

EFFETTI AMBIENTALI E POTENZIALI DI IMPATTO PER IL LIFE CYCLE ASSESSMENT

Le valutazioni LCA richiedono l'applicazione di impegnative procedure analitiche basate sulla ricerca dei danni derivanti dalla produzione, dall'uso e dalla dismissione di un edificio. Esistono delle banche dati che esprimono il danno relativo al componente scelto. Da queste i software prelevano i dati per elaborare le valutazioni.

Come già ricordato, i danni sono strutturati in **quattro categorie**:

1. **Salute umana;**
2. **Equilibrio dell'ecosistema;**
3. **Risorse;**
4. **Cambiamenti climatici.**

Tali categorie racchiudono, a loro volta, una serie di sottocategorie, dette **categorie di impatto**, che fanno riferimento ad indicatori, detti

potenziali di impatto,

particolarmente significativi dei danni causati dalle principali attività coinvolte nell'intero ciclo di vita di un edificio.

Le categorie di impatto fanno riferimento a specifici **effetti ambientali**, ossia fenomeni, di origine naturale o antropica, che si esplicano attraverso alterazioni importanti dell'ecosistema, determinando quindi l'impatto ambientale.

Si riporta di seguito una sintetica trattazione sugli **effetti ambientali**, sulle **cause** e sui **potenziali di impatto** con i quali si quantificano nelle valutazioni LCA.

1. Effetto serra

L'effetto serra è un fenomeno naturale dovuto alla presenza dei cosiddetti *gas serra* in atmosfera, che trattengono le radiazioni solari riflesse dalla crosta terrestre, sotto forma di infrarossi, contribuendo a mitigare il clima della Terra.

Cause

Le attività antropiche hanno comportato sia un incremento eccessivo della presenza di questi gas in atmosfera, sia l'aggiunta di nuove specie di gas, da cui derivano i risvolti negativi riscontrabili oggi, tra cui emergono i cambiamenti climatici che hanno portato ad una vera e propria crisi.

I principali gas responsabili dell'effetto serra sono l'anidride carbonica, il metano, il protossido di azoto e i gas fluorurati e questi ultimi, in particolare, hanno origine esclusivamente antropica. L'anidride carbonica è il gas maggiormente emesso dalle attività umane, soprattutto da quelle relative all'uso di combustibili fossili, all'uso dei suoli e alla deforestazione.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Potenziale di riscaldamento globale (*Global Warming Potential, GWP*)

Il potenziale di riscaldamento globale quantifica l'incidenza che un certo gas ha sull'effetto serra e si esprime in chilogrammi di CO₂ equivalenti (kgCO₂e) emessi in aria

2. Acidificazione

L'acidificazione è un effetto ambientale causato dall'emissione di ossidi di zolfo e ossidi di azoto che danno origine alle cosiddette piogge acide, se vengono a contatto con acqua, oppure alla formazione di depositi acidi al suolo.

Le gocce di vapore acqueo, presenti in atmosfera, subiscono un primo abbassamento del pH a causa della produzione di acido carbonico per la dissoluzione dell'anidride carbonica atmosferica. In aggiunta, la reazione degli ossidi di zolfo e di azoto con le gocce d'acqua porta alla formazione di acido solforico e acido nitrico, che contribuiscono ulteriormente all'abbassamento del pH. Si hanno pertanto ripercussioni sia a livello ambientale, in quanto questo fenomeno intacca bacini, corsi d'acqua e suoli forestali, danneggiandone l'ecosistema, sia a livello urbano, accelerando l'obsolescenza funzionale ed estetica di edifici e monumenti.

Cause

Le principali attività antropiche che promuovono la manifestazione di tale effetto riguardano tutte le fasi relative all'approvvigionamento e all'impiego di combustibili fossili, alla combustione di biomasse, all'estrazione dei minerali e all'incenerimento dei rifiuti.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Potenziale di acidificazione (Acidification Potential, AP)

La sostanza di riferimento per definire il potenziale di acidificazione di una certa specie gassosa è il biossido di zolfo (SO₂), pertanto il potenziale si esprime in chilogrammi di SO₂ equivalenti (kgSO₂e).

3. Eutrofizzazione

Il fenomeno dell'eutrofizzazione consiste in un eccessivo arricchimento di nutrienti, in particolare sali di azoto e di fosforo, degli ecosistemi acquatici, che porta ad una crescita anomala e smisurata della vegetazione ivi presente. Alghe e piante acquatiche tendono quindi a sovrapporsi, rendendo difficile il passaggio dei raggi solari verso le specie che si trovano più in profondità e pertanto anche i processi di fotosintesi non possono avvenire.

Cause

L'eutrofizzazione è imputabile agli scarichi industriali ed urbani, nonché all'uso di fertilizzanti e detersivi, che contengono quelle sostanze nutrienti.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Potenziale di eutrofizzazione (Eutrophication Potential, EP)

Il potenziale di eutrofizzazione quantifica le emissioni gassose che comportano il rilascio di fosfati, per cui si esprime in chilogrammi di fosfati equivalenti (kgPO₄e) rilasciati.

4. Riduzione dell'ozono stratosferico

L'ozono è una molecola formata da tre atomi di ossigeno (O_3) distribuita in una sottile fascia della stratosfera terrestre. Le reazioni che portano alla continua formazione e dissociazione delle molecole di ozono assorbono l'energia dei raggi ultravioletti del sole e proteggono gli organismi terrestri dai loro effetti nocivi. La concentrazione d'ozono è maggiore in corrispondenza dei tropici, mentre tende a diminuire in corrispondenza dei poli. La riduzione della fascia d'ozono comporta pertanto un aumento dei raggi UV che giungono sulla Terra con gravi conseguenze sulla natura umana, e sull'ambiente, che, in particolare, comportano l'impoverimento di fitoplancton oceanico e il rallentamento della crescita delle piante a seguito di una parziale inibizione del processo di fotosintesi delle stesse.

Cause

La riduzione di questo schermo protettivo è dovuta all'aumento dei livelli dei composti di cloro e bromo nella stratosfera, derivanti principalmente dalle emissioni dei clorofluorocarburi, ossia gas presenti nelle bombolette spray o nei circuiti refrigeranti e nella produzione di schiume espanse e di detergenti, e dei bromofluorocarburi (halon), presenti negli estintori antincendio.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Potenziale di riduzione di ozono (Ozone Depletion Potential, ODP)

Il potenziale di riduzione di ozono misura l'effetto distruttivo sull'ozono da parte di un determinato composto chimico, il quale viene poi confrontato con una sostanza di riferimento che, in questo caso, è il triclorofluorometano (CFC-11), il cui valore di ODP è pari a 1, e pertanto il potenziale si esprime in chilogrammi di CFC-11 equivalenti ($kgCFC_{11e}$).

5. Formazione di smog fotochimico

Lo smog fotochimico è un inquinamento dell'aria causato dall'interazione tra gli ossidi di azoto e di carbonio e alcuni composti organici volatili e la radiazione solare, dando origine a diverse sostanze, tra cui l'ozono. Tali reazioni avvengono negli strati bassi della troposfera e le condizioni climatiche ideali affinché si presenti tale fenomeno prevedono temperature al di sopra dei $18^{\circ}C$, alta insolazione e bassa velocità del vento.

Cause

Le attività antropiche sono responsabili delle emissioni degli inquinanti primari, ossia ossidi di azoto e composti organici volatili, che accelerano tale inquinamento e che sono imputabili ai processi di combustione, alle centrali che bruciano combustibili fossili ed anche al riscaldamento degli edifici.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Potenziale di formazione di ozono fotochimico (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP)

Il potenziale di formazione di ozono fotochimico quantifica il danno derivante dalla creazione di ozono troposferico che determina il manifestarsi di smog fotochimico e si esprime in chilogrammi di etilene equivalente ($\text{kgC}_2\text{H}_4\text{e}$);

6. Consumo di energia primaria

L'energia primaria viene così definita in quanto non subisce un processo di trasformazione per essere prodotta, ma è semplicemente presente in natura; le fonti di energia primaria possono essere rinnovabili, cioè considerate inesauribili o rigenerabili in tempi brevi, come l'energia proveniente dal sole, dal vento e dall'acqua, o dalle biomasse, oppure possono essere non rinnovabili, come nel caso del petrolio, del carbone, del gas naturale e dell'energia nucleare. È sicuramente ovvio che gli impatti ambientali più importanti derivino proprio dall'impiego di fonti di energia non rinnovabile, il cui consumo risulta inoltre essere disomogeneo dal punto di vista geografico, in quanto è concentrato in specifici Paesi o continenti, tra cui l'Europa. L'impiego di energia primaria è alla base di tutta le attività antropiche, dalla produzione e distribuzione dei beni di consumo, all'uso domestico e ai mezzi di trasporto e di comunicazione.

Cause

Gli impatti ambientali sono quelli derivanti dallo sfruttamento delle risorse energetiche ed emissioni di gas inquinanti, le quali comportano, a loro volta, l'aggravamento dei fenomeni ambientali precedentemente descritti.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Consumo totale di energia primaria

Tale indicatore è pari alla somma dei consumi di energia primaria rinnovabile e no, ad eccezione delle risorse di energia, rinnovabile e no, utilizzate come materie prime. Si esprime in MJ.

7. Stoccaggio di carbonio biogenico

Lo stoccaggio del carbonio biogenico è un processo naturale che conduce a
risvolti positivi

dal punto di vista ambientale, in quanto consiste nell'assorbimento di anidride carbonica da parte di piante, ma non solo, mediante la fotosintesi clorofilliana durante il loro processo di crescita. Tale assorbimento permette di compensare le emissioni di *CO₂ equivalente* dovute al processo produttivo del componente ottenuto a partire da materiali naturali che sono fonte di CO₂ biogenica, come il legno, la canapa o il bambù. Il riciclo dei materiali, in cui vi è uno stock di carbonio biogenico, impedisce al carbonio catturato di tornare in atmosfera, prolungando tale riserva nel corso del tempo. La scelta del riciclaggio a fine vita permette un maggior accumulo di carbonio nei boschi e una riduzione di gas metano rilasciato dalle discariche.

Misuriamo questi effetti in LCA mediante il

Stoccaggio di carbonio biogenico

Tale indicatore quantifica il carbonio biogenico catturato dalla vegetazione in accrescimento o durante i processi produttivi dei materiali e si esprime in chilogrammi di carbonio biogenico equivalente (kgCO_{2e}-bio). Il carbonio biogenico resta incorporato nel prodotto giunto a fine vita se si adottano idonei processi e trattamenti adatti.

Di seguito alcune immagini dei risultati LCA per una struttura di involucro edilizio elaborati con il software ONE CLICK (che può utilizzarsi in plug-in con Revit).

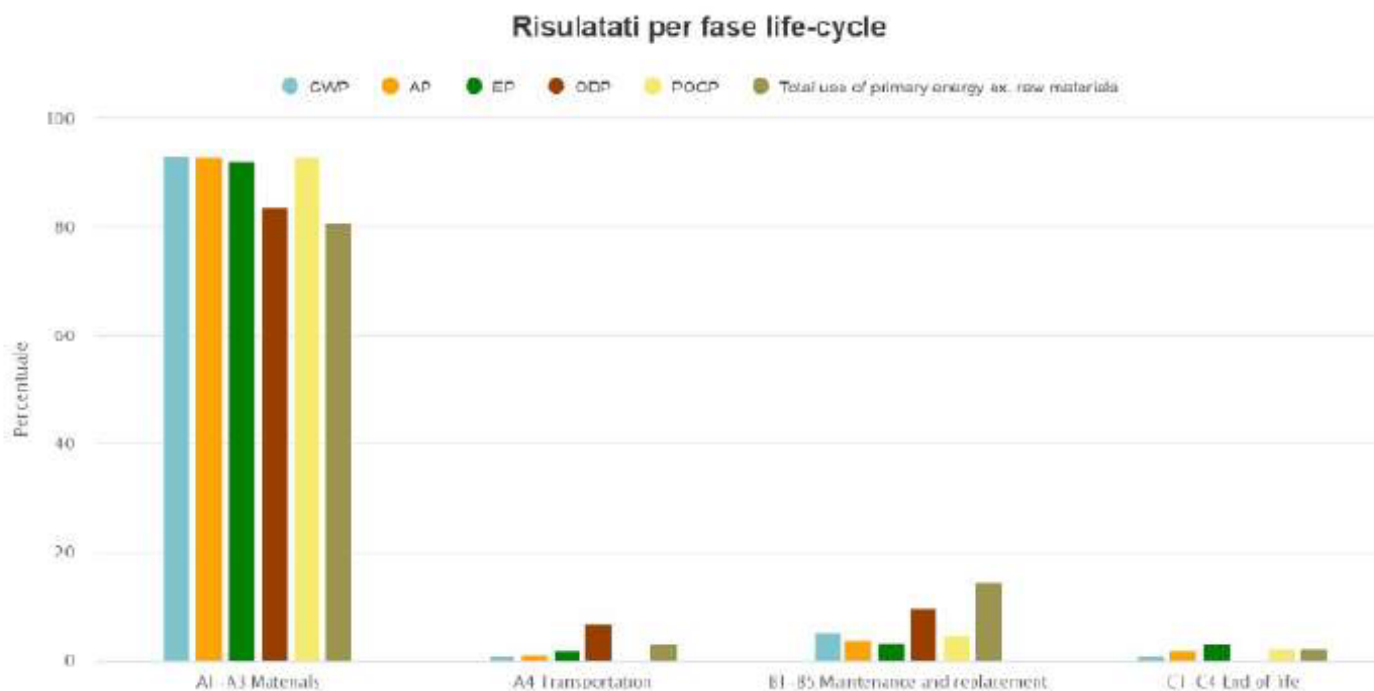
Si assumono le **fasi del ciclo di vita**, classificate secondo la norma EN 15804 e la norma EN 15978:

Produzione dei materiali (A1 – A3), riguarda gli impatti relativi ad un materiale che è pronto per la spedizione in cantiere, comprendendo le fasi preliminari di estrazione delle materie prime, il trasporto e le emissioni di produzione. Nel caso di materiali riciclati o riutilizzati, le loro emissioni possono essere contabilizzate come nulle.

Trasporto al sito (A4), copre gli impatti del trasporto di un prodotto **dalla fabbrica al cantiere**.

Uso e manutenzione (B1 – B5), comprende gli impatti ambientali derivanti dalla **sostituzione** dei prodotti per l'edilizia dopo che hanno raggiunto il termine della loro vita utile.

Fine vita (C1 – C4), include l'energia consumata ed i rifiuti prodotti dal disassemblaggio o demolizione dei materiali, lo smaltimento in discarica oppure l'eventuale riuso del materiale.



Impatti del ciclo di vita di ogni materiale in colonne sovrapposte

