

# LA METODOLOGIA LIFE CYCLE ASSESSMENT: PERCORSI CONSOLIDATI, RECENTI SVILUPPI E SFIDE FUTURE

Monica Lavagna<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito DABC, Milano.

<sup>2</sup> Presidente Associazione Rete Italiana LCA.

## Sommario

La metodologia LCA svolge un ruolo centrale come strumento quantitativo e scientificamente fondato, a supporto della transizione della società verso un'economia sostenibile. Il passaggio da un uso volontario, da parte degli operatori del mercato, a un uso obbligatorio, richiesto dai recenti strumenti normativi, ne sta determinando la diffusione. Questo contesto pone l'attenzione sulla necessità di mantenere elevata la qualità degli studi, sia tramite l'irrobustimento della metodologia anche negli usi semplificati, sia tramite lo sviluppo e l'accessibilità di dati di inventario affidabili e maggiormente rappresentativi delle applicazioni nei settori e contesti specifici. La ricerca scientifica ha il compito di sviluppare strumenti di supporto, al fine di ampliare la quantità di operatori in grado di sviluppare studi LCA.

Il paper presenta una sintesi dei percorsi di sviluppo della metodologia, evidenziando alcune sfide in corso e future, tra cui l'integrazione degli aspetti ambientali LCA con quelli economici LCC e sociali SLCA nella valutazione di sostenibilità LCSA, gli sviluppi metodologici della PEF e settore-specifici, le declinazioni per il supporto alle policy, le integrazioni di indicatori nell'impact assessment, il superamento di limiti temporali e spaziali, la definizione di dataset di riferimento (per i processi indiretti) settore-specifici e contesto-specifici.

**Parole chiave:** *Life Cycle Thinking, Life Cycle Assessment, qualità dei dati, sostenibilità*

## LIFE CYCLE ASSESSMENT METHODOLOGY: CONSOLIDATED PATHS, RECENT DEVELOPMENTS AND FUTURE CHALLENGES

### Abstract

The LCA methodology plays a central role as a quantitative and scientifically based tool, to support the transition of society towards a sustainable economy. The transition from a voluntary use, by market operators,

to a mandatory use, required by recent regulatory instruments, is determining its diffusion. This context focuses on the need to maintain a high quality of studies, both by strengthening the methodology also in simplified uses, and by developing accessible reliable inventory data that are more representative of applications in specific sectors and contexts. Scientific research has the task of developing support tools, in order to increase the number of operators able to develop LCA studies.

The paper presents a summary of the development paths of the methodology, highlighting some ongoing and future challenges, including the integration of the environmental LCA aspects with the economic LCC and social SLCA ones in the sustainability assessment LCSA, the methodological developments of the PEF and sector-specific ones, the specific declinations for policy support, the integration of indicators in the impact assessment, the overcoming of temporal and spatial limits, the definition of sector-specific and context-specific reference datasets (for indirect processes).

**Keywords:** *Life Cycle Thinking, Life Cycle Assessment, data quality, sustainability*

## 1. Introduzione

La valutazione del ciclo di vita LCA (*Life Cycle Assessment*) è un metodo *science-based* riconosciuto a livello internazionale per analizzare e quantificare i consumi di risorse (*input*) e le emissioni (*output*) e valutare i correlati impatti ambientali potenziali associati all'intero ciclo di vita "dalla culla alla tomba" (estrazione materie prime, produzione, trasporto, uso, fine vita) di prodotti (beni fisici) e servizi, e dei relativi processi. L'uso dei risultati può supportare scelte migliorative, ottimizzazione dei processi o studi comparativi tra soluzioni alternative. La particolarità di questa metodologia è di considerare tutte le fasi del ciclo di vita e un elevato numero di indicatori di impatto ambientale, al fine di evitare che le scelte migliorative determinino "slittamenti" di impatti (*burden shifting*) tra una fase del ciclo di vita e l'altra o tra un comparto/impatto ambientale e l'altro. L'approccio al ciclo di vita LCT (*Life Cycle Thinking*) ha dunque

\* Per contatti: Via Giuseppe Ponzio, 31, 20133 Milano. Tel 02.23995134. monica.lavagna@polimi.it

scardinato le metodologie di analisi per singoli comparti ambientali (aria, acqua, suolo) e superato la visione di “gestione” dei rifiuti e dell’inquinamento a fine vita (*end-of-pipe*) a favore della prevenzione a monte dei consumi.

L’obiettivo di questo articolo è: i) delineare i percorsi che si sono consolidati negli anni passati per rafforzare la metodologia e diffondere la sua applicazione nei diversi settori, ii) fare il punto sugli sviluppi recenti e in atto al momento attuale e iii) indicare le sfide per il prossimo futuro. Per creare questo quadro, il supporto deriva dagli sviluppi normativi e degli standard a livello ISO e CEN, dalla letteratura scientifica (dai libri Springer editi dai maggiori esponenti sul tema, dalla rivista internazionale *The International Journal of Life Cycle Assessment*), dai report elaborati sul tema dai principali enti di ricerca e agenzie per l’ambiente (come UN Environment Life Cycle Initiative e Joint Research Center) e dai workshop/convegni realizzati da alcuni istituti di riferimento sul tema (come il Swiss Discussion Forum on Life Cycle Assessment e l’Associazione Rete Italiana LCA).

## 2. Percorsi consolidati

La metodologia LCA nasce per essere applicata come strumento per conoscere e migliorare il profilo ambientale di prodotti e servizi e per comparare il profilo ambientale di soluzioni alternative. Nasce in ambito scientifico/accademico, viene codificata all’inizio degli anni '90 grazie alla Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), per poi incontrare rapidamente l’interesse dell’industria. Inizialmente, infatti, viene applicata prevalentemente in ambito industriale (compresa l’industria agroalimentare).

La necessità di una armonizzazione e standardizzazione a livello internazionale porta rapidamente (seconda metà degli anni '90) a definire, nel quadro degli standard ISO 14000 relativi alla gestione ambientale (*environmental management*), le norme tecniche della serie 14040, che nel tempo sono state aggiornate. Attualmente le norme tecniche in uso sono ancora le stesse, per quanto nel tempo gli standard siano stati aggiornati, ossia la ISO 14040:2006 e la ISO 14044:2006.

Negli ultimi dieci anni sono nati degli ulteriori standard relativi all’applicazione della metodologia LCA anche alle organizzazioni, ossia la *Organisational LCA* (OLCA), normata dalla ISO/TS 14072:2014, e alla declinazione della metodologia a temi ambientali specifici, ossia la *Water Footprint*, normata dalla ISO 14046:2014, e la *Carbon Footprint*, normata dalla ISO 14067:2018. Quest’ultima norma non appartiene alla serie ISO 14040, ma alla famiglia ISO 14060, che è specificatamente dedicata al tema delle emissioni di gas

serra, ambito che ha trovato grande espansione e approfondimento in relazione ai cambiamenti climatici e ai processi di decarbonizzazione promossi dall’Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e dalle Conferenze delle Parti (COP). La nascita di norme specifiche dedicate a specifici comparti ambientali (acqua, emissioni climalteranti, ecc.) per quanto utili a meglio dettagliare le questioni metodologiche, rischiano tuttavia di creare una semplificazione (la valutazione viene limitata a un solo comparto ambientale) e una scarsa chiarezza rispetto alla relazione con la metodologia LCA. Di fatto non si tratta di LCA (Klöppfer, 2014) in quanto pur avendo una simile impostazione dello studio e lo stesso approccio al ciclo di vita, analizzano però un solo indicatore, venendo meno a uno dei principi basilari di una LCA. Inoltre, nelle norme tecniche vengono approfonditi aspetti metodologici che poi non coincidono con la metodologia LCA in generale, mettendo in difficoltà gli operatori che faticano a capire la distinzione tra *carbon footprint* e indicatore LCA relativo al *Global Warming Potential* (GWP), ossia surriscaldamento globale potenziale, oggi aggiornato in *Climate Change*, ovvero cambiamento climatico. Entrambi riguardano lo stesso parametro, ossia la quantificazione della CO<sub>2</sub> equivalente, e lo stesso approccio (esteso all’intero ciclo di vita), ma con specifiche di calcolo diverse negli standard di riferimento. Tuttavia, tali standard hanno concorso al consolidamento della metodologia LCA, assieme anche ad altre metodologie affini alla LCA, affermatesi nel tempo, come *Eco-efficiency assessment*, *Resource efficiency assessment*, *Input-output and hybrid LCA*, *Material flow analysis* (Finkbeiner, 2016).

Durante i decenni, la metodologia LCA ha visto crescere gli ambiti di applicazione: rifiuti, energia, edilizia e costruzioni, agroalimentare, trasporti e mobilità, materiali, design, tessile, chimica, nanotecnologie, elettronica e tecnologie digitali, e molti altri. In particolare, per il settore edilizio, sono inoltre stati sviluppati standard specifici, sia in ambito ISO sia in ambito CEN. Si tratta infatti di un settore complesso, che richiede valutazioni applicate ai prodotti edilizi (EN 15804:2012+A2:2019) propedeutiche alle valutazioni LCA applicate alla scala dell’intero edificio (EN 15978:2011).

Dall’approccio al ciclo di vita, *Life Cycle Thinking* (LCT), si sono sviluppate le metodologie *Life Cycle Assessment* (LCA), *Life Cycle Costing* (LCC), *Social Life Cycle Assessment* (SLCA), che agiscono nei tre ambiti della sostenibilità, ambientale, economica e sociale. Mentre LCA e LCC sono metodologie quantitative, essendo la SLCA una metodologia basata su aspetti qualitativi, risulta essere l’ambito di più arduo sviluppo e quindi anche poco applicata. Lo sviluppo di database, come il Social Hotspots Database (SHDB), rappresenta un grande contributo per la valutazione degli aspetti

sociali e l'utilizzo della SLCA in software come Sima-Pro e OpenLCA. Negli ultimi dieci anni sono state sviluppate sia nuove linee guida metodologiche (UNEP, 2020), rispetto alle originarie del 2009, sia uno strumento standardizzato, i *Methodological Sheets* (UNEP, 2021), che forniscono un set di indicatori per la valutazione delle sottocategorie.

Ancora più ambizioso è l'obiettivo di combinare impatti sociali, ambientali ed economici nella valutazione della sostenibilità del ciclo di vita, *Life Cycle Sustainability Assessment* (LCSA), come combinazione di valutazione ambientale (LCA), sociale (SLCA) ed economica (LCC). Il concetto di LCSA è stato introdotto più di 15 anni fa, ma è piuttosto difficile da rendere operativo. Una delle principali sfide è l'armonizzazione e l'integrazione di queste tre valutazioni e la sintesi dei tre ambiti in un unico indicatore, per esempio tramite pesatura, aspetto considerato particolarmente critico poiché riduce l'oggettività del risultato.

In ambito operativo, la valutazione LCA è propedeutica alla realizzazione di certificazioni ambientali di prodotto, in particolare alla Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP) o *Environmental Product Declaration* (EPD) e alle dichiarazioni ambientali di tipo III (ISO 14025).

La necessità di rafforzare le indicazioni metodologiche per l'applicazione pratica degli studi LCA ha portato la Commissione Europea a promuovere prima lo sviluppo dell'*Handbook* da parte del Joint Research Center (EC, 2010), e poi la definizione delle regole metodologiche della *Product Environmental Footprint* (PEF) e della *Organisation Environmental Footprint* (OEF), come metodo comune per misurare le prestazioni ambientali (Raccomandazione 2021/2279 della Commissione Europea). Nata con lo scopo più ambizioso di arrivare a uno strumento di certificazione ambientale (impronta ambientale di prodotto), la PEF è poi stata ridotta alla sola metodologia per ostacoli da parte del mondo della produzione rispetto alla definizione dei *benchmark* e dei meccanismi di comparazione tra prodotti. L'aspetto maggiormente di interesse è stato l'aggiornamento e sviluppo di modelli di caratterizzazione, fattori di normalizzazione e fattori di ponderazione per la fase di *impact assessment*, rispetto ai quali c'è stato un allineamento da parte di standard già in uso (es. EN 15804:2012+A2:2019 sulle EPD del settore edilizio), e la definizione di dati di riferimento comuni, accessibili nella piattaforma Life Cycle Data Network (LCDN). Sia nell'ambito PEF, sia attraverso altri percorsi più legati alla certificazione di prodotto EPD, si sono resi necessari negli anni sviluppi metodologici relativi agli specifici settori, tramite la definizione delle *Product Category Rules* (PCR), ossia indicazioni metodologiche declinate per una specifica categoria di prodotti.

### 3. Recenti sviluppi

Grazie ai percorsi delineati, gli studi LCA sono in aumento in tutti i settori economici. Negli ultimi tempi tale crescita è sollecitata inoltre dalle politiche europee, che impongono requisiti correlati all'uso della valutazione LCA sia negli appalti pubblici sia in ambito privato. La metodologia da strumento volontario, di comparazione tra prodotti e servizi sul mercato e dunque di competitività, sta diventando sempre più strumento cogente, in quanto contenuta e richiamata da molteplici policy e strumenti normativi.

Le politiche più consistenti di promozione della metodologia LCA in passato sono state la Politica Integrata di Prodotto (2003) e il Piano di azione su Produzione e consumo sostenibile (2008), correlato alle politiche sul Green Public Procurement. Ma adesso ne vediamo un uso diffuso a supporto di varie *policies*: European Green Deal (2019), Circular Economy Action Plan (2020), Farm to Fork strategy (2020), EU Biodiversity strategy for 2030 (2020), Chemical Strategy (2020), Taxonomy Regulation (2020) e Sustainable Finance (2023), Do No Significant Harm (2021), Zero Pollution Action Plan (2021), Corporate Sustainability Reporting Directive (2023) e ESG rating (2024), Energy Performance of Buildings Directive (2024), Eco-design for Sustainable Product Directive (2024) e il digital product passport, Green Claim Directive (tbd), e molte altre ancora. Tuttavia, in tutti questi documenti, per quanto venga richiamato l'approccio al ciclo di vita e il metodo LCA, non sempre è ancora così chiaro agli operatori come effettuare la valutazione.

In ogni caso, l'inserimento all'interno delle comunicazioni e direttive europee, sta determinando la diffusione degli studi LCA e di conseguenza anche la crescita degli *stakeholders*, con una particolare espansione dalle aziende ai *policy makers*. Infatti i funzionari della Pubblica Amministrazione necessitano di acquisire maggiori conoscenze e competenze sulla metodologia, per vari tipi di utilizzo: la valutazione LCA serve sia per analizzare l'efficacia delle politiche, dunque come strumento di orientamento per i *policy makers*, sia per orientare il mercato tramite l'inserimento nelle policy della richiesta di effettuare uno studio LCA per dimostrare il minor impatto ambientale di un prodotto o servizio. Di conseguenza occorre anche che le Pubbliche Amministrazioni siano in grado di verificare il rispetto dell'applicazione (per esempio negli appalti pubblici).

Mentre è in atto questa progressiva diffusione, occorre però osservare la tendenza ad adottare la metodologia in maniera semplificata, al fine di garantire

un uso esteso non troppo specialistico. Per esempio, il richiamo in molte norme o regolamenti è limitato al tema della decarbonizzazione, adottando un solo indicatore, e perdendo così uno dei principi basilari della valutazione LCA, ossia quello di evitare il *burden shifting*.

Per contro, parallelamente, in ambito scientifico e accademico, proseguono gli sviluppi metodologici per irrobustire la metodologia e allargare le valutazioni a un numero più ampio di aspetti, capaci di cogliere la complessità dell'obiettivo dello sviluppo sostenibile. Da un lato permane ancora lo sforzo per identificare le modalità per ottenere una valutazione sintetica complessiva sia dei diversi indicatori di impatto ambientale degli studi LCA (poiché l'interpretazione dei risultati, in particolare nelle valutazioni comparative, risulta difficile avendo molti indicatori da considerare, spesso con andamenti differenti) sia delle tre dimensioni della sostenibilità (LCA+LCC+SLCA), nella *Life Cycle Sustainability Assessment* (LCSA). Dall'altro si riconoscono i limiti degli aspetti ambientali che la metodologia LCA considera, per cui essa viene integrata sempre di più con altri metodi. Per esempio, l'integrazione con il tema della biodiversità, rispetto a cui la valutazione LCA può svolgere un ruolo nell'evidenziare gli impatti importanti lungo le catene di fornitura globali, ma richiede lo sviluppo di modelli di *impact assessment* che tengano conto dei numerosi impatti, riflettano la complessità della biodiversità e l'importanza delle valutazioni globali disaggregate spazialmente, quindi, affiancate da altri strumenti di valutazione e modellazione (GIS). Altri ambiti di integrazione sono quelli che ruotano attorno alla valutazione delle risorse, anche rispetto all'affermazione delle politiche di economia circolare: l'indicatore dell'*abiotic depletion* risulta ancora poco efficace e completo per una valutazione dell'uso e della disponibilità delle risorse. Da un lato occorre affiancare strumenti di ottimizzazione geometrica/dimensionale/prestazionale (eco-efficienza), dall'altro strumenti che indagano più in dettaglio la provenienza e la disponibilità delle risorse (*resource efficiency*) sia nel caso delle risorse abiotiche, sia nel caso delle risorse biotiche, e una più dettagliata quantificazione dei flussi e degli stock di risorse materiche (*material flow analysis*).

Ulteriori fronti di sviluppo metodologico riguardano il superamento delle limitazioni di tipo temporale e spaziale degli studi LCA. Il metodo LCA è "statico", ossia crea una "fotografia" degli impatti, senza considerare possibili variazioni future; per superare questo limite, la LCA "dinamica" (*dynamic LCA*) tiene in considerazione le variabili temporali, sia nell'inventa-

rio di consumi ed emissioni, sia nei fattori di caratterizzazione. In particolare, viene applicata negli studi che analizzano lo stoccaggio del carbonio biogenico nei materiali vegetali o il ciclo del carbonio nei biocombustibili. Inoltre, il metodo LCA considera gli impatti a scala globale, senza tener conto delle caratteristiche di impatto locale, utili nella pianificazione territoriale; per questo sono stati sviluppati approcci come la *Territorial LCA*, che può da un lato evidenziare gli impatti locali di un prodotto e dall'altro valutare l'impatto di tutte le attività di produzione e consumo situate in un territorio.

Un ulteriore tema importante è lo sviluppo di dati di riferimento (*dataset*) settore-specifici e contesto-specifici dei processi indiretti (*background system*), tenendo anche conto che l'Europa sicuramente è uno dei contesti di maggiore applicazione, per la spinta normativa, ma altri contesti sono emergenti, come Stati Uniti (peraltro tra i fondatori del metodo LCA), Brasile, Indonesia, Cina, India. Oltre al lavoro portato avanti dal JRC per il Life Cycle Data Network (LCDN), ci sono iniziative internazionali come il Global LCA Data Access Network (GLAD), promosso nell'ambito della Life Cycle Initiative dell'UNEP, con lo scopo di favorire l'accessibilità e interoperabilità dei dati. Si tratta di una piattaforma online open source per la ricerca di dataset LCI, da fornitori di database LCA indipendenti, da tutto il mondo. Si sono inoltre di recente sviluppati vari lavori di creazione di banche dati nazionali (in Italia per esempio la banca dati Arcadia, promossa da ENEA) al fine di definire prodotti rappresentativi e dataset contesto-specifici.

Oltre al tema dei dati, permane la necessità di continuare a irrobustire le metodologie di *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA). Il progetto Global Guidance on Environmental Life Cycle Impact Assessment Indicators (GLAM) dell'UNEP mira a migliorare il consenso globale sugli indicatori di valutazione dell'impatto del ciclo di vita ambientale, generando raccomandazioni concrete e pratiche per diversi indicatori ambientali e fattori di caratterizzazione.

#### 4. Sfide per il futuro

La positiva diffusione della metodologia, veicolata dalla richiesta normativa, pone però il rischio di una perdita di affidabilità degli studi. Se finora gli esperti LCA erano relativamente pochi, di provenienza per lo più accademica, adesso la richiesta del mercato determinerà una forte crescita di tali figure, con un inevitabile abbassamento della qualità degli studi.

Le stesse certificazioni ambientali di prodotto (EPD in particolare), prima oggetto di un iter molto scrupoloso, vedono l'ingresso di nuovi strumenti di "auto-

valutazione” da parte dei produttori, che semplificano l’accesso alla certificazione ma riducono anche le attività di controllo.

Chiaramente l’aumento degli studi implicherà anche una maggiore richiesta di processi di verifica di parte terza, con criticità anche su questo fronte, dove le figure qualificate sono ancora poche. E il rischio di abbassare la qualità anche delle verifiche e dei verificatori (come avvenuto anche nell’ambito delle riviste internazionali *peer reviewed*) è elevato, con la conseguente maggiore probabilità di diffondere studi LCA con risultati non affidabili.

Con la crescita della domanda di studi LCA, è necessario rendere disponibili le informazioni sul ciclo di vita anche a utenti non specialisti di LCA, in altri ruoli professionali nell’ambito degli acquisti, della ricerca e sviluppo, del marketing, ecc. Mentre il metodo LCA continuerà a essere uno strumento per specialisti, le informazioni LCA saranno probabilmente integrate negli strumenti di supporto alle decisioni esistenti (ad esempio, negli strumenti BIM per i progettisti o CAD per i designer) e nelle pratiche aziendali (Klöppfer, 2014). Queste figure dovranno comunque acquisire una competenza di base sul tema, ma non necessariamente specializzarsi.

Un grande obiettivo è dunque quello di garantire un’alta qualità, sia degli studi sia delle competenze in campo di chi li sviluppa o ne utilizza i risultati. Per questo occorre investire nella formazione, definendo diversi livelli a seconda del tipo di competenza richiesta e quindi del livello di approfondimento necessario. E quindi occorre anche definire il quadro delle competenze, ossia le figure professionali di riferimento, dal tecnico/analista LCA, adatto per sviluppare studi “standard” per esempio correlati alle EPD e allo sviluppo delle banche dati, all’esperto LCA capace di sviluppare studi più dettagliati, mirati a consulenze specifiche e all’ottimizzazione dei processi e dei prodotti, con anche capacità di sviluppo di miglioramenti metodologici, al semplice “utente” dei risultati degli studi LCA, che li usa come strumento di orientamento delle decisioni (dal progettista/designer al policy maker). Tali figure dovrebbero essere oggetto di specifici percorsi formativi e di specifiche qualifiche professionali di specializzazione.

Per semplificare l’applicazione ma tenere alta la qualità degli studi, occorre sviluppare specifiche metodologiche di applicazione della valutazione LCA nei vari ambiti, strumenti di supporto (*tool* e *database*), e valori di riferimento (*benchmark*). Le aziende stesse, essendo tema importante per la competitività, richiedono regole chiare e armonizzate, e database di riferimento armonizzati.

La qualità dei risultati di uno studio LCA è determinata dalla qualità sia dei dati primari raccolti a livello di processi diretti (*foreground system*), sia di quelli secondari da database, relativi ai processi indiretti (*background system*). La qualità e la credibilità degli studi LCA dipendono fortemente dai dati di *Life Cycle Inventory* (LCI) e dalla loro trasparenza (accessibilità a metadati, descrizione accurata della rappresentatività dei dati e delle assunzioni dello studio, e visibilità dell’inventario completo in chiaro). Lo sviluppo di *dataset* trasparenti, rappresentativi, riproducibili, di qualità controllata e coerenti è indispensabile per studi LCA affidabili.

Il forte aumento della domanda di LCA negli ultimi anni non ha ancora portato a un corrispondente aumento dei dataset LCI disponibili. Gli inventari degli studi LCA che potrebbero essere utilizzati da molti altri attori per ulteriori lavori sono raramente integrati nei database LCI disponibili al pubblico, per cui le banche dati faticano ad avere dati aggiornati. Anche a livello di strumenti, occorrerebbe sviluppare software declinati per gli specifici settori di applicazione (edilizia, energia, agroalimentare, ecc.) e in relazione al tipo di applicazione (es. realizzazione EPD, studi di ottimizzazione del processo produttivo, studi screening comparativi nella fase di design).

Non dovrebbe sorprendere che una delle tendenze all’avanguardia nell’ambito LCA sia il tentativo di introdurre l’intelligenza artificiale (IA) e l’apprendimento automatico (*Machine Learning*). Queste tecnologie hanno il potenziale per migliorare l’accuratezza e l’efficienza delle valutazioni ambientali automatizzando l’analisi dei dati. L’IA e il ML possono analizzare notevoli quantità di dati molto rapidamente, cosa che permetterebbe di identificare dati statisticamente rappresentativi degli impatti di un settore produttivo e di confrontare diversi scenari o diverse soluzioni di ottimizzazione. Il rischio è però una certa opacità relativa alle fonti dei dati elaborati e delle procedure di calcolo programmate. Per questo la trasparenza della fonte dei dati e degli algoritmi usati è determinante nel garantire l’affidabilità.

## 5. Considerazioni conclusive

Rimane aperto il dibattito sulla robustezza del metodo LCA. Infatti, pur essendo spesso evocata la capacità dello strumento di misurare la sostenibilità, la misurazione riguarda però solo la quantificazione nell’inventario delle sostanze in ingresso e uscita dai processi principali (*foreground system*), che vengono raccolti come dati primari, mentre per tutti i processi secondari (*background system*) ci si affida a dataset di banche dati che sono costituiti da dati medi, stime, con gradi variabili di approssima-

zione. Inoltre, il risultato finale non è la restituzione dei dati di inventario, almeno in parte misurati direttamente, ma la loro trasformazione in impatti ambientali potenziali, frutto di stime che associano le sostanze emesse con il loro effetto sull'ambiente. L'uso del termine "misurare" ai risultati delle valutazioni LCA può apparire dunque inappropriato, anche se da una misurazione si parte.

Tuttavia, occorre anche constatare che questa metodologia è considerata la più affidabile rispetto alle attuali disponibili, e sicuramente la crescita nel tempo dei dati disponibili rende anche in qualche modo "stasticamente" stabili alcuni valori di riferimento. Certamente questo non ci solleva dalla necessità di continuare a garantire un miglioramento continuo della qualità dei dati, delle metodologie di elaborazione e degli studi svolti.

Una grande difficoltà incontrata dagli studiosi di LCA, come avviene anche in altri campi, riguarda il rimanere aggiornati rispetto agli sviluppi recenti a livello internazionale nel campo, a causa della crescita costante e mondiale degli studi e applicazioni e della ricchezza di informazioni disponibili nelle pubblicazioni, nei report di ricerca, nei lavori di standardizzazione, nei documenti pre-normativi. Orientarsi in tale vastità, selezionando e vagliando criticamente quanto viene prodotto, risulta difficile anche per i più esperti, e mette in difficoltà i neofiti. Occorre dunque che gli enti di ricerca autorevoli sistematizzino periodicamente in documenti di sintesi il quadro degli avanzamenti e i riferimenti consolidati, articolati per settore, a supporto di chi si avvicina alla metodologia.

Per quanto l'approccio al ciclo di vita venga richiamato nelle recenti policies in ambito europeo e nazionale, osserviamo ancora la difficoltà ad applicare fino in fondo tale metodo da parte dei *policy makers*, a causa della frammentazione delle direzioni generali all'interno delle strutture pubbliche, articolate in genere per comparti ambientali (es. energia, rifiuti, aria) e per settori (es. trasporti, edilizia, agroalimentare, produzione industriale), impedendo di definire strategie che siano sistemiche, ossia che tengano conto delle ripercussioni nei vari comparti o identifichino le sinergie intersettoriali. Il tema ambientale richiede da un lato conoscenze specialistiche di dettaglio, ma dall'altro anche la collaborazione interdisciplinare e il superamento degli specialismi (transdisciplinarietà) per cogliere la dimensione di complessità che caratterizza la natura e la realtà.

Molte sono dunque le conquiste raggiunte, ma ancora numerose sono le azioni da porre in campo per migliorare l'applicazione della metodologia LCA quale supporto nel percorso verso la sostenibilità.

## Riferimenti bibliografici

- EC (2010) International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance. Luxembourg. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. Publications Office of the European Union.
- EN (2011) EN 15978:2011 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method
- EN (2019) EN 15804:2012+A2:2019 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products
- Finkbeiner M. (2016) Special Types of Life Cycle Assessment. Dordrecht: Springer.
- ISO (2006a) ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
- ISO (2006b) ISO 14044:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines
- ISO (2006c) ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures
- ISO (2014a) ISO/TS 14072:2014 Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment
- ISO (2014b) ISO 14046:2014 Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines
- ISO (2018) ISO 14067:2018 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification
- Klöpffer W. (2014) Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment. Dordrecht: Springer.
- UNEP (2020) Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products and Organizations 2020. Benoît Norris C., Traverso M., Neugebauer S., Ekener E., Schaubroeck Mankaa R., Russo Garrido S., Berger Tragnone B.M., Valdivia S., Lehmann A., Finkbeiner M., Arcese G. (eds.). United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNEP (2021) Methodological Sheets for Subcategories in Social Life Cycle Assessment (S-LCA) Traverso, M., Valdivia, S., Luthin, A., Roche, L., Arcese, G., Neugebauer, S., Petti, L., D'Eusano, M., Tragnone, B.M., Mankaa, R., Hanafi, J., Benoît Norris, C., Zamagni, A. (eds.). United Nations Environment Programme (UNEP).
- Associazione Rete Italiana LCA <https://www.reteitalianalca.it/>
- European Platform on LCA | EPLCA <https://eplca.jrc.ec.europa.eu>
- Swiss Discussion Forum on Life Cycle Assessment (DF-LCA) <https://lca-forum.ch>
- UN Environment Life Cycle Initiative <https://www.lifecycleinitiative.org>



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2024 è sostenuta da:



INGEGNERIA  
DELL'AMBIENTE



N. 3/2024

