

CIRCULAR ECONOMY VS END OF WASTE: QUANDO LA MANCANZA DI REGOLE LIMITA L'INNOVAZIONE

Anna Mazzi^{1*}, Chiara Zampiero¹

* Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale, SAM-lab.

Sommario – La scarsità di risorse e il continuo aumento dei rifiuti prodotti rappresentano oggi i problemi ambientali più urgenti, a cui risponde il modello dell'economia circolare. Anche il mercato comprende i vantaggi associati alla riduzione dei rifiuti e alla valorizzazione del materiale recuperato e un numero sempre maggiore di imprese investe in questa tematica. Chiaramente, le possibilità di recupero, riuso e riciclo devono essere opportunamente regolamentate, per assicurare condizioni sicure e salubri a lavoratori e consumatori. Di contro, però, la mancanza di regole chiare per la gestione dei materiali a fine vita potenzialmente recuperabili rallenta il raggiungimento degli obiettivi di miglioramento ambientale. Adottando il punto di vista delle imprese, questo articolo contribuisce ad arricchire la discussione proponendo come caso studio l'esperienza di un'azienda italiana impegnata nella riduzione degli impatti ambientali per uno dei suoi prodotti, un componente termoidraulico ad uso domestico. Con l'obiettivo di individuare gli elementi del prodotto che determinano il maggiore carico ambientale, l'azienda ha condotto una analisi di ciclo di vita seguendo una metodologia Life Cycle Assessment semplificata. I risultati di questa analisi hanno evidenziato le grandi potenzialità di miglioramento associate al recupero del prodotto a fine vita e del riciclo dei materiali che lo compongono. I progetti di innovazione dell'azienda, però, devono fare i conti con l'assenza di disposizioni End of Waste ; la mancanza di regolamentazione sui criteri per il riciclo in sicurezza dei materiali consegna all'impresa un'eccessiva incertezza sull'effettiva fattibilità del recupero del prodotto a fine vita. L'articolo testimonia come l'approccio di ciclo di vita coniugato con l'obiettivo di economia circolare possa essere volano per sviluppare nuovi progetti imprenditoriali. Di contro, la mancanza di regole nel mercato dell'End of Waste possa diventare un ostacolo per le imprese.

Parole chiave: componente termoidraulico, fine vita, recupero e riciclo, economia circolare, approccio di ciclo di vita.

CIRCULAR ECONOMY VS END OF WASTE: WHEN THE LACK OF RULES LIMITS INNOVATION

Abstract – The circular economy approach adopted by the European Union in recent years provides for the reintegration of end-of-life products into production cycles, with a dual objective: on the one hand to reduce the amount of waste, on the other preserve natural resources. This new perspective allows benefits to

the environment but also to companies, which through the processes of recovery and recycling achieve economic savings in the supply of raw materials. Clearly, the reintroduction of waste in production cycle as secondary raw materials must be properly regulated, to protect health and safety in line with the prevention and precaution principles: the End of Waste regulations define the minimum quality and safety standards to be respected to allow product recycling. This paper observes the topic of circular economy by adopting the business point of view and proves, through an Italian case study, how the objective of enhancing end-of-life products can be a real business opportunity only if there are clear rules for the End of Waste. The experience treated in this article concerns an Italian company leader in the design and production of thermo-hydraulic components. The analyzed product is composed of two parts: the body of the steel tank and the internal rubber membrane; to these junction and support elements are added. With the aim of identifying the environmental relevance of its product, the company conducted a life cycle analysis through a Life Cycle Inventory study, as simplified Life Cycle Assessment methodology. The functional unit chosen corresponds to an expansion vessel for domestic use intended as a finished product that can be installed by the user. The objective was to identify the phases of product life cycle with greater environmental responsibility, to guide the top management of company in the definition of more effective environmental improvement interventions, to be considered for subsequent feasibility assessments. The boundaries of the product system were chosen by including in the study only the phases with respect to which the company has a certain degree of control and can intervene directly, making the organizational, operational and logistic changes necessary for the reduction of environmental impacts. For the phases included in the study, the data necessary to quantify in and out flows of product system were collected. The data and information, obtained from the life cycle analysis were discussed by the company management, and led to identify numerous opportunities for environmental improvement, including a more efficient management of the resources used in production processes and internal logistics, the choice of suppliers and the sales network, and the collection and recovery of processing waste. Mostly, the results of Life Cycle Inventory have highlighted the great potential for improvement associated with the recovery of the product at the end of life and the recycling of components. The new activities that the company should implement to obtain product recovery at the end of its life are: recovery of discarded products in collaboration with installation technicians and end users, dismantling and recovery of steel and rubber, reuse of recovered material to make the same product or to make other prod-

* Per contatti: Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Ingegneria Industriale, SAM-lab, via Francesco Marzolo n. 9, 35131 – Padova. E-mail: anna.mazzi@unipd.it, Tel. 0498271611, Fax 0498275785.

ucts with different characteristics, and resale to third parties of the recovered material. However, the company's innovation projects come up against the absence of End of Waste rules; the lack of clear criteria for the safe recycling of materials gives the company an excessive uncertainty on the actual feasibility of recovering the product at the end of its life. The paper demonstrates how the life cycle approach combined with the objective of circular economy can be a driving force to develop new business projects. On the other hand, the lack of rules in the End of Waste market can become an obstacle for companies.

Keywords: *thermo-hydraulic component, end of life, recovery and recycle, circular economy, life cycle approach.*

Ricevuto il 28-3-2019. Modifiche sostanziali richieste il 17-6-2019. Accettazione il 3-7-2019.

1. INTRODUZIONE

L'approccio dell'economia circolare adottato dall'Unione Europea negli ultimi anni prevede il reinserimento dei prodotti giunti a fine vita all'interno dei cicli produttivi, con un duplice obiettivo: da una parte ridurre la quantità di rifiuti da smaltire, dall'altra preservare le risorse naturali (Commissione Europea, 2015). Così, il rifiuto non è più un problema di cui doversi disfare, ma rappresenta una potenziale ricchezza in quanto può diventare nuovo materiale da recuperare e reimmettere nel ciclo produttivo. Questa nuova prospettiva consente dei benefici non soltanto all'ambiente, ma anche alle aziende, che mediante i processi di recuperi e riciclo ottengono un risparmio economico nell'approvvigionamento di materia prima (Direttiva 2008/98/CE). In seno a questa direttiva viene coniato il termine End of Waste (EoW): esso rappresenta un rifiuto che, sottoposto ad un adeguato procedimento di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, cessa di essere tale e diviene un prodotto sia sotto l'aspetto merceologico che sotto l'aspetto giuridico (Direttiva 2008/98/CE).

Chiaramente, la reintroduzione dei rifiuti nel ciclo produttivo come materie prime secondarie va opportunamente regolamentata, per tutelare la salute e sicurezza di uomo e ambiente, in linea con i principi di prevenzione e precauzione fondamentali nella politica europea. In questo senso, i regolamenti per l'EoW, definendo gli standard minimi di qualità e sicurezza da rispettare per consentire il riciclo dei prodotti, rappresentano il quadro di riferimento per lo sviluppo di innovazioni tecnologiche e gestionali per molte aziende che in questo nuovo mercato vedono importanti opportunità di business. Il recupero dell'EoW include la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e l'uso dei ri-

fiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia (Direttiva 2008/98/CE). Vi sono tuttavia ingenti quantità di flussi di rifiuti candidabili come EoW che ad oggi sono ancora prive di regolamenti (Fabris e Mazzi, 2018).

Questo articolo osserva il tema dell'economia circolare adottando il punto di vista delle imprese e sperimenta, mediante un caso di studio specifico, come l'obiettivo di valorizzare i prodotti a fine vita possa essere una reale opportunità di business solo in presenza di regole chiare per l'EoW. Focus dell'articolo è l'esperienza di un'azienda italiana leader nel settore della progettazione, produzione ed installazione di vasi di espansione come componenti idraulici nelle caldaie. Con l'obiettivo di comprendere quali attività produttive hanno le maggiori responsabilità ambientali, l'azienda ha condotto una analisi dei contributi ambientali del proprio prodotto lungo il suo ciclo di vita ed ha individuato nella fase di fine vita le più promettenti opportunità di miglioramento ambientale; di qui ha ipotizzato possibili soluzioni innovative per il recupero a fine vita dei materiali che compongono il prodotto, sulla base delle effettive possibilità di recupero concesse dal quadro normativo dell'EoW. Il caso studio conduce quindi a riflettere sulle effettive possibilità per l'azienda di intervenire con azioni a favore dell'economia circolare in mancanza di regolamenti EoW esaustivi e mette in luce come l'incertezza sulle effettive possibilità di recupero dei materiali a fine vita diventi un freno per l'innovazione di prodotti e processi a livello industriale.

L'articolo è strutturato come segue. Nel secondo paragrafo viene descritto il prodotto in questione e viene presentata la metodologia seguita per l'analisi dei contributi ambientali del prodotto. Il terzo paragrafo riassume i principali risultati dello studio e le innovazioni ipotizzate dall'azienda per conseguire il recupero dei materiali. Il quarto paragrafo discute l'effettiva fattibilità delle innovazioni ipotizzate, mettendone in luce pro e contro per l'azienda. Il paragrafo conclusivo sottolinea gli insegnamenti tratti dal caso studio considerato e le questioni che rimangono da indagare, come ulteriori prospettive di sviluppo di questa tematica.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Presentazione del prodotto

Lo studio si riferisce ad un componente termoidraulico, che si compone principalmente di due parti: il corpo del serbatoio in acciaio e la mem-



Figura 1 – Componenti del prodotto: corpo del serbatoio in acciaio e membrana interna in gomma

brana interna in gomma. A queste si aggiungono elementi di giunzione ed appoggio.

La Figura 1 raffigura i due elementi principali che compongono il prodotto in esame.

Il processo produttivo ha inizio con lo stampaggio dell'acciaio, che è la materia prima alla base del prodotto: in azienda sono presenti delle linee automatizzate che servono a stampare e sagomare i semigusci che vengono poi uniti e saldati. Questa parte va a costituire l'involucro esterno in cui viene inserita la membrana in gomma. Dopo lo stampaggio, il corpo del serbatoio deve essere completato con altre componenti come i piedi, le basi di supporto e le staffette per la movimentazione: queste parti vengono realizzate in un'altra linea produttiva e poi vengono saldate al serbatoio. La membrana in gomma è la componente principale del prodotto: essa viene progettata, stampata e controllata secondo standard qualitativi molto elevati per assicurare ottime prestazioni in fase d'uso. L'ultimo processo è la verniciatura: in azienda sono presenti diverse cabine di verniciatura automatizzate che garantiscono la rapidità del processo. Infine, il prodotto viene incastolato ed imballato, sempre attraverso fasi automatizzate, per essere distribuito sulla rete di vendita.

Le attività produttive descritte si svolgono in due sedi: la sede principale ospita la direzione, i laboratori di ricerca e sviluppo, l'attrezzatura, gli uffici e un primo reparto di produzione; nella seconda sede vi sono un secondo reparto produzione, i servizi di logistica interna, gli acquisti, il magazzino dei materiali in ingresso e il magazzino di spedizione dei prodotti finiti.

2.2. Analisi dei contributi ambientali del prodotto

Nel corso del 2018 l'azienda ha intrapreso un progetto volto ad analizzare i contributi ambientali associati al ciclo di vita del prodotto. Per fare questo, sono stati adottati come modello di riferimento gli standard ISO 14040 (UNI EN ISO, 2006/a) e ISO 14044 (UNI EN ISO, 2006/b), che dettano i requisiti e le linee guida per la conduzione di uno studio di Life Cycle Assessment (LCA). Intenzione dell'azienda non era di sviluppare uno studio di LCA

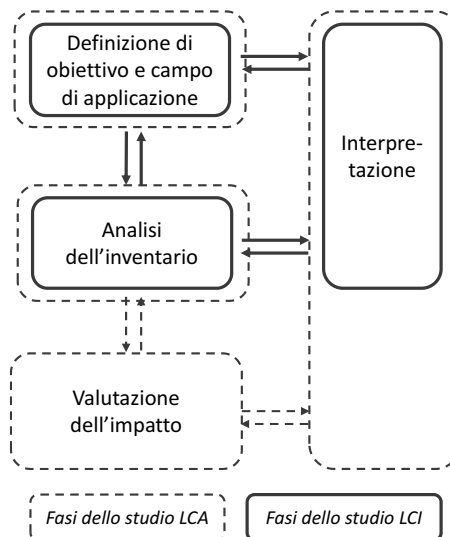


Figura 2 – Fasi di uno studio LCI rispetto alle fasi di uno studio LCA

completo, ma piuttosto di conoscere con maggior dettaglio i fattori che maggiormente contribuiscono al consumo di risorse ed energia nella produzione del prodotto. Per questo, si è optato per la conduzione di uno studio di Life Cycle Inventory (LCI). Come schematizzato in Figura 2, rispetto al tradizionale studio di LCA, in un LCI le fasi che vengono condotte sono la fase 1 di definizione degli obiettivi e del campo di applicazione dello studio, la fase 2 di analisi dell'inventario, e la fase 4 di interpretazione dei risultati. Rispetto ad un LCA completo, in uno studio LCI non viene quindi svolta la fase 3 di valutazione degli impatti, ovvero non avviene la caratterizzazione degli impatti ambientali. La scelta di adottare la metodologia LCA senza l'obiettivo di ottenere una vera e propria valutazione degli impatti è supportata dalla stessa norma ISO 14040, che propone appunto il LCI forma semplificata di LCA (UNI EN ISO, 2006/a, § 4.2.2). Come sottolinea la stessa ISO 14040, l'analisi LCI può avere scopi conoscitivi e di miglioramento dei processi produttivi. Essa è generalmente utilizzata nelle valutazioni interne a supporto di progetti di ricerca e sviluppo o di efficientamento energetico, mentre non può avere obiettivi di comunicazione con l'esterno. Con riferimento al caso studio in esame, la scelta di condurre uno studio LCI è metodologicamente giustificata, dal momento che l'azienda intende analizzare i contributi ambientali associati al ciclo di vita del prodotto, senza voler attribuire impatti ambientali a tali contributi. Inoltre, nelle finalità dell'azienda, l'analisi ambientale relativa al prodotto ha lo scopo di individuare possibili sviluppi innovativi nei processi produttivi e logistico-distributivi e intende considerare l'intero ciclo di vita del prodotto.

2.3. Obiettivo e campo di applicazione dello studio

Per condurre lo studio di LCI, è necessario stabilire chiaramente il prodotto oggetto dell'analisi, gli obiettivi dello studio e il livello di estensione (UNI EN ISO, 2006/b, § 4.2).

L'unità funzionale di riferimento che è stata scelta corrisponde ad un vaso di espansione per un uso domestico inteso come prodotto finito installabile presso l'utilizzatore.

L'obiettivo è stato esplicitato come segue: individuare le fasi del ciclo di vita del prodotto che hanno una maggiore responsabilità ambientale, al fine di guidare la direzione aziendale nella definizione di interventi di miglioramento ambientale maggiormente efficaci, da considerare poi per successive valutazioni di fattibilità tecnica e di opportunità economico-finanziaria.

I confini del sistema di prodotto sono stati scelti includendo nello studio soltanto le fasi rispetto alle quali l'azienda ha un certo grado di controllo e può intervenire in maniera diretta, apportando le modifiche organizzative, operative e logistiche opportune alla riduzione degli impatti ambientali. Per far questo, sono state inizialmente individuate tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto e sono state distinte in tre gruppi, in funzione della loro posizione rispetto alle attività dell'azienda:

- A. questo gruppo include le fasi del ciclo di vita del prodotto che si svolgono a monte dell'attività dell'azienda, e corrispondono alla preparazione di materie prime e semilavorati;
- B. questo gruppo rappresenta le attività svolte attualmente dall'azienda, o che sono direttamente influenzate dalle scelte dell'azienda;
- C. questo gruppo racchiude le attività svolte a valle dell'azienda, presso la rete di vendita e dagli installatori/manutentori.

Una volta individuate tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto, è stato possibile identificare le fasi che sono di interesse per lo studio e che pertanto devono essere incluse nei confini del sistema.

La Figura 3 rappresenta il sistema di prodotto in esame, mettendo in evidenza le fasi del ciclo di vita del prodotto che sono state incluse nell'analisi LCI e le fasi che sono state escluse dallo studio.

Le fasi incluse nei confini del sistema sono:

- B.1 Trasporto di materiali e semilavorati in ingresso;
- B.2 Trasporto interno di materiali e prodotti finiti;
- B.3 Realizzazione dei componenti e assemblaggio del prodotto finito;
- B.4 Raccolta degli scarti di lavorazione;

- B.5 Conferimento degli scarti di lavorazione come rifiuti;
- B.6 Recupero degli scarti per il riutilizzo in altre lavorazioni;
- B.7 Distribuzione del prodotto finito sulla rete di vendita;

C.4 Eliminazione del prodotto a fine vita.

Sono state escluse dall'analisi le seguenti fasi del ciclo di vita del prodotto, in quanto ritenute non di interesse in base agli obiettivi della valutazione:

- A.1 Estrazione delle materie prime;
- A.2 Trasporto delle materie prime per la prima lavorazione;
- A.3 Prima lavorazione delle materie prime e dei semilavorati;
- C.1 Trasporto e installazione del prodotto presso gli utilizzatori;
- C.2 Fase d'uso e manutenzione del prodotto presso gli utilizzatori;
- C.3 Sostituzione del prodotto a fine vita.

L'approccio scelto può essere definito come "from gate to gate allargato": infatti, nello studio sono state incluse le fasi che sono strettamente connesse alla realizzazione del prodotto, ovvero "from gate to gate", ma anche le fasi finali della vita del prodotto, che attualmente non sono sotto il controllo dell'azienda produttrice ma che, nell'ottica di sviluppare soluzioni di business innovative in materia di economia circolare, potrebbero diventare nuovi processi a carico dell'azienda.

2.4. Inventario dello studio

Per le fasi incluse nello studio, sono stati raccolti i dati necessari a quantificare i flussi in entrata e in uscita degli elementi riassunti in Tabella 1.

La raccolta dei dati è stata svolta utilizzando diverse modalità, richiamate in Tabella 1.

In particolare, i seguenti dati sono stati raccolti direttamente presso l'azienda, e sono quindi da intendersi come dati primari:

- le informazioni relative ai chilometri percorsi dai fornitori di materie prime e semilavorati e dai distributori (per le fasi B.1 e B.7) sono state ottenute dal programma gestionale dell'azienda, che riporta per ciascun fornitore e distributore la provenienza/destinazione e il tipo di mezzo utilizzato;
- i consumi di materiali ed energia durante le attività di produzione (per la fase B.3) sono stati desunti dal programma gestionale aziendale, che riporta rendiconti mensili aggregati per tutte le attività svolte all'interno delle due sedi;
- quantità e tipologia di rifiuti prodotti come scar-

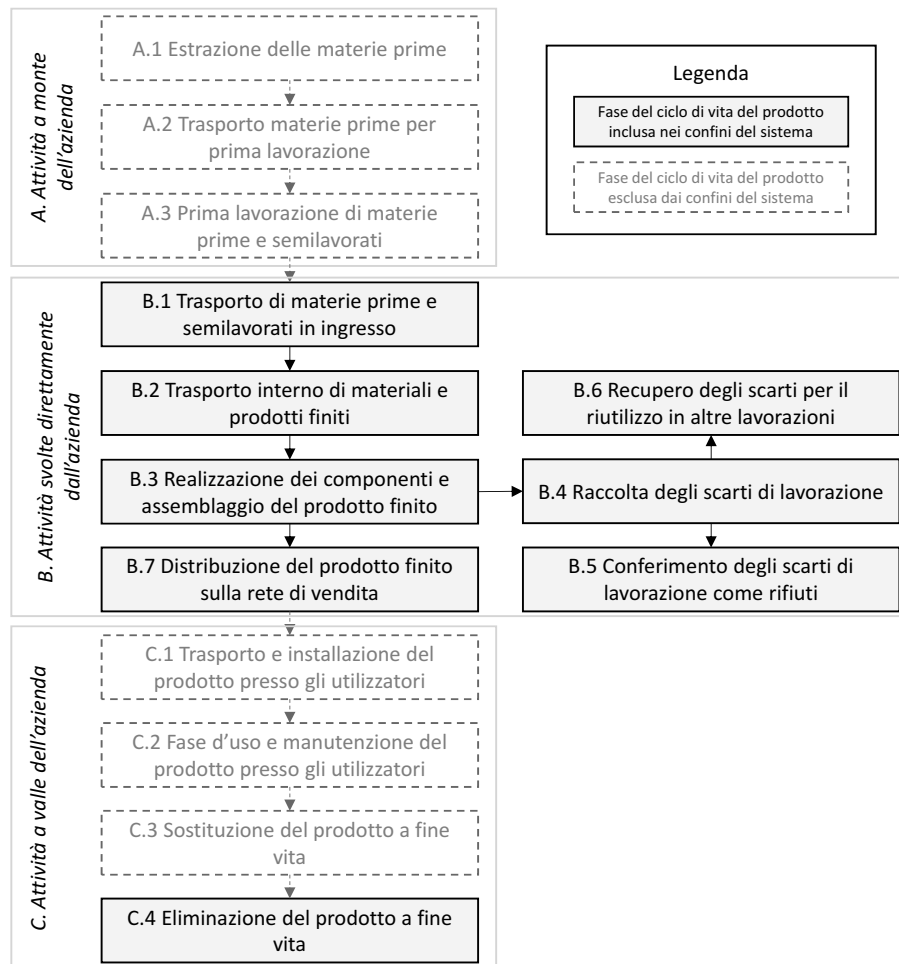


Figura 3 – Fasi del ciclo di vita del prodotto incluse (ed escluse) nel campo di applicazione della valutazione

ti di lavorazione (per la fase B.4) e conferiti allo smaltimento oppure recuperati per altre lavorazioni (per le fasi B.5 e B.6) sono state desunte dal registro di carico-scarico rifiuti, comprensivo di tutti i rifiuti e scarti prodotti dall'azienda per tutte le linee produttive;

- le informazioni relative ai trasporti interni all'azienda di materiali, semilavorati e prodotti finiti (per la fase B.2) sono stati ottenuti dal programma gestionale aziendale, che riporta la tipologia di prodotti movimentati, la distanza percorsa e il tipo di mezzo utilizzato;
- le informazioni relative alle modalità di gestione del prodotto a fine vita (per la fase C.4), come destinazione del rifiuto, modalità di conferimento e distanza percorsa dall'installatore per il conferimento del rifiuto, sono state raccolte appositamente intervistando, mediante questionario elaborato ad-hoc, i principali installatori sulla rete di vendita nazionale.

A completamento delle informazioni primarie, è stato necessario utilizzare dati di tipo secondario, derivanti da dati di letteratura. Tali dati riguardano:

- il consumo medio dei mezzi utilizzati per il trasporto in ingresso all'azienda di materie prime e semilavorati (fase B.1);
 - il consumo medio dei mezzi utilizzati per le attività di logistica interna all'azienda (fase B.2);
 - il consumo medio dei mezzi utilizzati per la distribuzione del prodotto sulla rete di vendita (fase B.8).
- Infine, per alcune informazioni è stato necessario ricorrere a stime ed ipotesi plausibili, in assenza di dati di tipo primario o secondario direttamente riconducibili al caso in esame. Tali informazioni riguardano nello specifico:
- il consumo di energia, acqua e risorse per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle attrezzature di lavoro direttamente utilizzate per la realizzazione del prodotto (per la fase B.3);
 - i consumi associati al trasporto degli scarti di lavorazione avviati allo smaltimento ed eventuali forme di recupero successive (per la fase B.6);
 - la destinazione dei prodotti sostituiti avviati allo smaltimento e la tipologia di trattamento dei prodotti messi a fine vita (per la fase C.4).

Tabella 1 – Tipologia di dati raccolti per le fasi del ciclo di vita del prodotto in esame

Fase del ciclo di vita analizzata	Dati primari raccolti	Dati ottenuti da stime o ipotesi plausibili
B.1 Trasporto dei materiali in ingresso (materia prima, semilavorati, energia)	– Quantità e tipologia di materiali in ingresso – Provenienza dei materiali in ingresso – Tipo di mezzi utilizzati dai fornitori	– Consumo dei mezzi dei fornitori
B.2 Trasporto interno tra le sedi dell'azienda (materiali, semilavorati e prodotti finiti)	– Quantità e tipologia di prodotti trasportati tra le sedi – Km percorsi per il trasporto dei prodotti tra le sedi e tragitto – Tipo di mezzi utilizzati per il trasporto tra le sedi	– Consumo dei mezzi utilizzati per il trasporto tra le sedi
B.3 Realizzazione dei componenti e assemblaggio del prodotto finito	– Consumi di energia elettrica, gas metano, acqua, ecc. – Consumi di materie prime, semilavorati, sostanze, ecc.	– Consumi per attività di manutenzione ordinaria e straordinaria
B.4 Raccolta degli scarti di lavorazione	– Quantità di scarti di produzione distinti per tipologia	– Consumi per attività di raccolta degli scarti di produzione
B.5 Conferimento degli scarti di lavorazione come rifiuti	– Quantità di rifiuti smaltiti distinti per tipologia – Km percorsi per il conferimento dei rifiuti distinti per tipologia	– Destinazione finale dei rifiuti conferiti – Tipologia di trattamento dei rifiuti conferiti – Consumo dei mezzi utilizzati per il trasporto dei rifiuti conferiti
B.6 Recupero degli scarti per il riutilizzo in altre lavorazioni	– Quantità di scarti di produzione recuperati in altre lavorazioni all'interno dell'azienda, distinti per tipologia	– Prestazioni dei materiali riutilizzati – Consumi per la lavorazione dei materiali riutilizzati
B.7 Distribuzione del prodotto finito sulla rete di vendita	– Quantità di prodotti venduti sulla rete di vendita – Km percorsi per la distribuzione del prodotto finito sulla rete di vendita	– Consumo dei mezzi in fase di distribuzione
C.4 Eliminazione del prodotto a fine vita	– Quantità di prodotti sostituiti – Modalità di smaltimento dei prodotti sostituiti da parte degli installatori	– Destinazione finale dei prodotti avviati allo smaltimento – Tipologia di trattamento dei prodotti messi a fine vita

3. RISULTATI

I dati e le informazioni, ottenuti dall'analisi di ciclo di vita sopra descritta, sono stati analizzati e discussi, da parte della direzione aziendale, ed hanno portato ad individuare numerose opportunità di miglioramento ambientale. In particolare:

- nelle fasi B.2 e B.3 è emersa l'opportunità di migliorare la gestione delle risorse utilizzate per il processo produttivo e per la logistica interna all'azienda;
- nelle fasi B.1 e B.8 si sono individuati possibili cambiamenti nella scelta dei fornitori e della rete di vendita;
- nelle fasi B.4, B.5 e B.6 si sono definiti interventi migliorativi per la raccolta e il recupero degli scarti di lavorazione;
- nella fase C.4 si è rilevata la possibilità di intervenire per il recupero del materiale a fine vita.

Proprio la fase C.4 è risultata alla direzione aziendale come la più promettente in termini di miglioramento complessivo. In questa prospettiva si sono dunque concentrati gli ulteriori sforzi dell'azienda, al fine di individuare possibili soluzioni per ridurre la quantità di prodotti smaltiti ed aumentare le possibilità di recupero dei prodotti stessi, in una prospettiva di recupero o riciclo. L'azienda ha quin-

di formulato alcune ipotesi e ne ha verificato la fattibilità economica, tecnologica ed organizzativa, al fine di assicurare una attenta analisi costi-benefici preventiva al successivo business plan.

Per poter realizzare un progetto di recupero del prodotto a fine vita, l'azienda ha evidenziato la necessità di implementare alcune nuove attività, che andrebbero ad aumentare le fasi del ciclo di vita di responsabilità dell'azienda, nell'obiettivo di allungare il ciclo di vita steso del prodotto.

Come rappresentato in Figura 4, le nuove attività che l'azienda dovrebbe implementare per ottenere il recupero del prodotto a fine vita (gruppo D.) sono:

- D.1 Recupero dei prodotti dismessi, sostituiti con altri prodotti nuovi, da realizzare in collaborazione con i tecnici installatori e gli utilizzatori finali;
- D.2 Smontaggio e recupero dei materiali componenti il prodotto, in particolare acciaio e gomma;
- D.3 Riutilizzo del materiale recuperato per realizzare lo stesso prodotto oppure per realizzare altri prodotti, con caratteristiche diverse;
- D.4 Rivendita a terzi del materiale recuperato, per altri possibili recuperi.

Per concretizzare in termini di business plan il progetto di recupero dei prodotti a fine vita, l'azienda ha approfondito le innovazioni organizzative ed ope-

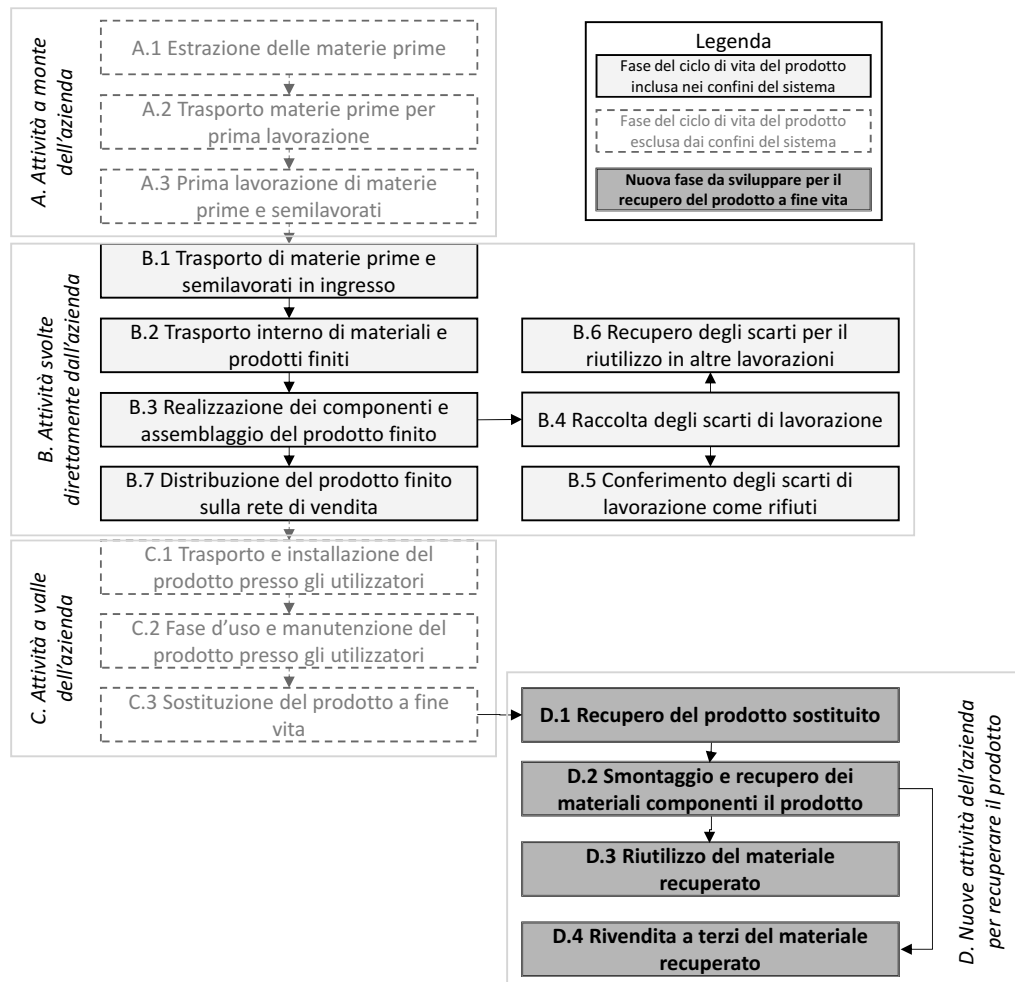


Figura 4 – Ciclo di vita allargato alle nuove attività per il recupero del prodotto a fine vita

rative che si rendono necessarie per rendere effettivamente operative le attività D.1, D.2, D.3 e D.4. Riportiamo in Tabella 2 una sintesi delle valutazioni espresse dall'azienda in merito agli scenari possibili per il progetto di recupero a fine vita del prodotto. Le valutazioni fatte dall'azienda si sono basate su analisi del mercato di riferimento, confronto diretto con gli installatori e valutazioni tecniche relative all'adattabilità dei processi produttivi, nonché alla ricerca e sviluppo per la realizzazione di nuovi prodotti con i materiali provenienti dal recupero dei vasi dismessi.

4. DISCUSSIONE

Nel considerare le varie opzioni legate al recupero del prodotto a fine vita, l'azienda deve porre particolare attenzione alle effettive possibilità di recupero e riciclo dei materiali che compongono il prodotto a fine vita.

Intesi come rifiuti, entrambi i materiali possono essere recuperati dall'azienda, perché corrispondenti a codici CER già presenti in azienda come scar-

ti di produzione per i quali l'azienda è già in possesso di opportuna autorizzazione:

- nel caso della gomma, il codice CER corrispondente è CER 191204 “plastica e gomma”;
- nel caso dell'acciaio, i codici CER corrispondenti potrebbero essere CER 170405 “ferro e acciaio”, CER 170407 “metalli misti”, CER 170409* “rifiuti metallici contaminati da sostanze pericolose” e CER 150111* “imballaggi metallici contenenti matrici solide porose pericolose (ad esempio amianto), compresi i contenitori a pressione vuoti”.

Ora, però, va detto che il progetto di recupero del prodotto a fine vita potrebbe essere vantaggioso per l'azienda se tali materiali potessero essere valorizzati come materia prima secondaria, per un loro riutilizzo in nuovi prodotti dell'azienda (attività D.3) oppure per una loro vendita a terzi (attività D.4). Per quanto riguarda l'acciaio, le possibilità di riutilizzo di questo materiale nel processo produttivo aziendale sono molto promettenti, sia dal punto di vista tecnologico che economico. Infatti, il materiale recuperato potrebbe avere ottime caratteristiche tecniche qualora reimpiegato direttamente dal-

Tabella 2 – Potenzialità e criticità associate alle nuove attività per il recupero del prodotto a fine vita

Attività da implementare	Innovazioni da introdurre con le nuove attività	Criticità legate agli interventi ipotizzati
D.1 Recupero del prodotto sostituito (a fine vita)	<ul style="list-style-type: none"> – Sviluppare un sistema logistico per il recupero dei prodotti dismessi, dagli installatori all'azienda – Coinvolgere gli installatori con azioni di sensibilizzazione 	<ul style="list-style-type: none"> – Collaborazione degli installatori – Costi di recupero dei materiali installati all'estero
D.2 Smontaggio e recupero dei materiali componenti il prodotto	<ul style="list-style-type: none"> – Allestire un processo per lo smontaggio del prodotto e il recupero dei materiali – Prevedere un sistema di controllo qualità del materiale recuperato 	<ul style="list-style-type: none"> – Costi per adattare i processi allo smontaggio del prodotto in parti – Costi per il controllo qualità dei materiali – Incertezza relativa alla possibilità di riutilizzare i materiali (criteri per il controllo qualità)
D.3 Riutilizzo del materiale recuperato	<ul style="list-style-type: none"> – Sviluppare progetto e testing per verificare la possibilità di riutilizzare i materiali nel processo produttivo – Adattare tecnologie e impianti per la lavorazione di materiale recuperato – Ideare nuovi prodotti con caratteristiche funzionali alle caratteristiche dei materiali recuperati 	<ul style="list-style-type: none"> – Incertezza relativa alla possibilità di riutilizzare i materiali per produrre lo stesso prodotto – Incertezza relativa alla possibilità di riutilizzare i materiali per produrre nuovi prodotti – Incertezza relativa alla possibilità di riutilizzare i materiali per produrre nuovi prodotti – Incertezza relativa alla possibilità di riutilizzare i materiali per produrre nuovi prodotti
D.4 Rivendita a terzi del materiale recuperato	<ul style="list-style-type: none"> – Sviluppo di una rete di vendita per i materiali recuperati 	<ul style="list-style-type: none"> – Rapporto costi/benefici tra i costi per il recupero dei materiali e i ricavi dalla loro vendita

l'azienda (attività D.3) e avrebbe anche un interessante valore economico qualora fosse rivenduto sul mercato (attività D.4). A confermare il vantaggio legato al recupero dell'acciaio vi è il fatto che l'utilizzo di tale materiale come materia prima secondaria è regolamentato in termini di EoW (Consiglio dell'Unione Europea, 2011): ciò significa che l'azienda può con certezza ipotizzare il riutilizzo dell'acciaio nei propri processi produttivi, senza compromettere condizioni di salute e sicurezza degli utilizzatori quando venderà sul mercato un nuovo prodotto realizzato con questo materiale di recupero.

Più complicato appare, invece, lo scenario di recupero del materiale in gomma. Per tale materiale, infatti, non esistono ancora indicazioni esplicite sulla possibilità di recuperarlo come materia prima secondaria in prodotti innovativi nel rispetto di condizioni di salute e sicurezza per il mercato (Nespor, 2018). Pertanto, pur essendo nelle possibilità dell'azienda prevedere un recupero della gomma per altri utilizzi, in assenza di regolamentazioni che ne limitano l'impiego, risulta in realtà eccessivamente rischioso investire nello sviluppo di nuovi prodotti e/o nell'adeguamento di tecnologie e impianti funzionali al recupero di questo materiale, dal momento che nel giro di qualche anno potrebbe essere pubblicato un regolamento specifico per l'EoW della gomma che potrebbe impedirne l'utilizzo che l'azienda ha nel frattempo sviluppato. Questa eventualità rende dunque eccessivamente elevato per l'azienda il rischio associate al progetto. In alternativa, l'azienda potrebbe

optare per la vendita a terzi della gomma recuperata; in questo caso la convenienza economica può risultare insufficiente, rispetto ai costi comunque necessari per il recupero del prodotto a fine vita e lo smontaggio delle parti in gomma.

A conti fatti, quindi, la mancanza di un regolamento EoW per il materiale in gomma limita notevolmente i reali benefici economici che l'azienda potrebbe ottenere dal recupero del prodotto a fine vita. Poiché l'implementazione del progetto di recupero del prodotto a fine vita, con l'avvio delle attività D.1, D.2, D.3 e D.4, sarebbe particolarmente oneroso sia dal punto di vista organizzativo che tecnologico, a conti fatti è carente la sostenibilità economica dell'operazione. Facendo un bilancio dei costi e benefici, infatti, sull'ago della bilancia pesano in positivo le opportunità promettenti e regolamentate del recupero dell'acciaio, mentre i dubbi circa un futuro EoW della gomma pesano in negativo. A questo vanno sommati i costi che l'azienda dovrebbe sostenere per realizzare il recupero dei materiali, che comprendono i costi per attuare un nuovo sistema logistico per il recupero del prodotto a fine vita (per la fase D.1), i costi per disassemblare il prodotto e recuperare i materiali (per la fase D.2), ed infine i costi delle modifiche a tecnologie ed impianti per lavorare i materiali recuperati (per la fase D.3).

5. CONCLUSIONI

In questo articolo abbiamo visto il caso di un'azien-

da italiana leader nel settore della progettazione, produzione e vendita di vasi ad espansione per caldaie. L'analisi dei contributi ambientali associati al ciclo di vita del prodotto, condotta mediante la metodologia LCI come forma semplificata del LCA, ha messo in luce interessanti opportunità di sviluppo per l'azienda, in particolare riferite al recupero del prodotto a fine vita. Ciò dimostra come la prospettiva dell'economia circolare possa essere un volano all'innovazione di prodotto e di processo per le imprese italiane. Al contempo, questo caso studio ha messo in luce come la mancanza di regole chiare e complete nel mercato delle materie prime secondarie possa inibire interventi coraggiosi delle imprese nella riduzione degli impatti ambientali, a causa delle incertezze sugli scenari EoW.

Tra gli elementi presi in considerazione dall'azienda per il recupero a fine vita del vaso di espansione, infatti, pesa l'incognita relativa all'effettiva possibilità di riutilizzare i materiali derivanti dal recupero del prodotto dismesso. Questo è strettamente interconnesso al concetto stesso di EoW. Tecnicamente, infatti, l'EoW si distingue da un sottoprodotto in quanto deriva da un processo di consumo, pertanto non è direttamente utilizzabile in un processo produttivo come materia prima seconda senza ulteriori trattamenti (Landro, 2014). Com'è noto, i criteri per la cessazione della qualifica di rifiuto vanno definiti a livello europeo ed il mercato, nella possibilità di recuperare i materiali per reimmetterli nei processi produttivi, deve essere vincolato da regolamenti ad hoc, volti a garantire prodotti e materiali sicuri, secondo i principi di prevenzione e precauzione (Muratori, 2018). Tuttavia, la contingente assenza di criteri EoW per molte tipologie di materiali sta rallentando i Paesi europei nella realizzazione l'obiettivo "rifiuti zero" (Castellano, 2017). Il mercato italiano, in particolare, chiede di accelerare nella formulazione di regolamenti EoW (Fabris e Mazzi, 2018) e anche il caso studio presentato in questo articolo va in tale direzione.

Il tema dell'economia circolare è oggi di grande attualità nel mondo industriale e la promozione di un sistema economico che riduca i rifiuti e valorizzi il recupero è già un impegno per molte imprese. L'approccio di ciclo di vita gioca un ruolo fondamentale in questo, e strumenti come il LCA e il LCI sono efficaci nel guidare le aziende a riconoscere le opportunità associate al recupero, riuso e riciclo dei prodotti a fine vita. Tuttavia, l'assenza di un quadro legislativo completo introduce

un pesante elemento di incertezza nel business delle imprese e rende troppo oneroso il rischio economico-finanziario connesso ad innovazioni di economia circolare.

Il caso studio analizzato in questo articolo ha dimostrato come la chiusura del cerchio sia una sfida vincente sia per i benefici ambientali che ne conseguono sia per l'innovazione imprenditoriale che porta con sé. Le regolamentazioni EoW forniscono il quadro di riferimento indispensabile per tutelare utilizzatori e consumatori, ma anche per stimolare lo sviluppo di nuovi prodotti, nuove tecnologie, nuovi materiali, nuovi servizi. Se tali regolamentazioni sono lacunose, dunque, le aziende mancano di una guida per indirizzare i propri sforzi a favore della sostenibilità ambientale, mentre il mercato soffre dell'incertezza per la tutela della salute e sicurezza degli utilizzatori.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Castellano F. (2017) End-of-waste servono regole e procedure certe. *Ecoscienze* 5: 46-48.
- Commissione Europea (2015) L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare. COM/2015/0614 final. Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitato delle Regioni. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF
- Consiglio dell'Unione Europea (2011) Regolamento (UE) n. 333/2011 del Consiglio, del 31 marzo 2011, recante i criteri che determinano quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0333&from=IT>
- Fabris C. e Mazzi A. (2018) "End of Waste": dopo lo stop ai criteri regionali caso per caso, lo stato interviene in fretta. *Rivista Giuridica dell'Ambiente* 4: 689-706.
- Landro A. (2014) Rifiuti, sottoprodotti e fine del rifiuto (end of waste): una storia ancora da (ri) scrivere? *Rivista Trimestrale di Diritto Penale dell'Economia* 3-4: 913-953.
- Muratori A. (2018) La riformata direttiva quadro sui rifiuti: a beneficio dell'economia circolare, novità sui sottoprodotti e sulla perdita della qualifica di rifiuto. *Ambiente & Sviluppo* 8-9: 519-524.
- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. <https://eurlex.europa.eu/leal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=IT>
- Nespor S. (2018) Plastica. *Rivista Giuridica dell'Ambiente* 1: 1-4.
- UNI EN ISO (2006/a) UNI EN ISO 14040: Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita Principi e quadra di riferimento. International Standard Organization.
- UNI EN ISO (2006/b) UNI EN ISO 14044: Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita Requisiti e linee guida. International Standard Organization.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2019 è sostenuta da:



INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE



N. 2/2019



SOLVAIR®



xylem
Let's Solve Water



STADLER®
STADLER ITALIA S.r.l.

ALLEGRI
ecologia
trattamento acque

VOMM



SESEAM
engineering
l'acqua e l'ambiente

