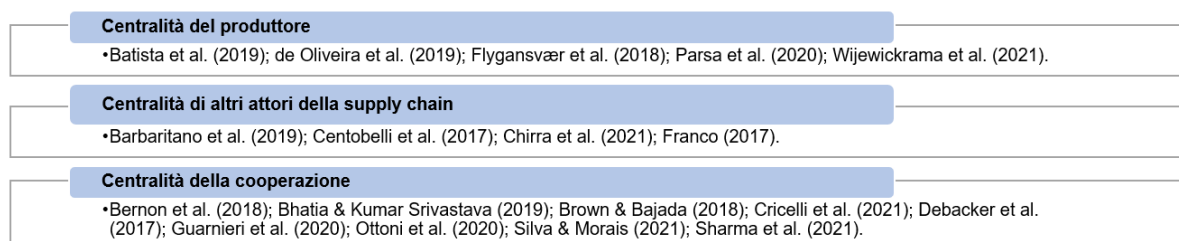


Figura 8. Il ruolo dei diversi attori della catena dell'offerta nella circolarità della LI

4.4 La struttura della supply chain

La LI circolare può essere centralizzata o decentralizzata a seconda se l'organizzazione è in capo all'attore principale della catena o se è condivisa fra più attori. La raccolta dei prodotti usati può essere, invece, diretta o indiretta a seconda che il produttore scelga di raccogliere i prodotti dai consumatori (raccolta diretta) o di gestire la raccolta attraverso i rivenditori (raccolta indiretta). A questo proposito Fu et al. (2021) studiano quali sono le caratteristiche qualitative e quantitative dei prodotti che condizionano le scelte in merito ai canali di ritorno da utilizzare. Savaskan e Wassenhove (2006), ispirandosi ai modelli di catena chiusa di

Xerox, HP e Kodak, trovano che la raccolta indiretta è preferita dal produttore quando la possibilità di competere sul prezzo è bassa. Un esempio sono le macchine fotografiche monouso di Kodak per le quali la capacità di competere nei prezzi con i prodotti di altri produttori è scarsa. Viceversa, nelle categorie di prodotto con maggiori livelli di concorrenza sui prezzi, come nel caso delle cartucce di stampa Xerox, la vendita avviene tramite imprese di proprietà dell'azienda produttrice con cui è possibile organizzare un sistema di raccolta diretta. La raccolta dei prodotti in permuta è preferita dai produttori se è possibile esternalizzare la raccolta dei prodotti ad un collettore (Quan et al. 2021). In questo caso l'impresa che si occupa di gestire il servizio deciderà il tasso di raccolta e l'impresa produttrice sarà soggetta ad un prezzo di riacquisto sui beni raccolti dal collettore. Rispetto alla struttura centralizzata e decentralizzata Ma et al. (2017), definiscono diversi scenari in cui un pianificatore, un produttore, un dettagliante e una parte terza agiscono come collettori. Nel caso centralizzato il leader è un pianificatore centrale, il quale ha in capo le decisioni sui prezzi di vendita, i tassi di raccolta e gli investimenti in campagne di marketing, mentre gli altri attori agiscono come followers; nel caso decentralizzato il produttore è considerato il leader, mentre il dettagliante e la parte terza i followers. Gli autori estendono il modello considerando il caso in cui l'impresa dettagliante è orientata all'equità nella ripartizione dell'utile generato dai diversi assetti organizzativi. Quest'ultima, è considerata essenziale per mantenere un buon grado di cooperazione nelle operazioni di LI. L'equità può essere mantenuta tramite un prezzo costante nel caso in cui la catena logistica è formata solo da un'impresa che si occupa di rigenerazione e da un collettore, ma potrebbe non essere sufficiente a mantenere la cooperazione nel momento in cui esistono due collettori omogenei. Infatti, il coordinamento dipenderà dal grado di concorrenza e attenzione all'equità dei due collettori (Li et al. 2021).

I produttori in una catena logistica chiusa possono decidere di offrire sia prodotti nuovi che rigenerati generando così un certo grado di concorrenza con le imprese che si occupano di vendere solo prodotti rigenerati. Si instaura un rapporto collaborativo tra produttore e collettore quando la qualità dei prodotti rigenerati non è molto alta, il potere di mercato del collettore è basso, così come lo sono il tasso di sconto e l'ammontare dei prodotti di ritorno. Al contrario, si innesca un meccanismo di concorrenza quando il collettore ha più potere di mercato, i consumatori sono sensibili a tassi di sconto elevati e vi sono molti prodotti rigenerati rivendibili. Il produttore preferirà la concorrenza quando il potere di mercato dell'impresa rigeneratrice è elevato, infatti, i prodotti rigenerati saranno in questo caso più costosi rendendo i consumatori indifferenti fra le due tipologie di prodotto (Jalali et al. 2021). Nel caso particolare di una catena logistica chiusa decentralizzata in cui i prezzi dipendono solo dalla qualità dei beni e gli agenti si comportano in maniera egoistica, la concorrenza non sempre aumenta l'efficienza della catena logistica (Ye et al. 2016). Ipotizzando l'assegnazione di uno sconto per i resi: l'offerta di prodotti rigenerati da parte delle imprese produttrici fornisce il dominio a queste ultime nella competizione sui prezzi. Queste ultime raccoglieranno la quantità di prodotti sufficienti a soddisfare la domanda di prodotti rigenerati (cioè una strategia di rigenerazione guidata dalle vendite). L'impresa rigeneratrice non competerà direttamente sul prezzo, rifabbricherà tutta la quantità di prodotti usati raccolti. La lealtà del consumatore al marchio è vantaggiosa per entrambe le imprese, soprattutto per il produttore (Wu e Wu 2016). Le diverse strutture della catena dell'offerta sono riportate in Figura 9.

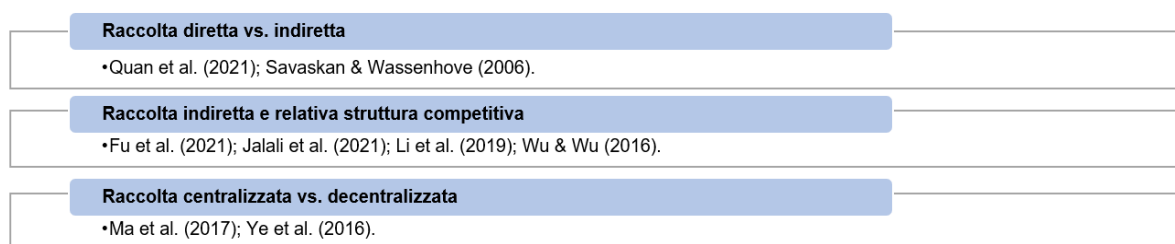


Figura 9. Il ruolo della struttura della catena dell'offerta nella circolarità della LI

4.5 Il ruolo del consumatore

Agrawal e Singh (2019), attraverso uno studio condotto su settecento imprese indiane operanti nel settore dell'elettronica, e Javed et al. (2021), che studiano le scelte logistiche di un campione di imprese tessili in Pakistan, rilevano che le scelte del consumatore influenzano notevolmente i ritorni di investimento delle imprese in progetti di LI circolare. A simili conclusioni giungono anche Bhatia e Kumar Srivastava (2019) sulla base di un'indagine condotta intervistando 138 professionisti nordamericani che lavorano nell'ambito della LI, anche se gli autori affermano che tali risultati sono condizionati al fatto che i consumatori siano informati sui benefici ambientali derivanti dal conferimento e dal riutilizzo dei prodotti rigenerati, come rilevato anche da Low e Ng (2018) in riferimento all'acquisto di computer portatili rigenerati in Cambogia. Silva e Morais (2021), studiando il caso di un birrifico artigianale in Brasile, trovano che la quantità e la qualità dell'informazione che viene messa a disposizione del consumatore ne modifica le percezioni favorendo scelte di consumo che prediligono le imprese che adottano una LI circolare. Dev et al. (2020) studiano il comportamento dei consumatori riguardo la decisione di adozione di prodotti rigenerati nel settore dei frigoriferi in India e trovano che la maggiore propensione dei consumatori all'acquisto di prodotti a minor impatto ambientale rappresenta uno dei principali fattori che induce le imprese ad adottare una LI circolare. Infatti, la decisione dell'impresa sulla rigenerazione o meno dei prodotti conferiti dipende dalla qualità e dalla quantità del prodotto restituito che dipende dall'atteggiamento e dalla consapevolezza dei consumatori dei costi ambientali generali dalle proprie scelte di acquisto.

Whalen et al. (2018) studiando due imprese svedesi che operano nell'ITC, riscontrano però una scarsa consapevolezza dei problemi di sostenibilità delle scelte d'acquisto da parte dei consumatori che desiderano prodotti nuovi ed hanno una scarsa propensione all'acquisto dei prodotti rigenerati perché, come rilevato anche da Yuan et al. (2020) e da Perey et al. (2018), pensano che si tratti di prodotti di scarsa qualità con prestazioni inferiori ai prodotti nuovi. Infatti, in una analisi di 112 articoli sulla rigenerazione dei prodotti, Larsen et al. (2018) trovano che la disponibilità a pagare per un prodotto rigenerato sia notevolmente influenzata dalla percezione della qualità del prodotto da parte del consumatore. Una conseguenza del generale scetticismo dei consumatori per i prodotti rigenerati è che il volume dei prodotti riciclati è ancora troppo basso. Bianchi et al. (2021), che conducono uno studio su un campione di imprese manifatturiere italiane, trovano però che i consumatori sono sempre più interessati a capire come le loro scelte di acquisto impattano l'ambiente durante tutto il ciclo di vita del prodotto. Similmente, Frei et al. (2020) evidenziano che nel Regno Unito i consumatori chiedono maggiore trasparenza sui costi ambientali del ciclo di vita del prodotto e le imprese ne devono tenere conto passando da una LI lineare ad una LI circolare e comunicando ai consumatori i risultati ottenuti. Anche, Goltosos et al. (2019), analizzando 60 articoli dedicati alla LI, trovano che la consapevolezza ambientale dei consumatori esercita una pressione significativa sulle imprese, ma che la principale barriera all'attuazione di

catene dell'offerta chiuse è la percezione di minor qualità che i consumatori hanno per i prodotti rigenerati.

Hazen et al. (2017) studiano come aumentare il livello di consapevolezza dei consumatori circa le conseguenze delle proprie scelte di consumo e come aumentare la propensione all'acquisto di prodotti rigenerati, in particolare di computer portatili. A tale scopo intervistano un campione di 633 studenti e un secondo campione di 600 clienti di Amazon. Sulla base dei risultati dell'indagine suggeriscono di sviluppare campagne pubblicitarie calibrate in funzione delle specificità dei diversi segmenti della popolazione e finalizzate a comunicare meglio le reali prestazioni dei prodotti rigenerati. Propongono inoltre di offrire garanzie ad hoc per i prodotti rigenerati e suggeriscono l'erogazione di sussidi pubblici per la promozione dell'acquisto di prodotti rigenerati. Anche Batista et al. (2019) sostengono la centralità dell'impresa nel fornire adeguate informazioni ai consumatori. Gli autori analizzano il caso di Tetra Pak che ha lanciato una serie di campagne informative in Cina e in Brasile per educare i consumatori alla protezione dell'ambiente e per aumentare la consapevolezza della riduzione dell'impatto ambientale garantito dal riciclo dei contenitori.

Secondo Kazancoglu et al. (2021a), che studiano il tema della L.I. nel settore dell'abbigliamento in Turchia, il livello di conoscenza e consapevolezza dei consumatori sulla sostenibilità delle proprie scelte d'acquisto è notevolmente influenzato anche dall'importanza che il governo e le istituzioni attribuiscono al tema della sostenibilità ambientale.

In Figura 10 i contributi rispetto al ruolo del consumatore emerso.

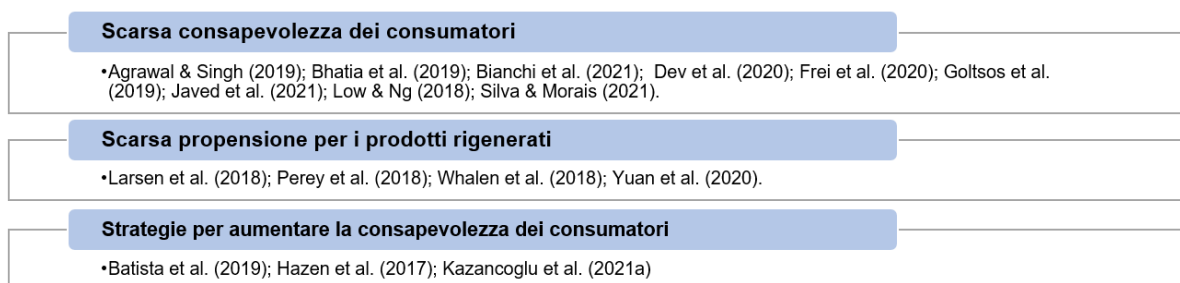


Figura 10. Il ruolo del consumatore nella circolarità della LI

4.6 Le barriere

Le barriere che limitano l'applicazione dei principi di EC alle attività di LI possono essere sia interne (Figura 11) sia esterne (Figura 12) all'impresa (Srivastava et al. 2013). Secondo, Rogers e Tibben-Lambke (2001) le barriere interne più importanti riguardano la mancanza di consapevolezza e di impegno da parte del management nell'adottare strategie di LI circolare i vincoli di natura finanziaria e la mancanza di figure professionali aventi le competenze necessarie per pianificare, eseguire e monitorare le attività necessarie. A queste si aggiunge la carenza di tecnologie come ICT che consentano di gestire in maniera efficiente flussi di ritorno. Tra le barriere esterne, invece, Srivastava et al. (2013) individuano la scarsa regolamentazione e lo scarso supporto normativo ed istituzionale nel motivare ed incentivare le imprese a farsi carico dell'onere di quest'ulteriore fase del processo produttivo, oltre all'incertezza sulla domanda di prodotti rigenerati ed sulla quantità/qualità dei prodotti conferiti.

Waqas et al. (2018) propongono un'ulteriore classificazione delle barriere, fra cui distinguono quelle finanziarie ed economiche dovute ai costi ed agli investimenti necessari per realizzare le attività di LI. Esse sono particolarmente rilevanti nel settore delle costruzioni (Chileshe et al. 2018) e nel settore tessile e dell'abbigliamento (Saha et al. 2021). Secondo Zhu et al. (2014) la mancanza di risorse finanziarie da investire in nuove tecnologie ed attrezzature innovative rappresenta la criticità principale che impedisce l'adozione di una LI circolare.

Vi sono poi le barriere legate alle conoscenze e all'esperienza ed in particolare alla necessità di acquisire competenze e personale esperto nel settore della LI, come sottolineato da Piyathanavong et al. (2019). Questo tipo di barriera risulta particolarmente rilevante nei paesi in via di sviluppo e per le piccole-medie imprese.

A queste si aggiungono le barriere relative alla insufficiente regolamentazione, alla mancanza di normative ed alla carenza della definizione di requisiti obbligatori e delle responsabilità dei produttori e dei fornitori. Questa tipologia di barriera è stata evidenziata anche da Bouzon et al. (2018) secondo cui la mancanza di leggi specifiche è il fattore primario che impedisce l'implementazione di pratiche circolari a livello d'impresa. Anche Chileshe et al. (2018) evidenziano questo tipo di problema nel settore delle costruzioni, mentre Piyathanavong et al. (2019) lo riscontrano nel settore manifatturiero localizzato nei paesi come la Thailandia, e Kazancoglu et al. (2021a) nel settore tessile in Turchia. In questa categoria si possono fare rientrare anche le barriere di tipo ambientale causate dalla scarsa attenzione di alcuni paesi verso la protezione ambientale, le attività di riciclaggio e lo sviluppo sostenibile. In questo senso standard e certificazioni potrebbero giocare un ruolo determinante anche se, come affermato da Barbaritano et al. (2019), tali strumenti spesso non vengono adottati a causa degli elevati costi che comportano per le imprese.

Un'ulteriore tipologia di barriera individuata da Waqas et al. (2018) e da Kazancoglu et al. (2021a) è legata, invece, alla gestione dell'attività d'impresa e più precisamente alla carenza di competenze manageriali che permettano lo sviluppo di strategie aziendali fondate sui principi dell'EC, con il risultato di attribuire alla LI una minore rilevanza rispetto ad altre attività e funzioni aziendali. Ricadono all'interno di questa tipologia di barriera anche la reticenza a cambiare modelli organizzativi preesistenti (Rogers e Tibben-Lambke, 2001) che risulta tanto maggiore quanto più complesso è il processo di coordinamento che caratterizza la catena logistica (Chen et al. (2020)). Strettamente collegate a quest'ultima tipologia di barriera vi è quella legata ad una cultura aziendale poco orientata a sviluppare politiche finalizzate ad aumentare l'attenzione su questioni etiche, sociali e ambientali, che spesso si traduce in poca trasparenza rispetto alle azioni intraprese a favore della sostenibilità. La trasparenza ricopre un ruolo chiave lungo la catena dell'offerta poiché influenza l'affidabilità dei processi di tutte le imprese coinvolte in un contesto di EC (Ethirajan et al. 2021). Infatti, non conoscere con chiarezza le modalità con cui vengono gestiti i prodotti di ritorno, in particolare i resi delle vendite online, come evidenziato da Frei et al. (2020), limita la possibilità di pianificare e gestire in modo efficiente dei flussi di ritorno (Bouzon et al. 2018).

Vi sono poi le barriere legate al mercato ed in particolare all'incertezza sulla quantità e qualità dei prodotti rigenerati (Zhu et al. 2014), sulla domanda di tali prodotti e sulle tempistiche dei flussi di ritorno, che rendono rischiosi e poco attrattivi gli investimenti in progetti di LI. A questo proposito ed in riferimento al settore delle auto elettriche. Kamper et al. (2019) evidenziano che non conoscere a priori le risorse necessarie o la fattibilità della rigenerazione delle componenti dei veicoli riduce la redditività, causa un uso inefficiente delle strutture produttive e delle risorse e rallenta la capacità di risposta alla domanda. Un'ulteriore barriera studiata in letteratura e legata al mercato, è la difficoltà di gestire la produzione e la vendita sia di prodotti nuovi sia di prodotti rigenerati evitando che questi ultimi cannibalizzino la domanda dei primi (Frei et al. 2020).

Vi è inoltre la barriera rappresentata dalla bassa consapevolezza che i consumatori hanno della sostenibilità dei prodotti (Saha et al. 2021) e dalla percezione che i prodotti rigenerati siano qualitativamente inferiori rispetto ai prodotti nuovi (Govindan e Hasanagic, 2018). Ciò si traduce in una scarsa propensione dei consumatori e della collettività all'acquisto di prodotti rigenerati ed in una pressione insufficiente sul regolatore e sul decisore pubblico affinché supportino questo tipo di produzioni (Piyathanavong et al. 2019). Frei et al. (2020) evidenziano questo problema in riferimento alla gestione ed al riciclo degli imballaggi di plastica, mentre de Oliveira et al. (2019) ne discutono rispetto al riciclo degli imballaggi di polistirolo in Brasile. Gli stessi autori individuano l'alto costo di trasporto, dovuto al volume del materiale, e la dispersione post-consumo, causato dall'esiguo numero di impianti di

riciclaggio, come i principali ostacoli ad una LI circolare per questa specifica tipologia di materiali.

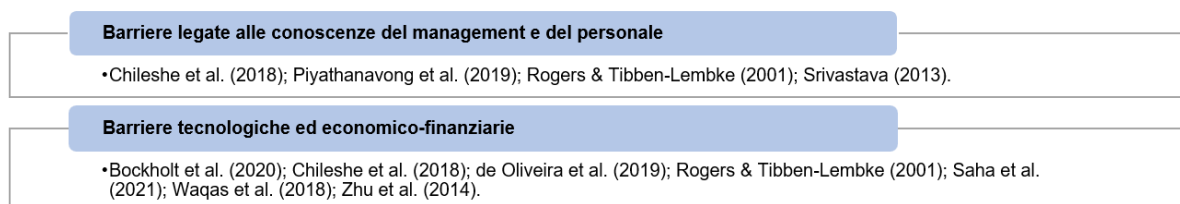


Figura 11. Le barriere interne che impediscono la circolarità della LI

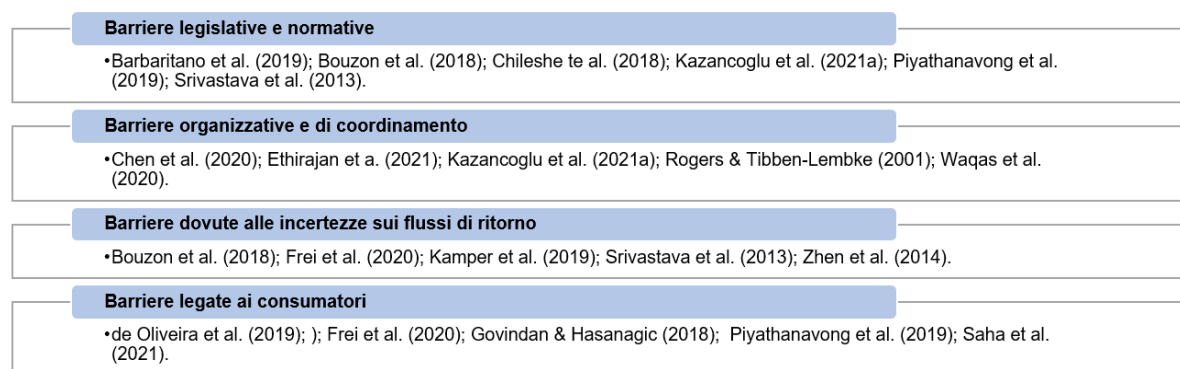


Figura 12. Le barriere esterne che impediscono la circolarità della LI

4.7 Strategie per superare le barriere

Parte della letteratura si focalizza sulle strategie da utilizzare per superare le barriere che impediscono l'applicazione dell'EC nell'ambito della LI. In riferimento alle caratteristiche del prodotto, viene sottolineata l'importanza di progettare design modulari e facilmente aggiornabili (Bressanelli et al. 2019) di definire design che permettano la riduzione dei rifiuti e dei difetti (Saha et al. 2021), di adottare design finalizzati ad allungare la vita utile dei prodotti e ad assicurarne la riutilizzabilità (Dutta et al. 2021), oppure di utilizzare materiali riciclabili che effettivamente ne consentano il disassemblaggio finalizzato al riciclo e riuso delle componenti (Srivastava et al. 2013). Barbaritano et al. (2019) suggeriscono di organizzare corsi di formazione e di redigere report di monitoraggio delle strategie adottate e dei risultati ottenuti per incoraggiare l'utilizzo di materiali di riciclabili, favorire la diffusione di una cultura aziendale orientata alla sostenibilità e promuovere i vantaggi ottenuti con l'EC. Secondo Dutta et al. (2021) potrebbe essere efficiente implementare processi di LI circolare in riferimento solo a parte dei prodotti commercializzati, in modo da monitorarne meglio la domanda e da adeguare i tassi di raccolta, i tempi di restituzione e i tassi di riutilizzabilità delle parti recuperate ai flussi di domanda.

Frei et al. (2020) suggeriscono soluzioni in merito agli imballaggi al fine ridurre i rifiuti di plastica. In particolare, propongono di utilizzare gabbie metalliche con sigilli di sicurezza per trasportare alcune tipologie di prodotti, ad esempio vestiti o borse, che non necessitano di imballi o involucri di plastica come invece accade, ad esempio, per gli alimenti. Un'altra strategia proposta da Frei et al. (2020) è di raccogliere gli imballaggi di plastica, come spesso avviene per il cartone, e venderli ad aziende che si occupano di riciclaggio delle materie plastiche. In riferimento, invece, alla gestione dei rifiuti generati durante i processi produttivi, come olii e lubrificanti usati per far funzionare le macchine, Saha et al. (2021) suggeriscono

di investire in tecnologie come body scanning o sew bot². Tali risorse tecnologiche non solo renderebbero la produzione più efficiente, ma permetterebbero anche di monitorare in modo più preciso il processo di controllo qualità. Gli stessi autori, infine, suggeriscono di aumentare gli investimenti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, riducendo l'impronta ecologica di uno degli input più importanti per il ciclo produttivo.

Kazancoglu et al. (2021b) propongono di adottare strumenti avanzati di gestione dei dati inerenti al ciclo di approvvigionamento e quello distributivo, come Radio Frequency Identification, per valutare l'impatto ambientale delle attività di LI relative alla catena dell'offerta e pianificare in maniera ottimale i percorsi di trasporto, e soprattutto per prevenire i problemi legati all'obsolescenza ed alla deperibilità dei prodotti, in particolare di quelli alimentari. Secondo Srivastava et al. (2013) l'utilizzo di questo tipo di tecnologia consentirebbe, inoltre, alle imprese di tracciare i prodotti di ritorno in modo molto più preciso e tempestivo, diminuendo le incertezze normalmente legate alla stima della quantità dei prodotti potenzialmente riciclabili. Anche secondo Dutta et al. (2021) questo tipo di soluzioni tecnologiche consentirebbe non solo di ottimizzare i percorsi di trasporto, ma anche di velocizzare e migliorare i processi decisionali, di condividerli in tempo reale con gli attori coinvolti lungo la catena dell'offerta. Dutta et al. (2021) consigliano un metodo ibrido di gestione della logistica detto "leagile" (lean e agile) che combina la lean logistics (logistica senza scorte) con l'adattamento dell'intensità e della velocità del ciclo produttivo e delle funzioni di distribuzione alla variazione della quantità domandata dal mercato. Secondo Bressanelli et al. (2019), inoltre, le imprese dovrebbero adottare sistemi basati su Internet of Things (IoT) così da monitorare da remoto le risorse impiegate nel processo produttivo, avviando tempestivamente ad eventuali interruzioni o malfunzionamenti della linea produttiva, limitando eventuali produzioni difettose o che non rispettino gli standard qualitativi richiesti dal mercato. Secondo alcuni autori, la tecnologia è utile per sviluppare algoritmi o sistemi di programmazione capaci di gestire la volatilità della domanda e della quantità di prodotti di ritorno (Liao et al. 2020), i problemi di allocazione dei prodotti a fine vita (Lin et al. 2018) e la definizione del livello ottimo di capacità produttiva e di magazzino (Reddy et al. 2020), individuando le eventuali criticità così come le opportunità non ancora sfruttate della LI circolare (Krug et al. 2021)

Tuttavia, affinché tali strategie vengano attuate e risultino efficaci, è necessario aumentare il livello di coinvolgimento di tutti gli attori coinvolti nella catena dell'offerta, sviluppando conoscenze e competenze sia dei dipendenti sia dei manager sulle tematiche inerenti la sostenibilità della LI (Bressanelli et al. 2019; Dutta et al. 2021; Saha et al. 2021). È parimenti necessario instaurare solide relazioni tra i diversi attori della supply chain creando sistemi circolari di larga scala agevolando così l'adozione di standard e di pratiche finalizzate alla circolarità (Barbaritano et al. 2019). Saha et al. (2021) a questo proposito suggeriscono di sviluppare relazioni tra produttori, fornitori e distributori basate sulla condivisione delle attività, delle pratiche e delle esperienze maturate in materia di sostenibilità, allineando non solo il valore attribuito dai partner all'ambiente ed alla sostenibilità ambientale, ma anche le decisioni in merito alla qualità, ai costi e all'impatto ambientale dei materiali e dei fattori produttivi utilizzati da tutte le imprese della catena dell'offerta. Gli stessi autori, infatti, sulla base di uno studio condotto nell'ambito del settore dell'abbigliamento e del tessile, dimostrano che una catena dell'offerta basata sulla condivisione del valore attribuito all'ambiente utilizza una quantità significativamente maggiore di materie prime rigenerate e biodegradabili. Esplicitare l'importanza attribuita alla sostenibilità ambientale dei cicli produttivi attraverso accordi contrattuali che limitino i rischi operativi e finanziari legati all'implementazione della LI circolare e li ripartiscano fra tutti gli attori coinvolti, soprattutto se l'attività di produzione e di vendita sono in capo ad imprese differenti, ne favorisce ulteriormente l'adozione (Bressanelli et al. 2019; Frei et al. 2020).

In merito ad alcune decisioni sui processi di ritorno, invece, in particolare in riferimento alla scelta se internalizzare o esternalizzare le fasi di raccolta dei prodotti dismessi o difettosi o

² Tecnologie per ridurre i rifiuti della produzione manifatturiera e controllarne la qualità

degli imballaggi, in letteratura esistono pareri discordanti. Kazancoglu et al. (2021b) sostengono sia meglio che la raccolta, nel caso specifico di pallet o casse, venga gestita da un'unica impresa senza appoggiarsi ad un fornitore terzo, in quanto da un punto di vista ambientale comporterebbe viaggi aggiuntivi e quindi maggiori emissioni. Gli autori suggeriscono di gestire i processi di LI circolare attraverso l'aggregazione di più imprese del settore che si appoggiano ad un unico punto di vendita o di raccolta, ottenendo così benefici ambientali ed economici. Al contrario, Dutta et al. (2021) ritengono che l'esternalizzazione di alcuni processi come il riciclaggio e la rigenerazione sia necessaria per garantire la sostenibilità economica dell'attività principale dell'impresa. Suggeriscono, inoltre, di avvalersi dei servizi esistenti di raccolta dei rifiuti o di consegna per diminuire i costi di raccolta e di affidarsi a parti terze anche per il magazzinaggio poiché osservano che se effettuate da terzi la percentuale di consegne effettuate senza commettere errori è più alta. Saha et al. (2021), in merito alla scelta del fornitore logistico terzo per l'attività di distribuzione, suggeriscono di selezionarne uno attento all'ambiente e alla riduzione delle emissioni.

Invece, per sensibilizzare i consumatori alla sostenibilità Saha et al. (2021), riferendosi anche ai distributori, affermano che promuovere un consumo etico può avvenire utilizzando meno imballaggi oppure incoraggiando il noleggio dei prodotti in contrapposizione all'acquisto degli stessi (servitizzazione). Bressanelli et al. (2019), invece, propongono di creare servizi accessori alla vendita finalizzati ad aumentare la disponibilità a pagare dei consumatori per prodotti rigenerati, ad esempio garanzie collaterali alla vendita che attestino la qualità di tali prodotti, in particolare per i prodotti elettronici o per la componentistica delle autovetture (Govindan e Hasanagic, 2018).

Secondo Bressanelli et al. (2019), però, anche il governo dovrebbe finanziare programmi di informazione e sensibilizzazione dei consumatori in merito al costo ambientale delle proprie scelte di consumo, mettendo in luce il ruolo della LI. Il governo dovrebbe appoggiare ed incentivare l'implementazione di tali attività attraverso esenzioni fiscali o prestiti garantiti dallo stato per quelle imprese che si apprestano a sviluppare modelli di business innovativi (Kazancoglu et al. 2021b); oppure concedere sconti fiscali sull'acquisto di prodotti rigenerati e tassare la vendita di prodotti che, pur potendo essere rigenerati, vengono acquistati dai consumatori come prodotti nuovi (de Oliveira et al. 2019). Al fine di influenzare l'attività del legislatore nello stabilire incentivi, norme e standard adeguati che ne favoriscano la diffusione Bressanelli et al (2019) suggeriscono che le imprese che adottano la LI circolare intraprendano operazioni di lobbying.

Infine, Frei et al. (2020) si sono soffermati sui canali di distribuzione alternativi e su alcune pratiche utili ad evitare la distruzione di beni ancora utilizzabili, favorendone i flussi di ritorno o il riutilizzo. Una prima soluzione individuata dagli autori sono le aste online business to business per vendere prodotti imperfetti o obsoleti in modo da mantenerne alto il valore, massimizzarne i prezzi, rivolgersi ad un ampio pubblico di acquirenti e ridurre i rifiuti. Mentre per affrontare il problema della cannibalizzazione della domanda, gli stessi autori propongono il debranding o il rebranding che si basa sulla vendita del prodotto di marca obsoleto o rigenerato con un'etichetta di minor prestigio, in alternativa alla sua distribuzione. Un'altra strategia proposta dagli autori è utilizzare licenze (tasse di licenza per gli acquirenti) per regolamentare i mercati secondari in quanto possono portare vantaggi competitivi, oltre a migliorare l'immagine del marchio che adopera attività ritenute etiche. Infine, Srivastava et al. (2013) suggeriscono di offrire prezzi diversi in relazione al modello ed alla qualità dei prodotti rigenerati, oppure di raccogliere dai consumatori una tariffa di ritorno (return fee) in modo da gestire meglio la variabilità di tali prodotti facendo pagare i costi della LI circolare direttamente ai consumatori. La Figura 13 le strategie proposte dalla letteratura per mitigare le barriere.

<p>Caratteristiche dei prodotti, dei materiali e degli imballaggi</p> <p>•Barbaritano et al. (2019); Bressanelli et al. (2018); Dutta et al. (2021); Saha et al. (2021); Srivastava et al. (2013); Saha et al. (2021).</p>
<p>Solide relazioni lungo la supply chain</p> <p>•Barbaritano et al. (2019); Bressanelli et al. (2018); Dutta et al. (2018); Frei et al. (2020); Saha et al. (2021).</p>
<p>Utilizzo della tecnologia</p> <p>•Bressanelli et al. (2018); Dutta et al. (2018); Liao et al. (2020); Lin et al. (2018); Kazancoglu et al. (2021b); Krug et al. (2021); Reddy et al. (2020); Saha et al. (2021); Srivastava (2013).</p>
<p>Modalità delle fasi di raccolta</p> <p>•Dutta et al. (2021); Kazancoglu et al. (2021b); Saha et al. (2021).</p>
<p>Strategie per sensibilizzare i consumatori</p> <p>•Bressanelli et al. (2018); Govindan & Hasanagic (2018); Saha et al. (2021).</p>
<p>Ruolo del governo</p> <p>•Bressanelli et al. (2019); de Oliveira et al. (2019); Kazancoglu et al. (2021b).</p>
<p>Modalità per favorire e gestire i flussi di ritorno</p> <p>•Frei et al. (2020); Srivastava et al. (2013).</p>

Figura 13. Strategie per mitigare le barriere

4.8 Il ruolo delle politiche e del decisore pubblico

Bianchi et al. (2021) individuano nella gestione del ciclo vita del prodotto la pietra angolare della strategia europea a sostegno del mercato unico verde e della transizione verso un'EC. Molti autori, però, fra cui Cricelli et al. (2021) e Bressanelli et al. (2019), denunciano la mancanza di normative, regolamentazione e standard adeguati come uno dei maggiori elementi di incertezza che limitano la diffusione dell'applicazione dell'EC nell'ambito della LI. A questa stessa conclusione arrivano Liao et al. (2020) sulla base di una revisione della letteratura dedicata a questo tema. Bhatia e Kumar Srivastava (2019) concludono che solo lo sviluppo di un'adeguata normativa a protezione dell'ambiente induce le aziende ad adottare processi produttivi più sostenibili che tengano conto e minimizzino i costi ambientali di tutte le fasi della produzione, inclusa la LI. Waqas et al. (2018) dichiarano che leggi e regolamenti inadeguati nei paesi in via di sviluppo, in particolare in Pakistan nel caso di studio esaminato dagli autori, rappresentano il principale fattore limitante il recupero e la gestione circolare dei prodotti dismessi. Un problema simile viene riscontrato da Yuan et al. (2020) nell'ambito del settore manifatturiero cinese. Anche secondo Batista et al. (2019) è proprio la mancanza di un'adeguata legislazione in materia di smaltimento selettivo degli imballaggi che frena la diffusione della LI circolare in Cina. Anche Alamerew e Brissaud (2020) denunciano la mancanza di una chiara legislazione sulla rigenerazione delle batterie nel settore dei veicoli elettrici in Francia, definendola una delle maggiori cause di incertezza che impedisce investimenti privati adeguati nel settore. Zhu et al. (2010) e Zhu et al. (2017) dimostrano come l'introduzione in Cina di leggi che promuovono l'EC nel processo di LI ha indotto soprattutto le imprese più grandi ad adeguarsi non solo alla normativa nazionale sulla sostenibilità ambientale ma anche a quella internazionale.

Whalen et al. (2018), inoltre, sulla base dei risultati ottenuti esaminando le operazioni di riciclo di due aziende svedesi operanti nel settore ITC, concludono che i decisori pubblici dovrebbero analizzare ex ante l'impatto sui diversi modelli di business delle misure legislative proposte al fine di evitare distorsioni del mercato e effetti collaterali indesiderati.

Diversi studi, fra cui quello di Dey et al. (2020), che hanno studiato 130 piccole-medie imprese operanti nel Regno Unito, di Govindan e Hasanagic (2018), che si focalizza sul settore della produzione di frigoriferi in Cina, di Guarnieri et al. (2020), che analizza la gestione degli

imballaggi in Brasile, e di Piyathanavong et al. (2019), che esamina diversi settori manifatturieri in Thailandia, sottolineano l'importanza dell'adozione di politiche fiscali a sostegno delle imprese che investono in processi di riciclo e sostenibilità della LI. Kazancoglu et al (2021a), focalizzandosi sul settore alimentare in Turchia, sostengono che il governo dovrebbe finalizzare i sussidi, nella forma di esenzioni fiscali o prestiti agevolati garantiti, all'adozione di tecnologie di comunicazione avanzate tra le aziende appartenenti alla stessa supply chain in modo da facilitare l'adozione di una LI circolare. Khan et al (2021) aggiungono la necessità di offrire prestiti agevolati, sovvenzioni ed esenzioni fiscali per implementare le infrastrutture di ITC. Kazancoglu et al. (2021b), studiando il settore del tessile e dell'abbigliamento in Turchia, aggiungono che per favorire la diffusione della LI circolare il governo dovrebbe finanziare politiche di sostegno economico-fiscale volte all'acquisto di macchinari e tecnologia a minor impatto ambientale. Suggestiscono, inoltre, di vincolare gli appalti pubblici al rispetto di standard minimi di sostenibilità ambientale, non solo in riferimento ai processi produttivi, ma anche specificamente alla LI. Secondo Goltsoos et al. (2019) il governo dovrebbe attuare politiche che riducano i rischi finanziari legati agli alti costi di investimento iniziali necessari per l'acquisto delle attrezzature e dei macchinari dedicati alle operazioni di riciclaggio dei materiali e di rigenerazione dei prodotti dismessi. Parte della letteratura, invece, sostiene che per incentivare l'adozione della EC nella LI sia necessario introdurre tasse ambientali che colpiscano le aziende che non adeguano i loro assetti organizzativi agli standard prefissati dal governo, come suggerito da Banguera et al. (2018) in riferimento al mercato degli pneumatici in Cile, oppure tasse che colpiscano direttamente i consumatori che optano per prodotti nuovi in alternativa a quelli rigenerati, come proposto da Hazen et al. (2017) in riferimento al mercato statunitense e da Khan et al. (2021) per i paesi in sviluppo.

Infine, Govindan e Hasanagic (2018) sostengono che il governo dovrebbe anche occuparsi di comunicare l'impatto ambientale determinato dalle scelte di gestione della supply chain delle imprese e dalle scelte di acquisto dei consumatori finanziando campagne di informazione e sensibilizzazione. Anche Yuan et al. (2020), che studiano il settore manifatturiero cinese, giungono alle stesse conclusioni. Infatti, Javed et al. (2021), sulla base di un'indagine condotta coinvolgendo 400 produttori tessili operanti in Pakistan, concludono che l'efficacia delle politiche introdotte dal governo dipendono anche dalla sensibilità ambientale dei consumatori e della collettività. Gli autori sottolineano, perciò, che i prodotti rigenerati hanno un mercato, e, quindi, attraggono investimenti privati, nella misura in cui rappresentano un valore per la comunità, ma affinché ciò accada è necessario che il governo attui adeguate politiche di informazione e sensibilizzazione per i temi della sostenibilità ambientale. I contributi relativi al ruolo delle politiche e alla tipologia di politiche sono riportati in Figura 14.



Figura 14. Il ruolo delle politiche nella diffusione della LI circolare

5 Conclusioni

Nella letteratura dedicata alla LI il focus dell'analisi è passato dall'efficienza dell'organizzazione dello smaltimento dei resi e degli imballaggi alla sostenibilità ambientale dei flussi di ritorno in un'ottica di circolarità. La letteratura dedicata ai temi della LI, infatti, è sempre più interconnessa con la letteratura dedicata all'EC.

La revisione che abbiamo condotto ci permette di concludere che la LI circolare non è appannaggio di tutti i settori produttivi perché comporta costi di implementazione che cambiano molto in funzione del tipo di fattori produttivi utilizzati, delle caratteristiche del processo produttivo e delle caratteristiche del prodotto. Mentre in alcuni settori, come il tessile o l'elettronico, è piuttosto diffusa, in altri, come il settore delle costruzioni o il farmaceutico, è ancora poco utilizzata. Merita comunque sottolineare come per molti settori non esistano studi dedicati a questo tema, che riteniamo, invece, essere molto importante anche per evidenziare le eventuali criticità da correggere con apposita regolamentazione ed interventi di settore e attraverso la diffusione di buone pratiche da imitare.

L'innovazione tecnologica è un fattore abilitante centrale per una proficua adozione di sistemi di LI circolare, ma comporta anche notevoli investimenti che non sono sempre alla portata di realtà d'impresa più piccole, oltre che una moltiplicazione della varietà dei prodotti che mal si concilia con il principio di standardizzazione necessario ai fini dell'EC.

La letteratura non studia in modo puntuale quale attore della catena dell'offerta sia più efficace nel guidare i processi di circolarità della LI. I pochi studi che indirettamente trattano il tema evidenziano come a seconda del settore produttivo indagato il livello di concentrazione della leadership nell'attivazione e nel monitoraggio della LI circolare vari notevolmente. Talvolta, è la vicinanza tra l'attore trainante ed il consumatore finale a fare la differenza, poiché processi di circolarità attivati dall'impresa che è più prossima ed a stretto contatto con i consumatori risultano maggiormente visibili ed apprezzabili dai clienti finali, garantendo ritorni sugli investimenti più rapidi e ritorni di immagine più remunerativi.

Esistono pochi studi empirici anche sul ruolo che la struttura della catena dell'offerta gioca nella circolarità della LI. La catena dell'offerta è più lunga e comprende anche un'impresa che si occupa della raccolta dei prodotti dismessi, se la concorrenza fra i produttori si gioca su elementi di differenziazione del prodotto o sui servizi accessori alla vendita, mentre tende ad essere più corta con il produttore che si occupa direttamente della raccolta dei resi o dei prodotti dismessi, quando la competizione si gioca essenzialmente sul prezzo ed il prodotto venduto è un bene standardizzato. In funzione della lunghezza della catena dell'offerta variano non solo l'efficienza della circolarità della LI, ma anche i costi di transazione ed il benessere sociale. Parte della letteratura ha inoltre studiato il ruolo destabilizzante che i meccanismi di concorrenza producono sulla catena dell'offerta caratterizzata da LI circolare e sulla sostenibilità del settore produttivo.

In molti articoli si studia, invece, il ruolo propulsivo che hanno le scelte di acquisto dei consumatori per incentivare l'adozione di una LI circolare e per dar vita ad un mercato dei prodotti rigenerati economicamente sostenibile. L'elemento cruciale è rappresentato in questo caso da un lato dalla mancata consapevolezza dei consumatori del costo ambientale causato dal consumo di prodotti originali, e dall'altro dal timore che i prodotti rigenerati non abbiano lo stesso livello qualitativo di quelli originali.

Nella maggior parte degli studi che abbiamo analizzato si descrivono le barriere che impediscono l'adozione dei principi di circolarità nell'organizzazione della LI, queste sono sia interne sia esterne all'impresa. Le barriere interne, ed in particolare la mancanza di risorse finanziarie da dedicare a questo tipo di iniziative e la mancanza di competenze adeguate, tendono a limitare la diffusione della LI circolare soprattutto fra le piccole-medie imprese e nei paesi in via di sviluppo. Le barriere esterne, che riguardano sia la mancanza di una normativa che stabilizzi degli standard e definisca le responsabilità in capo a ciascun attore della catena dell'offerta, sia la carenza di infrastrutture per il conferimento ed il riciclo dei materiali e dei prodotti, colpiscono in modo trasversale tutti i settori produttivi e costituisce un limite particolarmente grave soprattutto nei paesi poco sviluppati.

Un tema largamente studiato in letteratura riguarda anche lo spettro di strategie che si possono utilizzare per aumentare la diffusione dell'adozione della LI circolare, queste spaziano dal design del prodotto e degli imballaggi, al tracciamento del prodotto e degli imballaggi lungo la catena dell'offerta, alla scelta dei partner della catena dell'offerta con cui avviare i processi di circolarità, alla servitizzazione dei prodotti.

Dagli studi che abbiamo esaminato emerge chiaramente la centralità del decisore pubblico nel facilitare la diffusione della LI circolare. Molti articoli denunciano la mancanza di una regolamentazione adeguata che definisca standard qualitativi e quantitativi da rispettare nella gestione della LI ma anche carenze nella definizione della responsabilità dei costi ambientali in capo ai diversi attori della catena dell'offerta. Alcuni autori propongono, inoltre, la leva fiscale, sia nella forma dei sussidi alle imprese virtuose, sia delle tasse da imporre a imprese e consumatori, accanto al finanziamento di campagne informative e di sensibilizzazione per la sostenibilità ambientale al fine di supportare la riorganizzazione della LI in un'ottica di circolarità.

Il nostro contributo ha, da un alto, dato conto dei numerosi articoli focalizzati sul tema della LI circolare, sistematizzando la lettura dei contributi esaminati rispetto a dimensioni di analisi non ancora esplorate nelle revisioni della letteratura esistenti, dall'altro, ha messo in luce la carenza della ricerca scientifica in riferimento ad alcuni temi che riteniamo, invece, cruciali per una migliore comprensione del fenomeno. Ci riferiamo, nello specifico, al ruolo che i diversi attori della catena dell'offerta (fornitori, produttori, distributori) giocano nell'adozione della LI circolare e all'impatto che la struttura della catena dell'offerta (corta e verticalmente integrata vs. lunga e ramificata) esercita nella diffusione della LI circolare. Riteniamo, invece, che entrambi i temi, accanto ad uno studio più sistematico e puntuale delle peculiarità dei diversi settori produttivi in riferimento alla gestione della LI, debbano essere esplorati con maggiore attenzione per aiutare il legislatore ad approntare politiche a supporto della circolarità della LI che siano più efficaci e per coadiuvare le imprese nell'individuazione delle buone pratiche da seguire per incrementare la sostenibilità ambientale della LI.

Riferimenti bibliografici

- Abdul-Hamid, A. Q., Helmi Ali, M., Tseng, M.-L., Lan, S., & Kumar, M. (2020). Impeding Challenges on Industry 4.0 in Circular Economy: Palm oil industry in Malaysia. *Computers & Operations Research*, 105052.
- Abuabara, L., Paucar-Caceres, A., Burrows-Cromwell, T. (2019). Consumers' values and behaviour in the Brazilian coffee-in-capsules market: Promoting circular economy. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7269-7288.
- Agrawal, S., Singh, R. K. (2019). Analyzing disposition decisions for sustainable reverse logistics: Triple Bottom Line approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 150.
- Alamerew, Y. A., Brissaud, D. (2020). Modelling reverse supply chain through system dynamics for realizing the transition towards the circular economy: A case study on electric vehicle batteries. *Journal of Cleaner Production*, 254.
- Anastasiades, K., Goffin, J., Rinke, M., Buyle, M., Audenaert, A., Blom, J. (2021). Standardisation: An essential enabler for the circular reuse of construction components? A trajectory for a cleaner European construction industry, *Journal of Cleaner Production*, 298.
- Azadnia, A. H., Onofrei, G., Ghadimi, P. (2021). Electric vehicles lithium-ion batteries reverse logistics implementation barriers analysis: A TISM-MICMAC approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 174.
- Bag, S., Gupta, S., Kumar, S. (2021). Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 231.
- Banguera, L. A., Sepúlveda, J. M., Ternero, R., Vargas, M., & Vásquez, Ó. C. (2018). Reverse logistics network design under extended producer responsibility: The case of out-of-use tires in the gran Santiago city of Chile. *International Journal of Production Economics*, 205, 193-200.
- Barbaritano, M., Bravi, L., Savelli, E. (2019). Sustainability and Quality Management in the Italian Luxury Furniture Sector: A Circular Economy Perspective. *Sustainability*. 11(11), 3089.
- Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E., Hoogendoorn, A. (2013). Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. TNO, Delft.

- Batista, L., Gong, Y., Pereira, S., Jia, F., & Bittar, A. (2019). Circular supply chains in emerging economies – a comparative study of imballaggi recovery ecosystems in China and Brazil. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7248-7268.
- Bei, W., & Linyan, S. (2005). A review of reverse logistics. *Applied sciences*, 7(1), 16-29.
- Bernon, M., Tjahjono, B., & Ripanti, E. F. (2018). Aligning retail reverse logistics practice with circular economy values: An exploratory framework. *Production Planning and Control*, 29(6), 483-497.
- Bhatia, M. S., & Kumar Srivastava, R. (2019). Antecedents of implementation success in closed-loop supply chain: An empirical investigation. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7344-7360.
- Bianchi, G., Testa, F., Tessitore, S., Iraldo, F. (2021). How to embed environmental sustainability: The role of dynamic capabilities and managerial approaches in a life cycle management perspective. *Business Strategy and Environment*, 31(1), 312-325.
- Blackburn, J. D., Guide Jr, V. D. R., Souza, G. C., & Van Wassenhove, L. N. (2004). Reverse supply chains for commercial returns. *California management review*, 46(2), 6-22.
- Blomsma, F., & Brennan, G. (2017). The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 603-614.
- Bockholt, M. T., Hemdrup Kristensen, J., Colli, M., Meulengracht Jensen, P., Vejrum Wæhrens, B. (2020). Exploring factors affecting the financial performance of end-of-life take-back program in a discrete manufacturing context. *Journal of Cleaner Production*, 258.
- Boulding, K. (1966). *The Economics of Coming Space-Ship Earth*. In: *Environment Quality in a Growing Economy*, Baltimore, John Hopkins.
- Bouzon, M., Govindan, K., & Rodriguez, C. M. T. (2018). Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. *Resources, conservation and recycling*, 128, 315-335.
- Bressanelli, G., Perona, M., & Sacconi, N. (2019). Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: A literature review and a multiple case study. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7395-7422.
- Brown, P. J., & Bajada, C. (2018). An economic model of circular supply network dynamics: Toward an understanding of performance measurement in the context of multiple stakeholders. *Business Strategy and the Environment*, 27(5), 643-655.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E. (2017). Environmental sustainability in the service industry of transportation and logistics service providers: Systematic literature review and research directions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 53, 454-470.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Del Vecchio, P., Oropallo, E., & Secundo, G. (2021). Blockchain technology for bridging trust, traceability and transparency in circular supply chain. *Information & Management*, 103508.
- Chen, L., Duan, D., Mishra, A. R., & Alrasheedi, M. (2021). Sustainable third-party reverse logistics provider selection to promote circular economy using new uncertain interval-valued intuitionistic fuzzy-projection model. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Chen, L-H, Hung, P, Ma, H. W. (2020). Integrating circular business models and development tools in the circular economy transition process: A firm-level framework. *Business Strategy and the Environment*, 29(5), 1887-1898.
- Chileshe, N., Rameezdeen, R., Hosseini M., R., Martek, I., Li, H., X., Panjehbashi-Aghdam, P. (2018). Factors driving the implementation of reverse logistics: A quantified model for the construction industry. *Waste Management*, 79, 48-57.
- Chirra, S., Raut, R. D., Kumar, D. (2021). Barriers to sustainable supply chain flexibility during sales promotions. *International Journal of Production Research*, 59(22), 6975-6993.
- Ciliberto, C., Szopik-Depczyńska, K., Tarczyńska-Łuniewska, M., Ruggieri, A., & Ioppolo, G. (2021). Enabling the Circular Economy transition: A sustainable lean manufacturing recipe for Industry 4.0. *Business Strategy and the Environment*.
- Cricelli, L., Greco, M., & Grimaldi, M. (2021). An investigation on the effect of inter-organizational collaboration on reverse logistics. *International Journal of Production Economics*, 240.
- de Oliveira, C. T., Luna, M. M., & Campos, L. M. (2019). Understanding the Brazilian expanded polystyrene supply chain and its reverse logistics towards circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 235, 562-573.
- Debacker, W., Manshoven, S., Peters, M., Ribeiro, A., & De Weerd, Y. (2017). Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition. In *International HISER Conference on Advances in Recycling and Management of Construction and Demolition Waste* (pp. 114-117).

- Dev, N., Shankar, R., Qaiser, F. H. (2020). Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance. *Resources, Conservation and Recycling*, 153.
- Dey, P. K., Malesios, C., De, D., Budhwar, P., Chowdhury, S., & Cheffi, W. (2020). Circular economy to enhance sustainability of small and medium-sized enterprises. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2145-2169.
- Dutta, P., Talaulikar, S., Xavier, V., & Kapoor, S. (2021). Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126241
- Esposito, M., Tse, T. and Soufani, K. (2017). Is the Circular Economy a new fast-expanding market?. *Thunderbird International Business Review*, 59(1), 9-14 .
- Ethirajan, M., Arasu, M. T., Kandasamy, J., Nadeem, S. P., & Kumar, A. (2021). Analysing the risks of adopting circular economy initiatives in manufacturing supply chains. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 204-236.
- Flygansvær, B., Dahlstrom, R., Nygaard, A. (2018). Exploring the pursuit of sustainability in reverse supply chains for electronics, *Journal of Cleaner Production*, 189, 472-484.
- Franco, M. (2017) Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 168, 833-845.
- Franklin-Johnson, E., Figge, F., Canning, L. (2016). Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance, *Journal of Cleaner Production*. 133, 589-598.
- Frei, R, Jack, L, Krzyzaniak, S-A. (2020). Sustainable reverse supply chains and circular economy in multichannel retail returns. *Business Strategy and the Environment*, 29(5), 1925-1940.
- Gu, F., Guo, J., Hall, P., & Gu, X. (2019). An integrated architecture for implementing extended producer responsibility in the context of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 57(5), 1458-1477.
- Fu, L., Tang, J., & Meng, F. (2021). A disease transmission inspired closed-loop supply chain dynamic model for product collection. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 152.
- Garrido-Hidalgo, C., Olivares, T., Ramirez, F. J., Roda-Sanchez, L. (2019). An end-to-end Internet of Things solution for Reverse Supply Chain Management in Industry 4.0. *Computers in Industry*, 112, 1031127.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757-768.
- Ghadimi, P., Wang, C., Lim, M. K., & Heavey, C. (2019). Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: theory and application for Industry 4.0 supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 588-600.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32.
- Gigli, S., Landi, D., Germani, M. (2019). Cost-benefit analysis of a circular economy project: a study on a recycling system for end-of-life tyres. *Journal of Cleaner Production*, 229, 680-694.
- Goltsos, T. E., Ponte, B., Wang, S., Liu, Y., Naim, M. M. and Syntetos, A. A. (2019). The boomerang returns? Accounting for the impact of uncertainties on the dynamics of remanufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 57 (23). pp. 7361-7394.
- Govindan, K., & Soleimani, H. (2017). A review of reverse logistics and closed-loop supply chains: a *Journal of Cleaner Production* focus. *Journal of cleaner production*, 142, 371-384.
- Govindan, K., & Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: A supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 278-311.
- Govindan, K., Paam, P., & Abtahi, A.-R. (2016). A fuzzy multi-objective optimization model for sustainable reverse logistics network design. *Ecological Indicators*, 67, 753–768.
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603–626.
- Guarnieri, P., Cerqueira-Streit, J. A., & Batista, L. C. (2020). Reverse logistics and the sectoral agreement of imballaggi industry in brazil towards a transition to circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104541.
- Gupta, H., Kumar, A, Wasan, P. (2021). Industry 4.0, cleaner production and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253.

- Hammes, G., De Souza, E. D., Rodriguez, C. M. T., Millan, R. H. R., & Herazo, J. C. M. (2020). Evaluation of the reverse logistics performance in civil construction. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119212.
- Hazen, B. T., Mollenkopf, D. A., & Wang, Y. (2017). Remanufacturing for the Circular Economy: An Examination of Consumer Switching Behavior. *Business Strategy and the Environment*, 26(4), 451-464.
- Heshmati, A. (2017). A Review of the Circular Economy and its Implementation. *International Journal of Green Economics*, 11(3-4), 251-288.
- Heyes, G., Sharmina, M., Mendoza, J., Gallego-Schmid, A., Azapagic, A. (2018). Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *Journal of Cleaner Production*, 177, 621-632.
- Hickey, P. & Kozlovski, E. (2020). E-strategies for aftermarket facilitation in the global semiconductor manufacturing industry, *Journal of Enterprise Information Management*, 33 (3), 457-481
- Jalali, H., Ansariipoor, A., Ramani, V., & De Giovanni, P. (2021). Closed-loop supply chain models with cooperation options. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–29.
- Javed, H., Firdousi, S. F., Murad, M., Jiatong, W., & Abrar, M. (2021). Exploring disposition decision for sustainable reverse logistics in the era of a circular economy: Applying the triple bottom line approach in the manufacturing industry. *International Journal of Supply and Operations Management*, 8(1), 53-68.
- Jin, H., Frost, K., Sousa, I., Ghaderi, H., Bevan, H., Zakotnik, M., Handwerker, C. (2020) Life cycle assessment of emerging technologies on value recovery from hard disk drives. *Resources, Conservation and Recycling*, 157.
- Julianelli, V., Gusmão Caiado, R. G., Scavarda, L. F., Pinto de Mesquita Ferreira Cruz, S. (2020). Interplay between reverse logistics and circular economy: Critical success factors-based taxonomy and framework, *Resources, Conservation and Recycling*, 158.
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy—From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, conservation and recycling*, 135, 190-201.
- Kamper, A., Triebs, J., Hollah, A., Lienemann, C. (2019). Remanufacturing of electric vehicles: Challenges in production planning and control, *Procedia Manufacturing*, 33, 280-287.
- Kazancoglu, I., Sagnak, M., Kumar Mangla, S., & Kazancoglu, Y. (2021). Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 590-608.
- Kazancoglu, Y., Ekinici, E., Mangla, S. K., Sezer, M. D., & Kayikci, Y. (2021). Performance evaluation of reverse logistics in food supply chains in a circular economy using system dynamics. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 71-91.
- Kazancoglu, Y., Sagnak, M., Kayikci, Y., & Kumar Mangla, S. (2020). Operational excellence in a green supply chain for environmental management: A case study. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1532–1547.
- Kazemi, N., Modak, N. M., & Govindan, K. (2019). A review of reverse logistics and closed loop supply chain management studies published in IJPR: a bibliometric and content analysis. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4937-4960.
- Khalafi, S., Hafezalkotob, A., Mohamaditabar, D., & Sayadi, M. K. (2020). A novel model for a network of a closed-loop supply chain with recycling of returned perishable goods: A case study of dairy industry. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 12(4), 136–153.
- Khan, S. A. R., Razzaq, A., Yu, Z., & Miller, S. (2021). Industry 4.0 and circular economy practices: A new era business strategies for environmental sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4001-4014.
- Kinnunen, M., Kaksonen, A. (2019). Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization. *Journal of Cleaner Production*, 228, 153-160.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., Birkie, S. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544-552.
- Krug, Z., Guillaume, R., & Battaïa, O. (2021). Exploring the opportunities in establishing a closed-loop supply chain under uncertainty. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1606-1625.
- Kumar, N. R., & Kumar, R. S. (2013). Closed loop supply chain management and reverse logistics-A literature review. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 6(4), 455-468.

- Kuo, T. -, Chiu, M. -, Chung, W. -, & Yang, T. -. (2019). The circular economy of LCD panel shipping in a imballaggi logistics system. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 435-444.
- Larsen, S. B., Masi, D., Feibert, D. C., & Jacobsen, P. (2018). How the reverse supply chain impacts the firm's financial performance: A manufacturer's perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 48(3), 284-307.
- Li, X., Cui, X., Li, Y., Xu, D., & Xu, F. (2021). Optimisation of reverse supply chain with used-product collection effort under collector's fairness concerns. *International Journal of Production Research*, 59(2), 652-663.
- Liao, H., Shen, N., Wang, Y. (2020). Design and realisation of an efficient environmental assessment method for 3R systems: A case study on engine remanufacturing. *International Journal of Production Research*, 58(19), 5980-6003.
- Lieder, M., Rashid, A. (2016). Towards Circular Economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 115, 36-51.
- Lin, Y., Jia, H., Yang, Y., Tian, G., Tao, F., Ling, L. (2018). An improved artificial bee colony for facility location allocation problem of end-of-life vehicles recovery network. *Journal of Cleaner Production*, 205, 134-144.
- Low, J. S. C., & Ng, Y. T. (2018). Improving the Economic Performance of Remanufacturing Systems through Flexible Design Strategies: A Case Study Based on Remanufacturing Laptop Computers for the Cambodian Market. *Business Strategy and the Environment*, 27(4), 503-527.
- Ma, P., Li, K. W., & Wang, Z. J. (2017). Pricing decisions in closed-loop supply chains with marketing effort and fairness concerns. *International Journal of Production Research*, 55(22), 6710-6731.
- Mansuy, J., Verlinde, S., & Macharis, C. (2020). Understanding preferences for EEE collection services: A choice-based conjoint analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 161, 104899.
- Martins, L. S., Guimarães, L. F., Botelho Junior, A. B., Tenório, J. A. S., Espinosa, D. C. R. (2021). Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability. *Journal of Environmental Management*, 295.
- Milios, L., Matsumoto M. (2019). Consumer Perception of Remanufactured Automotive Parts and Policy Implications for Transitioning to a Circular Economy in Sweden. *Sustainability*. 11(22):6264.
- Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of cleaner production*, 178, 703-722.
- Murphy, P. (1986). A preliminary study of transportation and warehousing aspects of reverse distribution. *Transportation Journal*, 12-21.
- Murphy, P. R., & Poist, R. F. (1988). Management of logistical retromovements: an empirical analysis of literature suggestions. In *Journal of the Transportation Research Forum* (Vol. 29, No. 1, pp. 177-184).
- Nascimento, D.L.M., Alencastro, V., Quelhas, O.L.G., Caiado, R.G.G., Garza-Reyes, J.A., Rocha-Lona, L. Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(3), 607-627.
- Okorie, O., Charnley, F., Russell, J., Tiwari, A., & Moreno, M. (2021). Circular business models in high value manufacturing: Five industry cases to bridge theory and practice. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1780-1802.
- Otoni, M., Dias, P., Xavier, L. H. (2020). A circular approach to the e-waste valorization through urban mining in Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 261.
- Parsa, M., Nookabadi, A. S., & Atan, Z. (2020). A joint economic lot-size model for sustainable industries of recycled content products. *International Journal of Production Research*, 58(24), 7439-7470.
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1993). Market-based approaches to solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 8(1-2), 63-90.
- Perey, R., Benn, S., Agarwal, R., & Edwards, M. (2018). The place of waste: Changing business value for the circular economy. *Business Strategy and the Environment*, 27(5), 631-642.
- Piyathanavong, V., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Maldonado-Guzmán, G., & Mangla, S. K. (2019). The adoption of operational environmental sustainability approaches in the Thai manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 220, 507-528.
- Pokharel, S., & Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: a review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), 175-182.
- Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2019). Bequeath life to death: State-of-art review on reverse logistics. *Journal of cleaner production*, 211, 503-520.

- Quan, Y., Hong, J., Song, J., & Leng, M. (2021). Game-theoretic analysis of trade-in services in closed-loop supply chains. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 152, 102428.
- Rajput, S., Singh, S. (2021). Industry 4.0 model for integrated circular economy-reverse logistics network. *International Journal of Logistics Research and Application*.
- Reddy, K. N., & Kumar, A. (2021). Capacity investment and inventory planning for a hybrid manufacturing – remanufacturing system in the circular economy. *International Journal of Production Research*, 59(8), 2450-2478.
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. (2001). An examination of reverse logistics practices. *Journal of business logistics*, 22(2), 129-148.
- Savaskan, R. C., & Van Wassenhove, L. N. (2006). Reverse Channel Design: The Case of Competing Retailers. *Management Science*, 52(1), 1–14.
- Saha, K., Dey, P. K., & Papagiannaki, E. (2021). Implementing circular economy in the textile and clothing industry. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1497-1530.
- Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental development*, 17, 48-56.
- Sawe, F. B., Kumar, A., Garza-Reyes, J. A., Agrawal, R. (2021). Assessing people-driven factors for circular economy practices in small and medium-sized enterprise supply chains: Business strategies and environmental perspectives. *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 2951-2965.
- Silva, W. D. O., & Morais, D. C. (2021). Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128703.
- Sharma, N. K., Govindan, K., Lai, K. K., Chen, W. K., & Kumar, V. (2021). The transition from linear economy to circular economy for sustainability among SMEs: A study on prospects, impediments, and prerequisites. *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1803-1822.
- Srivastava, S. K. (2008). Network design for reverse logistics. *Omega*, 36(4), 535-548.
- Srivastava, S.K., (2013). Issues and challenges in reverse logistics. In: Gupta, S.M.(Ed.), *Reverse Supply Chains: Issues and Analysis*. Taylor & Francis, Boca Raton,FL, pp. 61–82.
- Stock, J. R., & Lambert, D. M. (1987). *Strategic Logistics Management*. Homewood IL: Richard D. Irwin.
- Su, B., Ang, B.W., Low, M. (2013). Input–output analysis of CO2 emissions embodied in trade and the driving forces: Processing and normal exports. *Ecological Economics*, 88, 119-125.
- Surajit, B., Telukdarie, A. (2018). Business Logistics Optimization Using Industry 4.0: Current Status and Opportunities," *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 1558-1562.
- Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J., & Van Wassenhove, L. (1995). Strategic issues in product recovery management. *California management review*, 37(2), 114-136.
- Tosarkani, B. M., Amin, S. H., & Zolfagharinia, H. (2020). A scenario-based robust possibilistic model for a multi-objective electronic reverse logistics network. *International Journal of Production Economics*, 107557.
- Viegas, C. V., Bond, A., Vaz, C. R., & Bertolo, R. J. (2019). Reverse flows within the pharmaceutical supply chain: A classificatory review from the perspective of end-of-use and end-of-life medicines. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117719.
- Vlachos, I. P. (2014). Reverse food logistics during the product life cycle. *International Journal of Integrated Supply Management*, 9(1–2), 49–73
- Vogt Duberg, J., Johansson, G., Sundin, E., Kurilova-Palaisaitiene, J. (2020). Prerequisite factors for original equipment manufacturer remanufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 270.
- Waqas, M., Dong, Q., Ahmad, N., Zhu, Y., & Nadeem, M. (2018). Critical Barriers to Implementation of Reverse Logistics in the Manufacturing Industry: A Case Study of a Developing Country. *Sustainability*, 10(11), 4202.
- Whalen, K. A., Milios, L., Nussholz, J. (2018). Bridging the gap: Barriers and potential for scaling reuse practices in the Swedish ICT sector. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 123-131.
- Wijewickrama, M.K.C.S., Rameezdeen, R., Chileshe, N. (2021). Information brokerage for circular economy in the construction industry: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 313.
- Wu, C. H., & Wu, H. H. (2016). Competitive remanufacturing strategy and take-back decision with OEM remanufacturing. *Computers & Industrial Engineering*, 98, 149-163.

- Ye, Y. S., Ma, Z. J., & Dai, Y. (2016). The price of anarchy in competitive reverse supply chains with quality-dependent price-only contracts. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 89, 86-107.
- Yuan, X., Liu, M., Yuan, Q., Fan, X., Teng, Y., Fu, J., . . . & Zuo, J. (2020). Transitioning China to a circular economy through remanufacturing: A comprehensive review of the management institutions and policy system. *Resources, Conservation and Recycling*, 161.
- Zhu, Q., Qu, Y., Geng, Y., and Fujita, T. (2017). A Comparison of Regulatory Awareness and Green Supply Chain Management Practices Among Chinese and Japanese Manufacturers. *Business Strategy and the Environment*, 26(1), 18-30.
- Zhu, Q., Geng, Y., & Lai, K. H. (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of Environmental Management*, 91(6), 1324-1331.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2014). Supply chain-based barriers for truck-engine remanufacturing in China. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 68, 103-117.
- Zlamparet, G.I., Ijomah, W., Miao, Y., Awasthi, A. K., Zeng, X., Li, J. (2017). Remanufacturing strategies: A solution for WEEE problem. *Journal of Cleaner Production*, 149, 126-136.