

Corso di Sostenibilità dei sistemi edilizi
A.A. 2022-23

prof. Guido R. Dell'Osso

**Valutazioni di sostenibilità con procedure
Life Cycle Assessment**

Valutare l'intero ciclo di vita

Con riguardo agli organismi edilizi può commettersi l'errore di spostare gli impatti da una fase all'altra del ciclo di vita:

così utilizzare un **isolamento più performante** potrebbe generare impatti molto maggiori al momento della sua produzione e/o della sua dismissione, ridimensionando gli effetti stessi del suo utilizzo;

analoga circostanza potrebbe verificarsi per l'utilizzo di infissi esterni o di **altri elementi dell'involucro edilizio**;

ancora, la produzione di energia elettrica da **pannelli fotovoltaici**, magari anche sapientemente integrati nell'architettura dell'organismo edilizio, genera un impatto complessivo non trascurabile (in particolare in sede di dismissione);

un componente edilizio ad elevate prestazioni e di notevole durabilità potrebbe **essere dismesso con largo anticipo** a causa di modificate esigenze funzionali (o d'altro genere), provocando un duplice danno: per l'impegno richiesto all'epoca della sua produzione e per quello generato in sede di dismissione e/o riciclo

Da tali considerazioni deriva la necessità di valutare la compatibilità ambientale dell'intero ciclo di vita di materiali, componenti, organismi edilizi.

Le valutazioni di sostenibilità

Sistemi a punteggio

Attribuiscono punti alle caratteristiche degli edifici.

I principali:

- il BREEAM *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* sviluppato dagli inizi degli anni '90 in Gran Bretagna;
- il LEED *Leadership in Energy and Environmental Design* sviluppato per iniziativa dello *U. S. Green Building Council* con il supporto di numerose agenzie governative dal 2000;
- Il GBC - *Green Building Challenge* un network internazionale cui aderiscono paesi di tutto il mondo.
- ...

In Italia un metodo di riferimento, allo stato attuale, è il PROTOCOLLO ITACA sviluppato nell'ambito del processo GBC dal gruppo di lavoro sulla bioedilizia di ITACA

(Istituto per la Trasparenza, l'Aggiornamento e la Certificazione degli Appalti e la Compatibilità Ambientale)

associazione federale delle Regioni e Province Autonome, assunto come metodo di stima della sostenibilità dalla Regione Puglia, e della sua condivisione in sede UNI che ha dato luogo alla Prassi di Riferimento

UNI/PdR 13 del 2015 e al suo aggiornamento del 2019.

Ecobilanci

Valutazioni LCA Life Cycle Assessment

Valutazioni
dei **danni ambientali**

estese
all'intero ciclo di vita
dell'organismo edilizio

Caratteristiche a scala edilizia

I metodi valutano una molteplicità di caratteristiche e di parametri:

- Componenti dell'involucro
- Impianti di riscaldamento/climatizzazione
- Qualità dell'aria indoor
- Livelli di illuminamento naturale
- Caratteristiche bioclimatiche (sistemi passivi)
- Utilizzo di fonti rinnovabili di energia
- Specificità dei componenti edilizi rilevanti (materiali locali, derivati da processi produttivi a basso impatto, disponibili in grandi quantità, derivati da processi di riciclo, riciclabili.....)
- Consumi di acqua
- Caratteristiche degli spazi esterni (superfici permeabili, albedo.....)
- ..altro ancora

Ne deriva un quadro particolarmente complesso di approfondimenti necessari al momento delle scelte di progetto che si fa ancora più articolato nel caso di interventi di recupero dell'edilizia esistente.

Il progetto dell'organismo edilizio orientato ai criteri della sostenibilità richiede dunque la formulazione di scelte che devono confrontarsi con una significativa molteplicità di aspetti disciplinari.

Caratteristiche a scala urbana

Il quadro delle valutazioni propedeutiche alle scelte progettuali diviene ancora più complesso, coinvolgendo caratteristiche alla scala urbana che pure partecipano alla qualificazione di sostenibilità degli interventi edilizi

- Accessibilità ai servizi (trasporto pubblico, infrastrutture,.....)
- Integrazione con il contesto urbano
- Qualità delle aree comuni dell'edificio (verde, spazi attrezzati per i rifiuti, aree ricreative,.....)
- Impatto sull'ambiente circostante (emissioni, isola di calore,.....)
- Altro ancora.....

Ciò richiama la necessità che anche il progetto delle nuove parti della città, o il progetto della riqualificazione urbana siano decisamente orientati a siffatti criteri.

Procedura di LCA

(Life Cycle Assessment)

“E’ un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti ed emissioni rilasciati nell'ambiente.

La valutazione riguarda l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività, comprendendo

l'estrazione e il trattamento delle materie prime,

la fabbricazione,

il trasporto,

la distribuzione,

l'uso, il riuso,

la manutenzione,

fino al **riciclo** e allo **smaltimento finale**”.

Tale definizione è in armonia con le norme della serie UNI EN ISO 14040:2006 e UNI EN ISO-14044:2018.

UNI EN ISO 14040

NORMA
EUROPEA

Gestione ambientale
Valutazione del ciclo di vita
Principi e quadro di riferimento

UNI EN ISO
14040

OTTOBRE 2006

Environmental management
Life cycle assessment
Principles and framework

Versione bilingue
del dicembre 2007

La norma descrive i principi ed il quadro di riferimento per la valutazione del ciclo di vita (LCA), comprendendo:

- a) la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'LCA;
- b) la fase di inventario del ciclo di vita (LCI);
- c) la fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA);
- d) la fase di interpretazione del ciclo di vita;
- e) la rendicontazione e la revisione critica dell'LCA;
- f) le limitazioni dell'LCA;
- g) le correlazioni tra le fasi dell'LCA;
- h) le condizioni per l'utilizzo delle scelte dei valori e degli elementi facoltativi.

La norma tratta gli studi di valutazione del ciclo di vita (LCA) e di inventario del ciclo di vita (LCI).

La norma non descrive in dettaglio la tecnica di valutazione del ciclo di vita e non specifica metodologie per le singole fasi dell'LCA.

UNI EN ISO 14044

stralcio della versione 2006 coincidente con la versione 2018

NORMA EUROPEA	Gestione ambientale Valutazione del ciclo di vita Requisiti e linee guida	UNI EN ISO 14044
		OTTOBRE 2006
	Environmental management Life cycle assessment Requirements and guideline	Versione italiana del dicembre 2007
	<p>La norma specifica i requisiti e fornisce linee guida per la valutazione del ciclo di vita (LCA), comprendendo:</p> <ul style="list-style-type: none">a) la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione dell'LCA;b) la fase di inventario del ciclo di vita (LCI);c) la fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita (LCIA);d) la fase di interpretazione del ciclo di vita;e) la rendicontazione e la revisione critica dell'LCA;f) le limitazioni dell'LCA;g) le correlazioni tra le fasi dell'LCA;h) le condizioni per l'utilizzo delle scelte dei valori e degli elementi facoltativi. <p>La norma tratta gli studi di valutazione del ciclo di vita (LCA) e di inventario del ciclo di vita (LCI).</p>	

LCA nella normativa tecnica

L'LCA tratta gli aspetti ambientali e i potenziali impatti ambientali²⁾ (per esempio l'uso delle risorse e le conseguenze ambientali dei rilasci) lungo tutto il ciclo di vita del prodotto, dall'acquisizione delle materie prime attraverso la fabbricazione e l'utilizzo, fino al trattamento di fine vita, riciclaggio e allo smaltimento finale (cioè dalla culla alla tomba).

Lo studio dell'LCA prevede quattro fasi:

- a) la fase di definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione;
- b) la fase di analisi dell'inventario;
- c) la fase di valutazione degli impatti; e
- d) la fase di interpretazione.

Il campo di applicazione, inclusi i limiti del sistema e il livello di dettaglio dell'LCA dipende dal soggetto e dall'utilizzo previsto dallo studio. La profondità e l'ampiezza dell'LCA possono differire in modo considerevole in funzione dell'obiettivo di una particolare LCA.

La fase di analisi dell'inventario del ciclo di vita (fase LCI - Life cycle inventory) è la seconda fase dell'LCA. Si tratta dell'inventario dei dati in ingresso e in uscita relativi al sistema da studiare. L'LCI implica la raccolta dei dati necessari per raggiungere gli obiettivi dello studio definito.

La fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita (fase LCIA) è la terza fase dell'LCA. Lo scopo dell'LCIA è di fornire informazioni aggiuntive per contribuire a valutare i risultati LCI del sistema di prodotto in modo da giungere a una migliore comprensione del loro significato ambientale.

L'interpretazione del ciclo di vita è la fase finale della procedura LCA, nella quale i risultati di un LCI o di una LCIA, o di entrambe, vengono riepilogati e discussi, secondo la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione, come base per conclusioni, raccomandazioni e decisioni.

LCA calcola i danni e li classifica



Le valutazioni LCA

richiedono l'applicazione di impegnative
procedure analitiche basate

**essenzialmente sulla ricerca dei
danni**

che la costruzione e l'utilizzazione dell'edificio
causano in termini di

- **salute umana**
- **equilibrio dell'ecosistema**
 - **risorse**
- **cambiamenti climatici**

A cosa serve LCA

La comparsa ufficiale della definizione di procedura LCA si può far risalire al congresso di Vermont in Canada del 1993 a cura della *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC).

Nasce dunque in ambito industriale e del manifatturiero.

La metodologia fornisce in molti casi (come l'attribuzione di marchi ecologici – in particolare la EPD Environmental Product Declaration, praticata anche per i prodotti per l'edilizia), l'indicazione scientifica e quantitativa delle qualità ambientali di un prodotto, consentendo una comparazione basata su dati oggettivi.

In sintesi, essa si serve della valutazione di

dati in ingresso (INPUT - materie prime, uso di risorse, energia),

e d'uscita (consumi energetici, emissioni inquinanti, produzione di rifiuti)

da un “processo”, che può consistere in un processo produttivo o anche in un prodotto finito, o ancora nell'insieme di processi che costituiscono la vita di un prodotto o servizio.

Si potranno così individuare gli stadi e i momenti in cui si concentrano maggiormente le criticità ambientali,

i soggetti che dovranno farsene carico (produttore, utilizzatore, collettività) e le informazioni necessarie per realizzare eventuali interventi di miglioramento.

Specificità di LCA per il progetto edilizio

Nel settore dell'architettura e della ingegneria edile la tematica dell'eco-efficienza ha assunto, negli ultimi anni, un'importanza crescente.

In questa visione la valutazione del ciclo di vita può fornire preventivamente
parametri aggiuntivi rispetto alle consuete variabili della progettazione,
per poi costituire un supporto per la validazione delle scelte operate.

Dal punto di vista operativo ciò significa poter garantire un “prodotto edificio” di qualità ambientale sempre migliore, la cui valutazione tiene conto di importanti fattori quali:

risparmio energetico

minimizzazione dell'impatto ambientale di tutti i processi relativi ai materiali impiegati,

modalità con cui si gestirà il fine vita (“*Design For Disassembling*”),

protezione della salute umana e dell'ambiente.

La recente legislazione, sempre più spesso, si riferisce alle valutazioni LCA.

Così anche in sede di C.A.M.

Esempi dei primi progetti sottoposti a LCA

Sydney's Olympic Stadium (2000)



Millennium Experience Dome a Greenwich, London (2000)



Environment Park di Torino (primi anni 2000)

Come funziona LCA

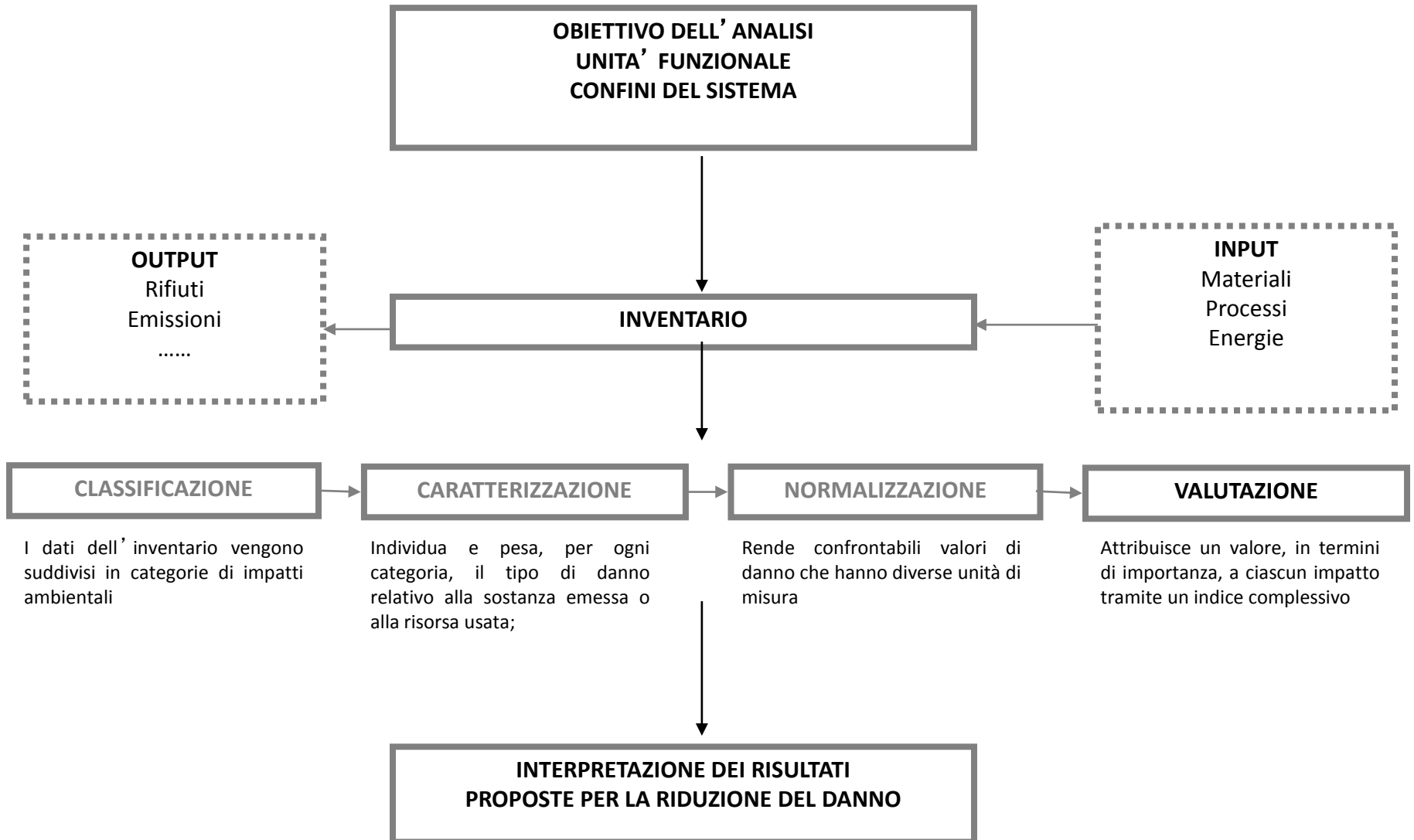
La necessità di ottenere, dall' applicazione del LCA, risultati che avessero significati comprensibili e che fossero utilizzabili per vari scopi, ha spinto i ricercatori alla formulazione di più “metodi” per la sua applicazione. Tra questi i più utilizzati e conosciuti, anche in ambiente italiano, sono:

- Eco-indicator (NL, attualmente usato nella versione ' 99),
- EPS 2000 (SE, Environmental Priority Strategies in product design),
- EDIP '96-97-2003 (DK, Environmental Design of Industrial Products, in danese denominato UMIP),
- IMPACT 2002+ (CH)

Nel successivo grafico è visibile come tutti i dati di input ed output confluiscono nello “inventario” (la seconda fase di una LCA) per poi essere sottoposti alla fase di “valutazione” (terza fase),

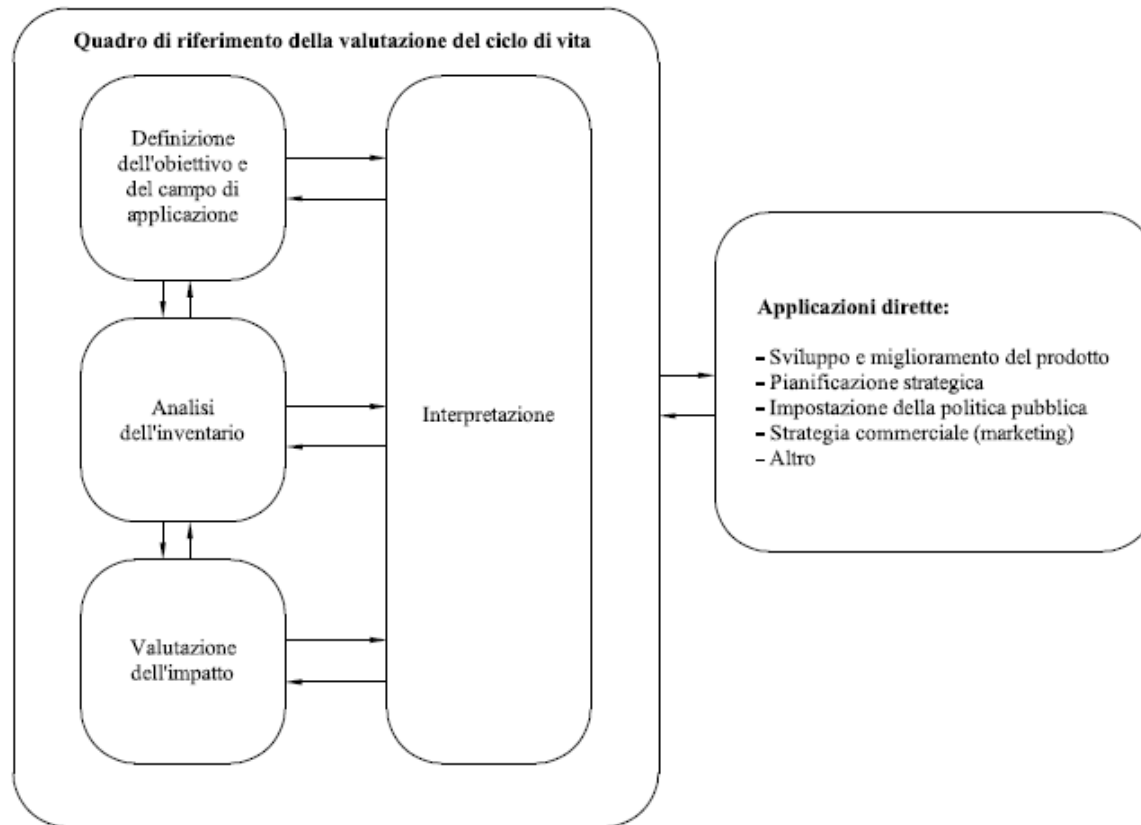
e come la “discussione” dei risultati e le proposte di miglioramento (quarta fase) possano successivamente diventare fonte di nuovi dati di INPUT, per un processo iterativo che porti verso un percorso di miglioramento.

La procedura LCA



Fasi del LCA nella norma 14040

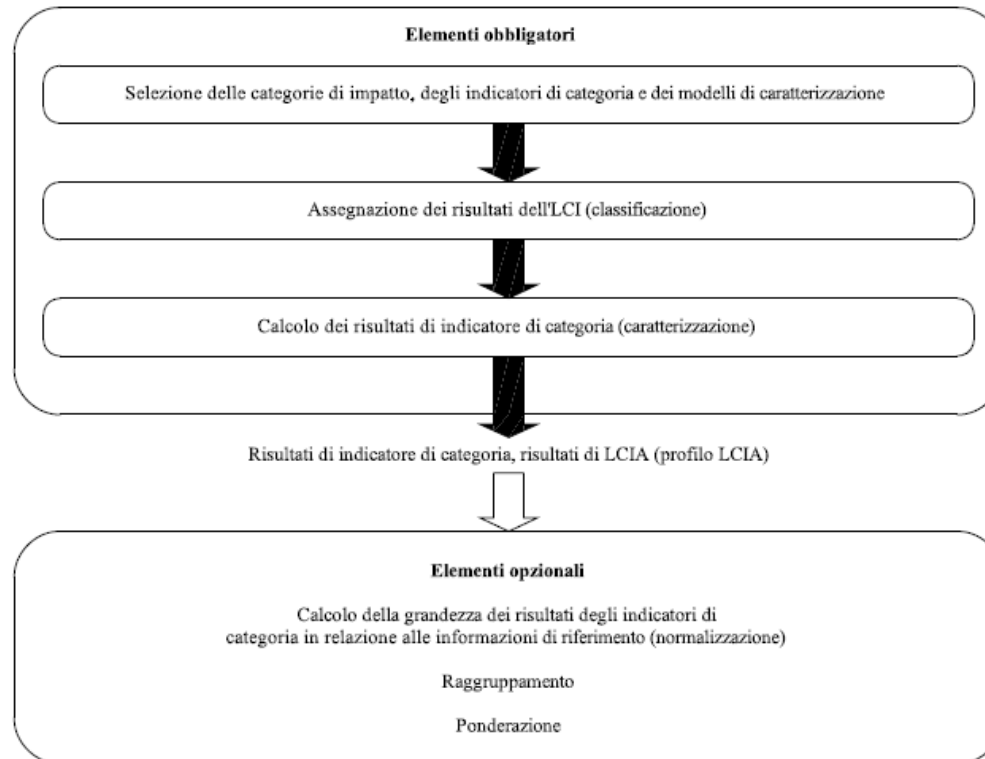
figura 1 Fasi dell'LCA



Elementi di LCIA

figura 4 Elementi della fase LCIA

LCIA (life cycle impact assessment), valutazione dell'impatto del ciclo di vita



Principi di LCA nella norma 14040

4	DESCRIZIONE GENERALE DELLA VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA (LCA)
4.1	Principi dell'LCA
4.1.1	Generalità Questi principi sono fondamentali e dovrebbero essere utilizzati come guida per le decisioni relative alla pianificazione e alla conduzione dell'LCA.
4.1.2	Prospettiva del ciclo di vita L'LCA considera l'intero ciclo di vita di un prodotto, dall'estrazione e acquisizione delle materie prime, attraverso la fabbricazione e la produzione di materiali ed energia, fino al trattamento di fine vita e allo smaltimento finale. Attraverso tale panoramica e prospettiva sistematica, può essere identificato ed evitato il passaggio di un potenziale onere ambientale tra le fasi del ciclo di vita.
4.1.3	Attenzione focalizzata all'ambiente L'LCA tratta gli aspetti ambientali e gli impatti di un sistema di prodotto. Gli aspetti e gli impatti economici e sociali sono in genere fuori dal campo di applicazione dell'LCA. Altri strumenti possono essere combinati all'LCA per valutazioni più estese.
4.1.4	Approccio relativo e unità funzionale L'LCA è un approccio relativo, strutturato attorno a un'unità funzionale. L'unità funzionale definisce quanto è studiato. Tutte le analisi successive sono allora relative all'unità funzionale, come tutti gli elementi in ingresso e in uscita dell'LCI e di conseguenza il profilo LCIA sono correlati all'unità funzionale.
4.1.5	Approccio iterativo L'LCA è una tecnica iterativa. Le singole fasi dell'LCA utilizzano i risultati di tutte le altre fasi. L'approccio iterativo all'interno e tra le fasi contribuisce alla completezza e alla coerenza dello studio e dei risultati riportati.
4.1.6	Trasparenza A causa dell'intrinseca complessità dell'LCA, la trasparenza costituisce un'importante principio guida per l'esecuzione delle LCA, al fine di garantire una corretta interpretazione dei risultati.

Scheda processo da UNI

A.4 Esempio di scheda per dati di un processo unitario

Realizzata da:	Data di completamento:			
Identificazione di processo unitario:	Sito oggetto del resoconto:			
Periodo di tempo: Anno	Mese inizio:	Mese fine:		
Descrizione del processo unitario: (allegare schede aggiuntive se necessario)				
Elementi materiali in ingresso	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento	Origine
Consumo idrico ^{a)}	Unità di misura	Quantità		
Energia in ingresso ^{b)}	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento	Origine
Elementi materiali in uscita (compresi i prodotti)	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento	Destinazione
NOTA I dati di questa scheda si riferiscono a tutti gli elementi in ingresso e in uscita non allocati nel periodo di tempo specificato.				
a)	Per esempio acqua superficiale, acqua potabile.			
b)	Per esempio, olio combustibile pesante, medio o leggero, kerosene, benzina, gas naturale, propano, carbone, biomassa, elettricità da rete.			

Scheda dati analisi inventario da UNI

A.5 Esempio di scheda per la raccolta dei dati di analisi d'inventario del ciclo di vita

Identificazione di processo unitario			Sito oggetto del rendiconto
Emissioni nell'atmosfera ^{a)}	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento: (allegare foglio, se necessario)
Emissioni nell'acqua ^{b)}	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento: (allegare foglio, se necessario)
Scarichi nel terreno ^{c)}	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento: (allegare foglio, se necessario)
Altri rilasci ^{d)}	Unità di misura	Quantità	Descrizione dei procedimenti di campionamento: (allegare foglio, se necessario)
Descrivere ogni singolo calcolo, la raccolta dei dati, il campionamento o le differenze rispetto alla descrizione delle funzioni di processo unitario (allegare fogli aggiuntivi se necessario).			
a)	Per esempio materie inorganiche: Cl ₂ , CO, CO ₂ , polveri/particolati, F ₂ , H ₂ S, H ₂ SO ₄ , HCl, HF, N ₂ O, NH ₃ , NO _x , SO _x ; e materie organiche: idrocarburi, PCB, diossine, fenoli; metalli: Hg, Pb, Cr, Fe, Zn, Ni.		
b)	Per esempio: BOD, COD, acidi, Cl ₂ , CN ₂ ; detergenti/oli, materie organiche disciolte, F ⁻ , Fe ioni, Hg ioni, idrocarburi, Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ ; clorurati organici, altri metalli, altri composti azotati, fenoli, fosfati, SO ₄ ²⁻ , solidi in sospensione.		
c)	Per esempio: rifiuti minerali, rifiuti industriali misti, rifiuti solidi urbani, rifiuti tossici (elencare i composti compresi in questa categoria di dati).		
d)	Per esempio: rumore, radiazioni, vibrazioni, odori, calore disperso.		

L' Oggetto delle valutazioni



Componente



Contesto Urbano

Organismo Edilizio



Materiale e/o
componente
elementare

