

Quando si effettuano analisi del **ciclo di vita** relativi alla gestione dei rifiuti, l'approccio dalla-culla-alla-tomba, tipicamente utilizzato per i sistemi produttivi, deve essere modificato in una filosofia **dal-cancello-alla-tomba** o **dal cancello-alla-culla**.

In tale contesto il materiale in input è rappresentato dal rifiuto, il quale può essere smaltito direttamente in discarica o entrare in ulteriori cicli di vita in sostituzione di prodotti vergini.

In tale ottica, l'approccio LCA consente di includere i processi a monte e a valle dei confini fisici degli impianti, fornendo una **visione integrata e di insieme**.

Ciclo di vita di un prodotto

Nonostante l'espansione dei confini del sistema oggetto dello studio sia opportuna, includendo ad esempio la produzione e l'uso dei sacchetti e dei contenitori per la raccolta del rifiuto, i trasporti e valutando i benefici forniti dal riciclaggio dei materiali e dalla produzione di energia dal rifiuto, è da sottolineare come **la definizione di "confini estesi del sistema" (expanded system boundaries) sia ancora un punto controverso**.

Le direttive comunitarie relative alla gestione dei rifiuti hanno tutte in comune quella che si potrebbe definire una **"gerarchia" delle alternative di gestione** degli stessi:

- minimizzazione dei rifiuti alla sorgente, riutilizzo, riciclo, termovalorizzazione e digestione controllata (aerobica o anaerobica), smaltimento in discarica e contenimento degli impatti delle diverse alternative.

Gli impatti ambientali di un sistema di gestione dei rifiuti urbani dipendono da tre distinti elementi:

1. Il **progetto** e lo **sviluppo di prodotti**: influenza la qualità e la quantità dei materiali che costituiscono i prodotti, la durata di questi, il loro grado di riciclabilità e pericolosità come rifiuti;
2. I **consumatori**: acquistando i prodotti, li inseriscono nel flusso che attraversa il sistema e, almeno in parte, ne decidono la durata;
3. La **gestione dei rifiuti**: decide la distribuzione del flusso dei rifiuti tra le diverse alternative e stabilisce la tecnologia e l'efficienza delle diverse opzioni.
- 4.

Dal punto di vista del servizio di gestione rifiuti, una valutazione del ciclo di vita può quindi supportare diverse azioni come:

- Identificazione dei **processi** più rilevanti dal punto di vista ambientale;
- Identificazione dei **carichi ambientali** più consistenti in un certo scenario;
- Valutazione degli effetti di **eventuali miglioramenti** a scale diverse (locale e globale);
- Valutazione della prestazione ambientale di uno **scenario in una prospettiva** di ciclo di vita.
- **Pianificazione strategica** delle aziende responsabili per la gestione dei RSU;
- **Progettazione e ri-progettazione** dei prodotti in un'ottica di minor produzione dei rifiuti, maggiore longevità, riutilizzo e riciclaggio dei componenti;
- Bilanciamento dei requisiti funzionali dei prodotti con fattori quali costi, qualità, servizi;
- **Etichettatura e dichiarazioni ambientali** di prodotti e processi;
- Programmazione della ricerca per lo sviluppo delle migliori nuove alternative e delle scelte politiche verso le migliori tecniche disponibili (MTD).

Si riporta nella figura 1 il ciclo di vita di un prodotto: la parte finale è relativa la ciclo di gestione dei rifiuti:

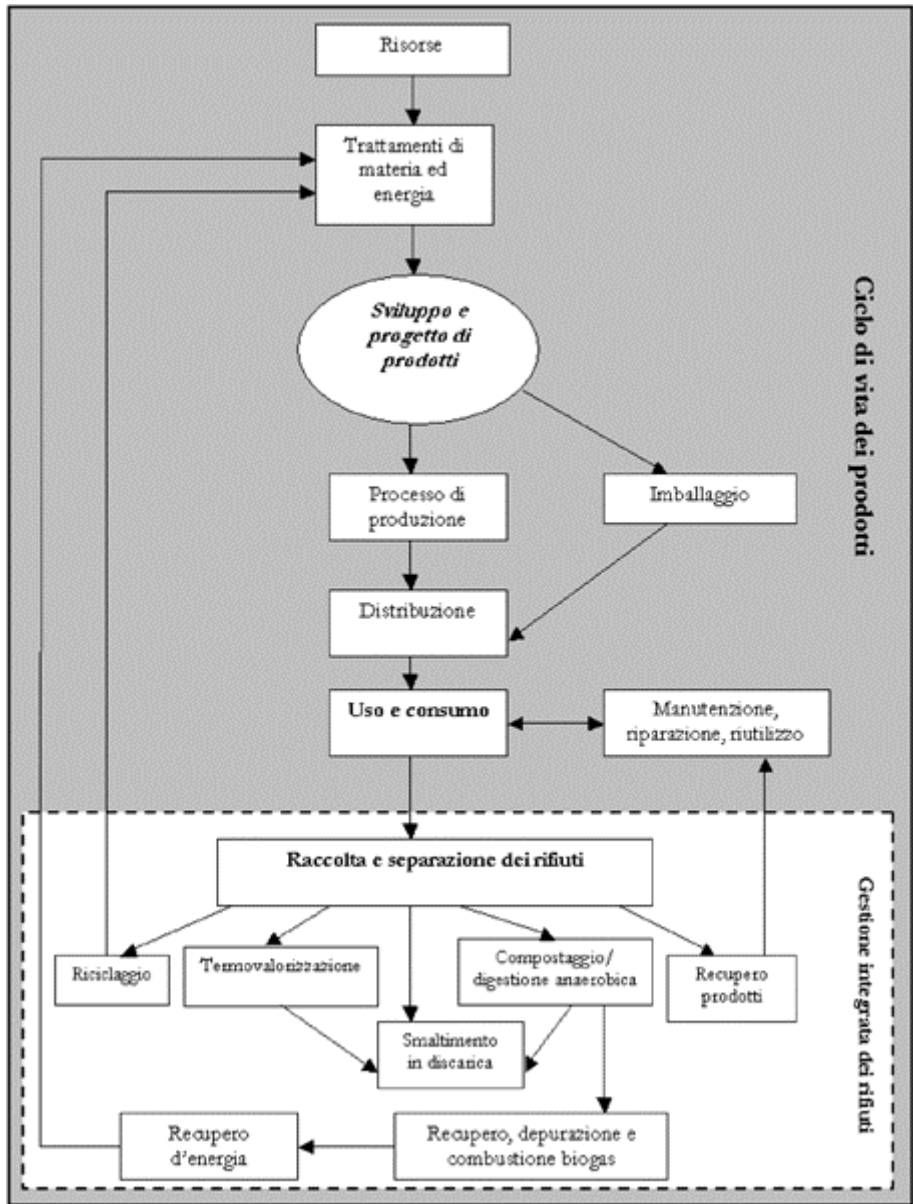


Fig 1: Schema generale del ciclo di vita di un prodotto

Unità funzionale

La scelta dell'unità funzionale, ovvero il **termine di riferimento a cui associare consumi di risorse ed impatti ambientali**, è particolarmente complessa quando si opera nel settore dei rifiuti.

Per poter utilizzare la semplificazione comunemente indicata con il termine "zero burdens", tipicamente adottata nelle analisi LCA nella gestione dei rifiuti, semplificazione in base alla quale "il rifiuto in ingresso al sistema non ha memoria storica di impatti ambientali pregressi", è necessario confrontare scenari che trattano la stessa quantità di rifiuto in ingresso al sistema.

Questo perché, come richiede la **normativa ISO14040**, nelle analisi LCA comparative non è lecito escludere parti del ciclo di vita che non siano comuni agli scenari a confronto.

Di conseguenza, **l'unità funzionale adottata è stata 1 kg di rifiuto in ingresso agli impianti.**

Tale unità funzionale permette di valutare e confrontare l'efficienza energetica ed ambientale di scenari alternativi, con riferimento ad una quantità unitaria di rifiuto.

Confini di sistema, unità di processo, input e output

I confini del sistema definiscono le unità di processo da includere nel sistema che si vuole modellizzare e gli input e output di ciascuna delle stesse.

L'estensione dei confini di sistema di uno studio LCA nel settore dei rifiuti è probabilmente l'elemento più importante e delicato di cui tenere conto, poiché le ipotesi relative alla definizione di tali confini influenzano in modo determinante i risultati finali.

In primo luogo è necessario definire in modo preciso a quali elementi del ciclo di vita dei beni, che diventeranno rifiuti, e a quali elementi della filiera dei rifiuti, l'analisi verrà estesa.

Questo perché gli impatti legati alla gestione dei rifiuti non sono solo quelli generati negli impianti di smaltimento, ma, come spesso si verifica, le conseguenze ambientali di ciò che accade al rifiuto al di fuori dei confini fisici degli impianti di trattamento possono essere addirittura maggiori di quelle dirette.

I confini del sistema oggetto dello studio non si limitano pertanto ai confini fisici degli impianti di trattamento e/o smaltimento che costituiscono il sistema integrato, ma si estendono a monte e valle fino a comprendere l'intera filiera: a partire dalla produzione dei sistemi di raccolta (a monte della produzione dei rifiuti), fino allo smaltimento finale dei rifiuti residui (non ulteriormente oggetto di lavorazioni) o alla produzione di materie prime secondarie e/o di energia.

Le unità di processo da considerare in una LCA-rifiuti sono le seguenti:

- raccolta (inclusa la produzione dei contenitori e l'utilizzo dei mezzi per la raccolta);
- trattamenti di recupero di materia e riciclaggio delle frazioni provenienti dalla raccolta differenziata;
- trattamento finale del rifiuto residuo a valle della raccolta differenziata;
- Produzione ed impiego di combustibili, energia elettrica, energia termica;
- Produzione di materiali ausiliari;
- Processi di trattamento dei rifiuti;
- Riciclo, recupero di materia e/o energia.

In figura 2 è rappresentata la differenza tra gli ambiti di studio di una LCA per prodotto e per i rifiuti:

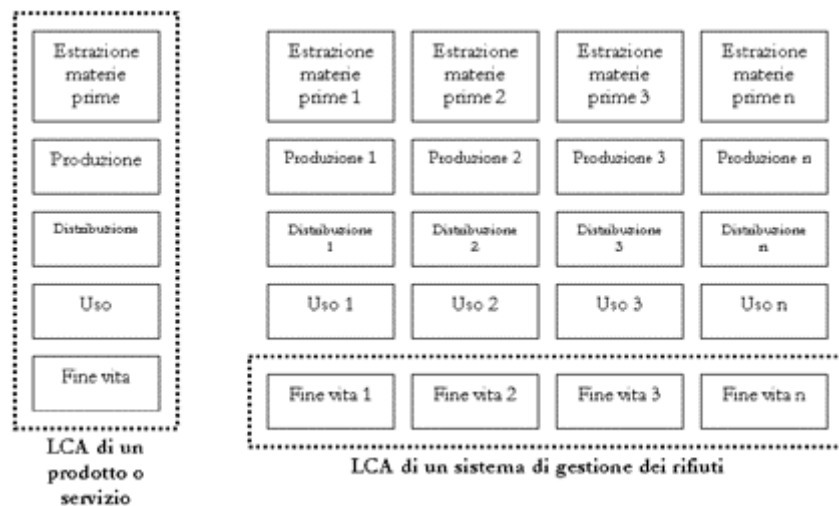


Fig 2: Confronto tra ambiti di applicazione LCA prodotto e rifiuti

Ipotesi e assunzioni

La semplificazione spesso adottata in base alla quale il ciclo della CO₂ biogenica è neutro, ovvero la CO₂ prodotta dal trattamento di fine vita delle biomasse è compensata dalla CO₂ assorbita nella fase di accrescimento vegetativo, non è accettabile nel caso in cui si consideri l'analisi comparata di scenari di smaltimento dei rifiuti con diverse potenzialità di emissioni di gas serra di origine biogenica (CO₂ e CH₄).

Per chiarire meglio il contesto e la metodologia adottabile si considerino i seguenti esempi:

- nel caso dell'incenerimento delle biomasse, l'ipotesi che il ciclo biogenico del carbonio sia neutro può essere in prima approssimazione accettata. In sostanza, la stessa quantità di carbonio assorbito dall'atmosfera in fase di accrescimento viene restituito all'atmosfera stessa.
- nel caso di smaltimento a discarica delle biomasse, poiché l'emissione di 1kg di metano ha un potenziale serra 23 volte superiore a quello di 1 kg di CO₂, l'ipotesi di neutralità non è più accettabile a priori. In questo caso, come nel caso del compostaggio o della digestione anaerobica occorre predisporre un bilancio dei gas serra di origine biogenica (CO₂ e CH₄).
- nel caso di riuso o di riciclaggio delle biomasse, il credito di CO₂, ovvero la quantità di CO₂ sequestrata in fase di accrescimento viene, di fatto, "congelata" nella biomassa. In altri termini, la biomassa che viene avviata ad un nuovo ciclo di vita trattiene, anziché restituire all'atmosfera il carbonio sequestrato.

È dunque chiaro che, poiché l'effetto serra è determinato indifferentemente dalla CO₂ fossile e biogenica nell'analisi LCA estesa a tutto il sistema dei rifiuti, l'assunzione di escludere a priori la CO₂ biogenica non è scientificamente corretta.

Diverso sarebbe un contesto in cui le emissioni di anidride carbonica biogenica sono le stesse in tutti gli scenari analizzati e quindi sono automaticamente escluse nel conteggio differenziale.

Il bilancio della CO₂ biogenica deve essere certamente esplicitato, così come raccomanda la rivista scientifica di riferimento nel settore della LCA (International Journal of Life Cycle Assessment), evidenziandone possibilmente il contributo rispetto a quella fossile.

Riassumendo, l'approccio relativo al conteggio della CO₂ di origine biogenica, raccomandato dalla comunità scientifica internazionale è il seguente:

- in generale, per i prodotti di origine vegetale vengono assegnati i crediti di CO₂ in fase di accrescimento delle biomasse; tuttavia, se la fase di accrescimento delle biomasse rientra nelle fasi del ciclo di vita precedenti alla generazione del rifiuto, i crediti non vengono conteggiati (ipotesi "zero burdens": il rifiuto non ha memoria storica di impatti/benefici precedenti a quando è diventato rifiuto);
- tutte le emissioni climalteranti di origine biogenica sono conteggiate nel momento in cui sono generate (emissioni di CO₂ e CH₄ dalle discariche, da trattamenti aerobici ed anaerobici della FORSU, da combustione di biogas, da incenerimento);
- i processi di riciclaggio dei prodotti di origine vegetale (ad esempio carta e legno) corrispondono all'immagazzinamento della CO₂ inglobata nelle biomasse in fase di accrescimento, tenuto conto dei bilanci di massa transitori ed al netto dei materiali scartati.

Nella figura 3 sono riportati il campo d'applicazione e confini del sistema per la valutazione del ciclo di vita della gestione di RSU:

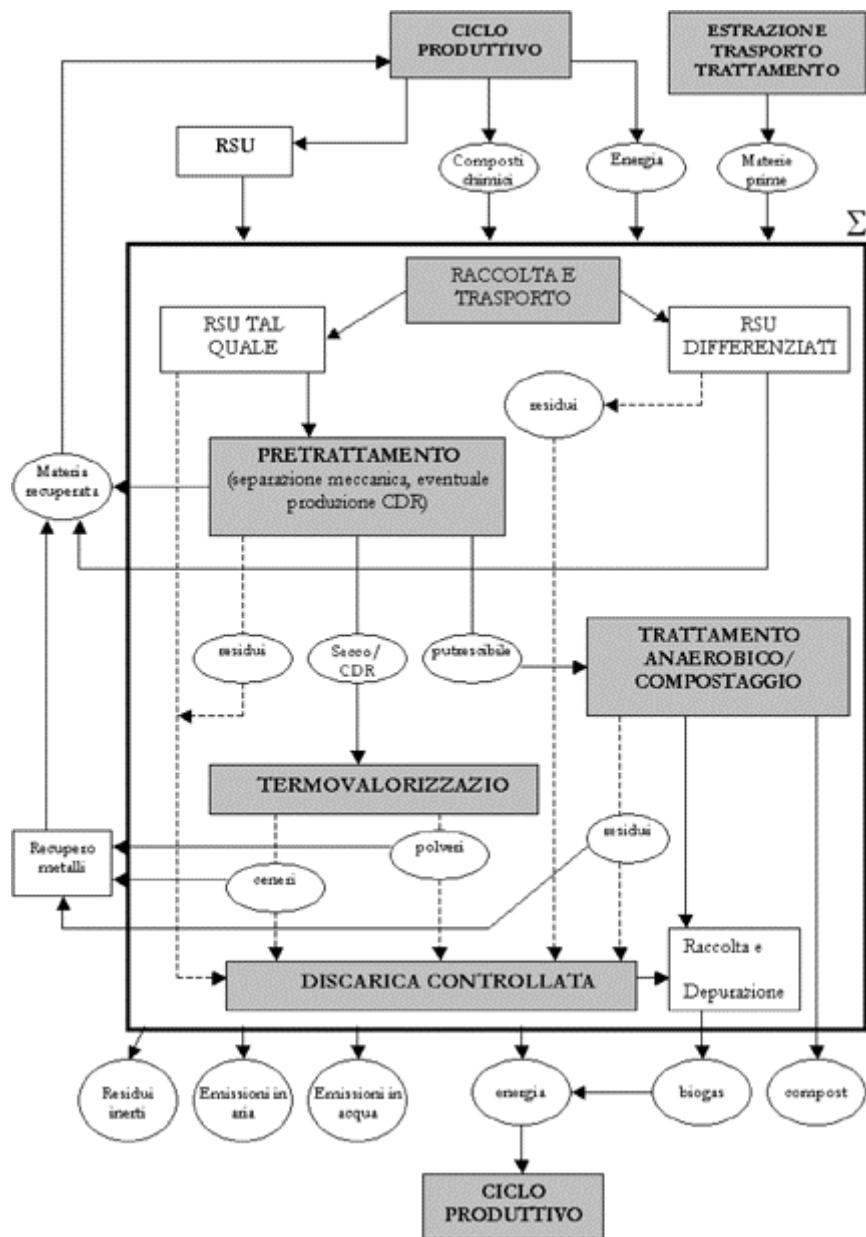


Fig.3: Campo d'applicazione e confini del sistema per la valutazione del ciclo di vita della gestione di RSU

Bibliografia

- Norme UNI EN ISO 14040, UNI EN ISO 14041, UNI EN ISO 14042
- Maurizio Cellura, Fulvio Ardente, Sonia Longo, materiali del convegno scientifico Rete Italiana LCA "LCA applicata alle tecnologie alimentate da fonti rinnovabili di energia", Università di Palermo, Dipartimento di Ricerche Energetiche ed Ambientali, giugno 2009;
- G. A. Blengini, M. Fantoni, *Life cycle assessment di scenari alternativi per il trattamento della ForSU*, Politecnico di Torino, Torino (Ecomondo 2009);
- Paolo Masoni, Alessandra Zamagni, Andrea Raggi, *Integrazione di modelli economici e ambientali nella Life Cycle Sustainability Analysis*, ENEA, Centro Ricerche E. Clementel – Dipartimento Scienze Aziendali, Statistiche, Tecnologiche e Ambientali Università G. D'Annunzio (Ecomondo 2009);

- Andrea de Lieto Vollaro, *La valutazione del ciclo di vita (LCA) e le sue applicazioni alla gestione dei rifiuti*, Università di Roma, Roma 2004;
- La Casermetta del Col de la Seigne - Sostenibilità d'alta quota (sito www.rinnovabili.it)