

SINTESI: questo lavoro si propone di sintetizzare e di comparare tra loro i tre principali metodi di valutazione del danno ambientale: l'Ecoindicator 99, l'EPS 2000 e l'Edip 96. Adottando la metodologia dell'LCA, nostro compito è stato quello di comparare questi tre metodi di valutazione contenuti nel codice di calcolo Simapro 5; e ad un primo confronto teorico, si è fatto seguire un secondo confronto condotto sull'analisi del ciclo di vita del servizio della biblioteca comunale di Bagnolo in Piano(RE) durante un anno solare. Dall'analisi dei risultati emerge una confortante e sostanziale convergenza sui processi e sulle emissioni che in misura maggiore determinano il danno ambientale; d'altra parte le differenze tra i tre metodi sono innegabili e in alcuni casi profonde. Tuttavia se l'Ecoindicator 99 e l'EPS 2000 presentano una struttura del tutto analoga (le categorie di danno sono simili come del resto le unità di misura), l'Edip 96 conserva una diversa architettura poi abbandonata, pur mostrando alcune felici intuizioni assenti nei metodi successivi (è il caso della categoria d'impatto Bulk waste in cui vengono considerate le emissioni solide).

1. INTRODUZIONE

Nelle profondità oceaniche, dove regna la perfetta oscurità, gli studiosi hanno compiuto da pochi decenni alcune fondamentali scoperte. Prima fra tutte la presenza di forme di vita in assenza di luce solare, cosa per molto tempo ritenuta impensabile. La scienza, per comodità interpretativa, aveva sempre incatenato la vita al sole e all'energia che da questo proveniva; ora si sa che la luce solare, fondamentale per tante specie viventi, non rappresenta per la natura un limite insuperabile. Si è scoperto inoltre che il processo geologico provocava l'emissione di metano e di solfuro, sostanze fortemente dannose tanto per l'uomo quanto per qualsiasi altra forma di vita conosciuta. Eppure anche in queste condizioni estreme, la vita è riuscita ad imporsi, mostrando in questo una capacità di adattamento straordinaria. Potremmo, alla luce di quanto esposto, considerare univocamente il solfuro ed il metano delle sostanze inquinanti? E allora come può essere definito l'inquinamento? Non è forse una variazione quantitativa della concentrazione di una sostanza che, non permettendo alla natura un successivo adattamento, produce una variazione qualitativa indesiderata? Georges Canguilhem, nel saggio "Il normale e il patologico", divenuto presto un classico del pensiero filosofico-scientifico, afferma che lo stato patologico non consiste nella mancanza di qualsiasi norma, al contrario è anch'esso "una norma di vita, ma una norma inferiore, nel senso che esso non tollera alcun allontanamento dalle condizioni in cui vale, incapace com'è di trasformarsi in un'altra norma" (G. Canguilhem, 1998). Se la fisiologia per Canguilhem consta di due attributi, la normalità, cioè l'adattamento ad un certo ambiente e alle sue esigenze, e la normatività, cioè la capacità di seguire nuove norme di vita, la patologia al contrario è da intendersi come una "fisiologia incompleta", dotata del solo attributo della normalità, che attende di divenire normativa. Sulla base di queste argomentazioni potremmo dire che nessuna sostanza è inquinante di per se stessa, lo diviene quando la sua concentrazione risulta superiore alla capacità del sistema di adottare un'altra norma, divenendo ad un tempo normale e normativo.

2. L'ANALISI DEL CICLO DI VITA

L'elaborazione di un LCA prevede quattro fasi (Curran M. A., 1996): 1) Definizione dell'obiettivo e del campo d'applicazione dello studio (Goal and scope Definition). 2) Analisi dell'inventario (Life Cycle Inventory - LCI), nella quale si compila un inventario d'ingressi (cioè materiali, energia, risorse naturali) ed uscite (emissioni in aria, acqua, suolo) rilevanti del sistema. 3) Valutazione degli impatti ambientali (Life Cycle Impact Assessment - LCIA) potenziali, diretti ed indiretti, associati a questi input ed output. 4) Analisi dei risultati e valutazione dei miglioramenti delle due fasi precedenti (Life Cycle Interpretation) ossia la definizione delle possibili linee d'intervento. La terza fase può essere effettuata con più metodi di valutazione

Metodo Ecoindicator 99

Il metodo degli Eco-Indicator 99 (PRÉ Consultants B.V., 1999) aggrega i risultati di un LCA in grandezze o parametri facilmente comprensibili ed utilizzabili, chiamati appunto Eco-indicatori. Lo schema del metodo valuta tre tipi di danno ambientale: la salute umana (Human Health), la qualità dell'ecosistema (Ecosystem Quality) e lo sfruttamento delle risorse (Resources); a queste tre categorie sono associate le rispettive categorie di impatto: HH Carcinogens, HH Respiratory organics, HH Respiratory inorganics, HH Climate change, HH Radiation e HH Ozone layer, misurate in DALY (Disability Adjusted Life Years); EQ Ecotoxicity, EQ Acidification/Eutrophication e EQ Land-use, misurate in PDF*m²y (Potentially Disappeared Fraction); R minerals e R Fossil fuels, misurate in MJ surplus.

Metodo EPS 2000

Il metodo EPS 2000 contiene quattro categorie di danno: Human Health, Ecosystem Production Capacity, Abiotic Stock Resource, Biodiversity. Le categorie d'impatto considerate nella Human Health sono cinque: 1) Life expectancy, espressa in person year (o YOLL-years of lost life); 2) Severe morbidity and suffering (person years); 3) Morbidity (person year); 4) Severe Nuisance (person year); 5) Nuisance (person year). Le categorie d'impatto considerate nell'Ecosystem Production Capacity sono sei: 1) Crop Growth Capacity (kg); 2) Wood Growth Capacity (kg); 3) Fish and Meat Production (kg); 4) Soil Acidification (H+ moli equivalenti); 5) Prod. Cap. Irrigation water (kg); 6) Prod. Cap. Drinking water (kg). La categoria d'impatto considerata nell'Abiotic Stock Resource è solo Depletion of reserves, mentre quella considerata in Biodiversity è Species Extinction.

Metodo Edip 96

Il metodo Edip (Wenzel H et al., 1997) comprende le seguenti generali categorie di danno: impatto ambientale, consumo delle risorse e impatto nell'ambiente di lavoro. Queste tre categorie hanno tra loro la stessa importanza. Le categorie d'impatto presenti in Edip 96 con le rispettive unità di misura sono le seguenti: Global warming (g CO₂), Ozone depletion (g CFC11), Acidification (g SO₂), Eutrophication (g NO₃), Photochemical smog (g ethene), Ecotoxicity water chronic (g/m³), Ecotoxicity water acute (g/m³), Ecotoxicity soil chronic (g/m³), Human toxicity air (g/m³), Human toxicity water (g/m³), Human toxicity soil (g/m³), Bulk waste (kg), Hazardous waste (kg), Radiative waste (kg), Slags/ashes (kg), Resources (kg).

3. Definizione degli obiettivi e dei confini dello studio

OBBIETTIVO: calcolo e valutazione del danno ambientale dovuto alla fabbricazione, all'uso e al fine vita dell'edificio e di tutte le strutture necessarie al servizio bibliotecario.

UNITA' FUNZIONALE: popolazione di Bagnolo in Piano in quanto utente potenziale del servizio bibliotecario durante un anno solare.

CONFINI DEL SISTEMA: consumi di energia elettrica, termica e idrica, produzione uso e fine vita dei materiali, degli impianti e delle attrezzature di cui è fornita la biblioteca e, infine, costruzione e abbattimento dell'edificio che ospita la biblioteca.

5. CONCLUSIONI

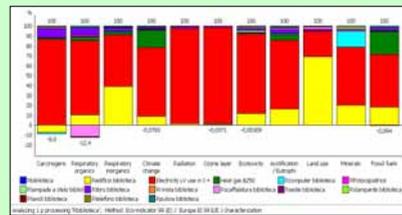
Confrontando i tre metodi, dall'analisi della caratterizzazione risulta che il processo che determina in molte categorie d'impatto il valore del danno sull'ambiente e sull'uomo è quello dell'elettricità, anche se nel metodo Edip 96 la salute umana è condizionata in modo maggiore dalla produzione di metalli pesanti in aria dovuto al processo dei libri. Inoltre dall'analisi della valutazione emerge che i processi che determinano in misura maggiore il danno ambientale sono simili per tutti e tre i metodi: l'elettricità, il consumo di gas e il rame (nell'Ecoindicator 99 il rame è sostituito dal riciclo dei materiali da costruzione). Infine nella valutazione il rapporto tra i valori dei processi più dannosi mantengono lo stesso ordine di grandezza.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE: Canguilhem G., (1998) Il normale e il patologico, Einaudi, Torino; CPM, 1999, A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). Version 2000, CPM report, Chalmers University of Technology; Wenzel H., Hauschild M., Altung L. (1997) Environmental assessment of products, Vol.1 (methodology, tools and case studies in product development), Chapman and Hall, London; PRÉ Consultants B.V., 1999, The Eco-indicator 99, Methodology Report; Curran M. A. (1996) Environmental Life Cycle Assessment, McGraw-Hill; Goedkoop M., Oele M., 2002, User manual, Introduction into LCA methodology and practice with Simapro 5, Report version, Pré Consultants.

4. RISULTATI

1. I metodi **Ecoindicator 99** ed **EPS 2000** possono essere confrontati con maggiore facilità se ci si riferisce alla categoria di danno **Salute umana**. Il DALY e lo YOLL nascono dalla stessa esigenza di quantificare il danno sulla salute umana causato da certe emissioni.
2. Il metodo **EPS 2000** presenta un maggior grado di approfondimento sulla salute umana. La categoria di danno **Salute umana** contiene 5 categorie d'impatto ordinate secondo la gravità della malattia.
3. Nell'**Ecoindicator 99** l'**Uso del territorio** è una categoria d'impatto espressa in PDF*m²*yr. Nell'**EPS 2000** l'**Uso del territorio** come una sostanza compare in tre categorie d'impatto differenti: **Capacità di crescita della foresta**, **Estinzione di specie** e **Disturbo serio**. Nell'**EDIP 96**, l'**Uso del territorio** non compare né come sostanza né come categoria d'impatto.
4. Nel metodo **EPS 2000** la CO₂ compare in 3 categorie di danno: **Salute umana**, **Capacità di produzione dell'Ecosistema** e **Biodiversità**. Negli altri due metodi la CO₂ compare solo nella categoria d'impatto **Global warming**.
5. Nell'**EPS 2000** una stessa sostanza, per esempio la CO₂ compare in alcune categorie d'impatto con segno **positivo** e in altre categorie con segno **negativo**.
6. Nell'**Edip 96** (Risorse) compaiono solo le risorse. La categoria d'impatto **Risorse** compare nel metodo base con la sola caratterizzazione.
7. Solo nel metodo **Edip 96**, con la categoria d'impatto **Rifiuti da discarica** si tiene conto del danno dovuto alle emissioni solide. Questo danno è misurato in Kg.
8. Le due categorie d'impatto **Malattie Respiratorie (sostanze organiche)** (Ecoindicator) e **Smog Fotochimico (Edip)**, sono analoghe poiché considerano quasi tutte le stesse sostanze.
9. Le due categorie d'impatto **Riscaldamento terrestre** in Edip (misurata in gCO₂) e **Cambiamento climatico** nell'Ecoindicator (misurata in DALY) misurano la variazione del clima a fronte di un certo livello di emissioni.
10. La categoria di danno **Risorse** nell'Ecoindicator considera in larga misura le stesse sostanze della categoria d'impatto **Risorse** nell'Edip.

IL DIAGRAMMA DELLA CARATTERIZZAZIONE CON ECOINDICATOR 99



Nella categoria **SALUTE UMANA**, il valore del danno è pari a **0,0193 DALY**, determinato in gran parte dal **consumo di elettricità**.

Nella categoria **QUALITA' DELL'ECOSISTEMA**, il valore del danno è pari a **1,11E3 PDF*m²y**, dovuto in gran parte alla **fabbricazione del cemento**.

Nella categoria **RISORSE**, il valore del danno è pari a **1,98E4 MJ Surplus**, dovuto al **consumo di elettricità**.

IL DIAGRAMMA DELLA CARATTERIZZAZIONE CON EPS 2000



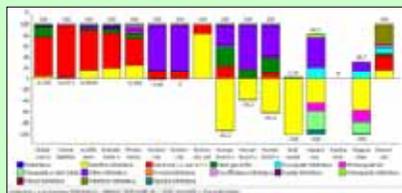
Nella categoria **SALUTE UMANA**, il valore del danno è pari a **3,72 ELU**, determinato in gran parte dal **consumo di elettricità**.

Nella categoria **CAPACITA' DI PRODUZIONE DELL'ECOSISTEMA**, il valore del danno mancato è pari a **-22 ELU**, dovuto in gran parte all'**elettricità**.

Nella categoria **QUANTITA' DI RISORSE ABIOTICHE**, il valore del danno è pari a **9,35E3 ELU**, dovuto all'**elettricità**.

Nella categoria **BIODIVERSITA'**, il valore del danno è pari a **30,7 ELU**, dovuto all'**elettricità**.

IL DIAGRAMMA DELLA CARATTERIZZAZIONE CON EDIP 96



Nella categoria d'impatto **RISCALDAMENTO TERRESTRE**, il valore del danno è **1,65E7 gCO₂**, dovuto in gran parte all'**elettricità**. Nella categoria d'impatto **IMPOVERIMENTO dell'OZONO**, il valore del danno è **11,3 gCFC11** dovuto in gran parte ancora all'**elettricità**.

Nella categoria **TOSSICITA' UMANA DOVUTA ALL'ARIA**, il valore del danno è **1,19E9 g/m³** dovuto ai libri per la produzione di metalli pesanti in aria. Nella categoria **RIFIUTI DA DISCARICA**, il valore del danno evitato è **1,67E4 Kg** dovuto all'edificio per la possibilità di riciclare le emissioni solide.