



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO**

CORSO DI  
LAUREA TRIENNALE  
IN CHIMICA

CORSO DI  
LAUREA IN  
SCIENZE AMBIENTALI

**UniBa -**

**Orientamento**

**Consapevole**

**2023/2024**

Valutazione del ciclo di vita: come  
nasce un marchio ecologico  
Pasquale Giungato

Dipartimento di Chimica

[pasquale.giungato@uniba.it](mailto:pasquale.giungato@uniba.it)

# Ecolabel : Il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea

L'**Ecolabel** dell'Unione europea (Ecolabel UE), disciplinato dal Regolamento (CE) n. 66/2010 del Parlamento europeo e dal Consiglio del 25 novembre 2009, è il **marchio di qualità ecologica dell'Unione europea**, volontario e selettivo, che premia i prodotti e i servizi migliori dal punto di vista ambientale.

L'etichetta attesta che il prodotto o il servizio abbiano un **ridotto impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita**. La Commissione europea, con il supporto degli Stati membri, definisce i gruppi di prodotti che possono essere certificati, basandosi su studi relativi sia alla diffusione sul mercato di tali prodotti e servizi, sia sull'impatto ambientale da essi generato stabilendo specifici criteri ecologici e prestazionali.



# Vi è una vasta gamma di prodotti e servizi con marchio Ecolabel UE:

- ▶ Abbigliamento (Prodotti tessili, Calzature)
- ▶ Articoli per la casa e il giardino (Materassi, Mobili in Legno, Rubinetteria sanitaria, Coperture tessili per pavimenti, Coperture in legno per pavimenti, Prodotti vernicianti per interni ed esterni, Substrati di coltivazione, Ammendanti)
- ▶ Turismo (Servizio di ricettività turistica, Servizio di campeggio)
- ▶ Prodotti Carta (Tessuto Carta, Carta da Giornale, Carta Stampata e Trasformata, Carta per copie e carta grafica)
- ▶ Prodotti per la pulizia e per il corpo (Detersivi per lavastoviglie domestiche e industriali, Detersivi per bucato domestico e professionale, Detergenti multiuso e per servizi sanitari, Detersivi per piatti, Prodotti cosmetici da risciacquo, Prodotti igienici assorbenti)
- ▶ Apparecchiature elettroniche ed elettrodomestici (Sorgenti luminose, PC e Computer portatili, Televisori, Pompe di calore, Apparecchiature per la riproduzione di immagini)



# Come si ottiene l'etichetta: Valutazione del ciclo di vita

- ▶ **LCA (Life Cycle Assessment o valutazione del ciclo di vita)**



# LCA (Life Cycle Assessment)

**LCA** è l'acronimo di **Life Cycle Assessment** (in italiano: Valutazione del Ciclo di Vita): è uno strumento utilizzato per analizzare l'impatto ambientale di un prodotto, di un'attività o di un processo lungo tutte le fasi del ciclo di vita, attraverso la quantificazione dell'utilizzo delle risorse (gli "input" come energia, materie prime, acqua) e delle emissioni nell'ambiente (nell'aria, nell'acqua e nel suolo) associate al sistema oggetto di valutazione.

Quando si decide di effettuare l'analisi LCA di un prodotto, bisogna innanzitutto **identificare i processi coinvolti nel ciclo di vita** di ciascun componente del prodotto e del suo packaging.

**IL RUOLO DEL CHIMICO NEL SETTORE DELLE CERTIFICAZIONI DI SOSTENIBILITÀ' AMBIENTALE E' FONDAMENTALE**

# Fasi del ciclo di vita:

- ▶ Estrazione e fornitura materie prime
- ▶ Produzione
- ▶ Imballaggio
- ▶ Trasporto dal sito di produzione al punto vendita
- ▶ Utilizzo
- ▶ Smaltimento del prodotto e del packaging

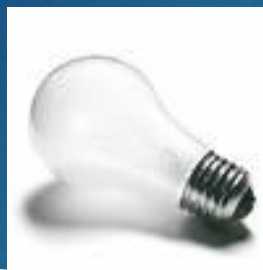


ESEMPIO PRATICO: confronto gli impatti ambientali di  
due prodotti con la stessa funzione

**LAMPADINE AD INCANDESCENZA**

**Rispetto a**

**LAMPADINE A FLUORESCENZA**



Proprietà del prodotto	Lampada a incandescenza	Lampada a fluorescenza
Consumo di energia	60 W	18 W
durata	1000 h	5000 h
Massa (vetro, alluminio, rame)	30 g	540 g
Contenuto di mercurio	0 mg	2 mg
etc	...	...

Questa tabella mostra che i dati del prodotto senza la LCA sono complessi. Per 2 motivi:

- 1) la tabella risulta molto lunga
- 2) la tabella contiene informazioni parzialmente sovrapposte e compensate.

Ad esempio, la differenza di durata e consumo elettrico può essere compensata con una differenza di massa. La LCA cerca di ristrutturare queste informazioni complesse.

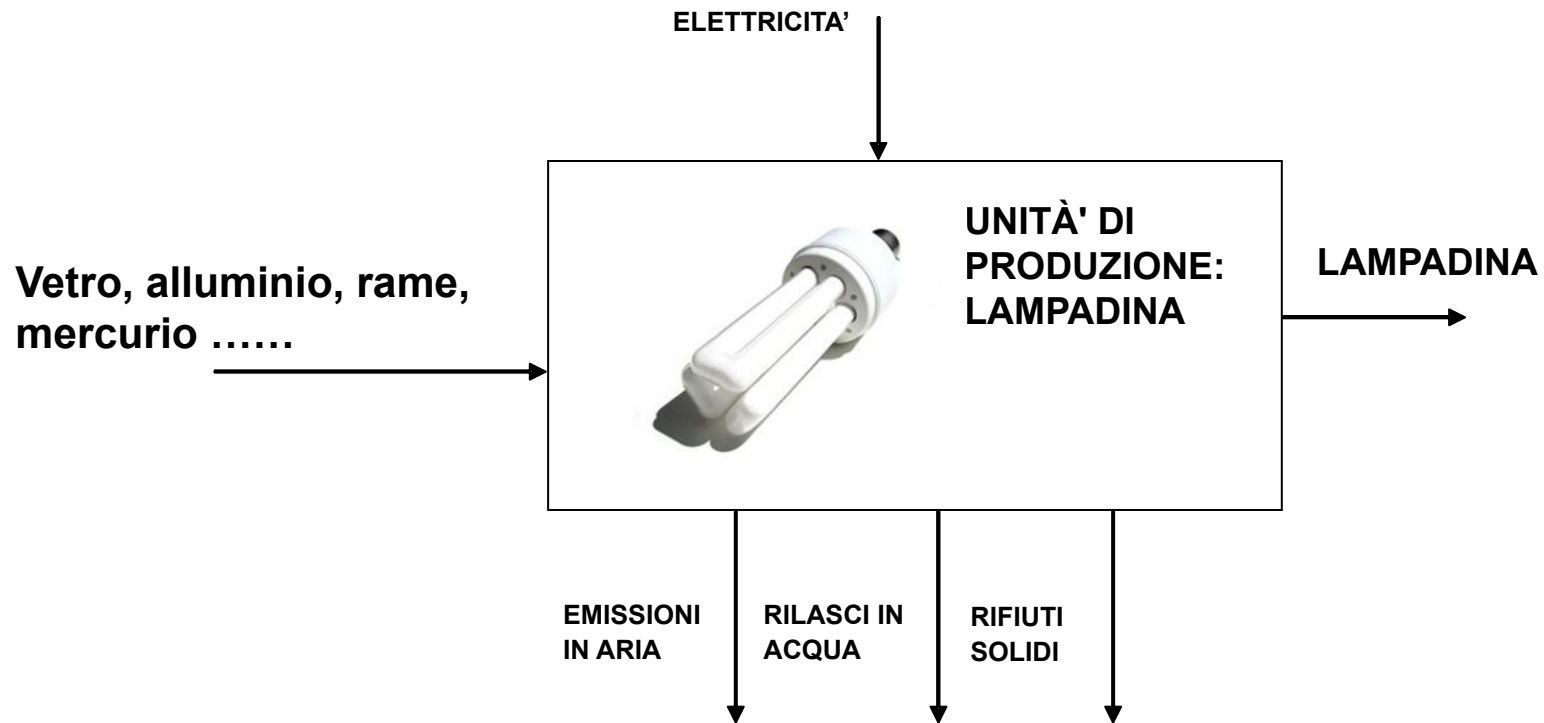


# Ciclo di vita della lampadina

Fasi del ciclo di vita:

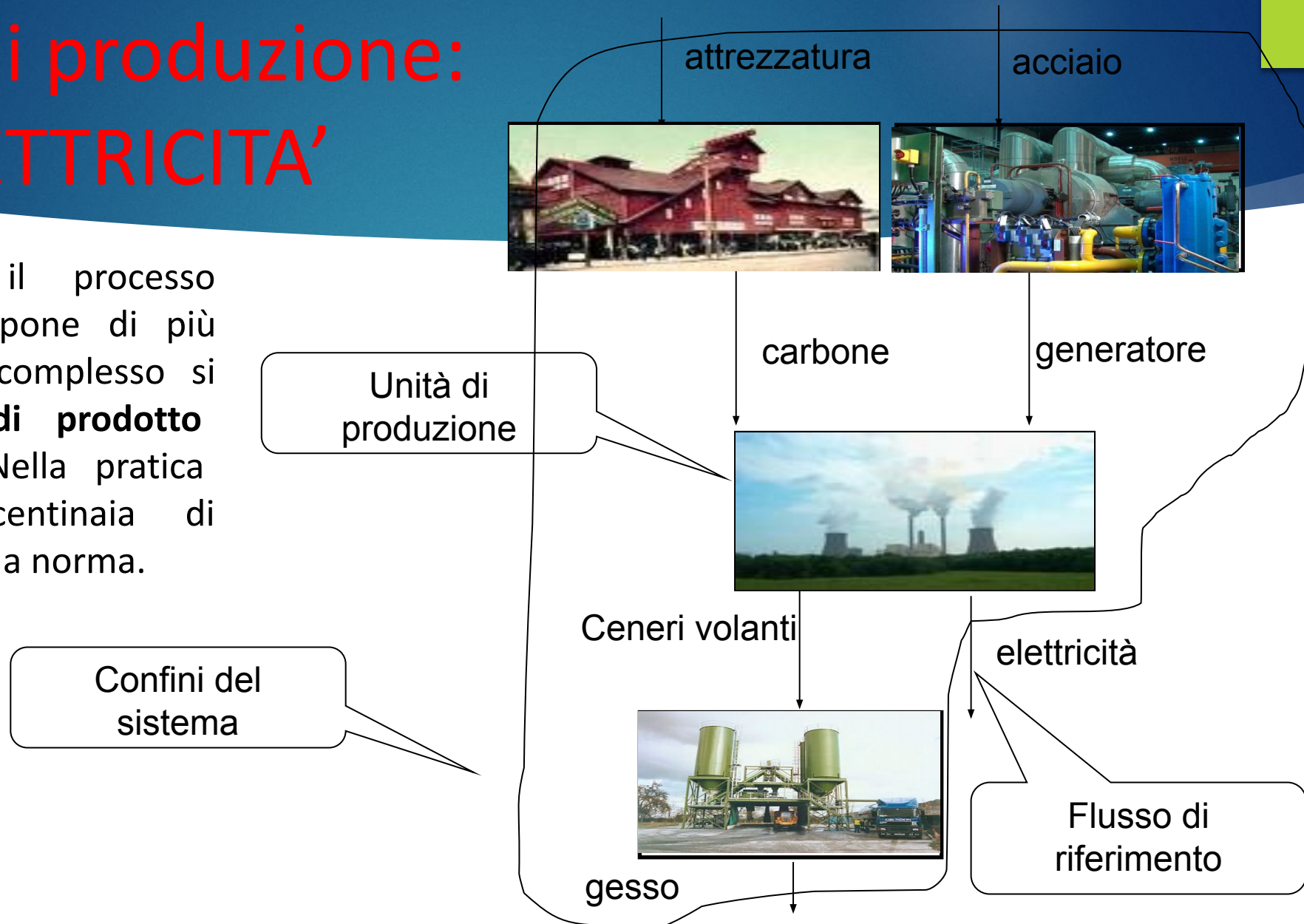
- ▶ Produzione elettricità, produzione componenti della lampadina
- ▶ Uso (consumo di energia elettrica)
- ▶ Smaltimento
  
- ▶ Unità funzionale: **una lampadina**

# Processo unitario di produzione: LAMPADINA



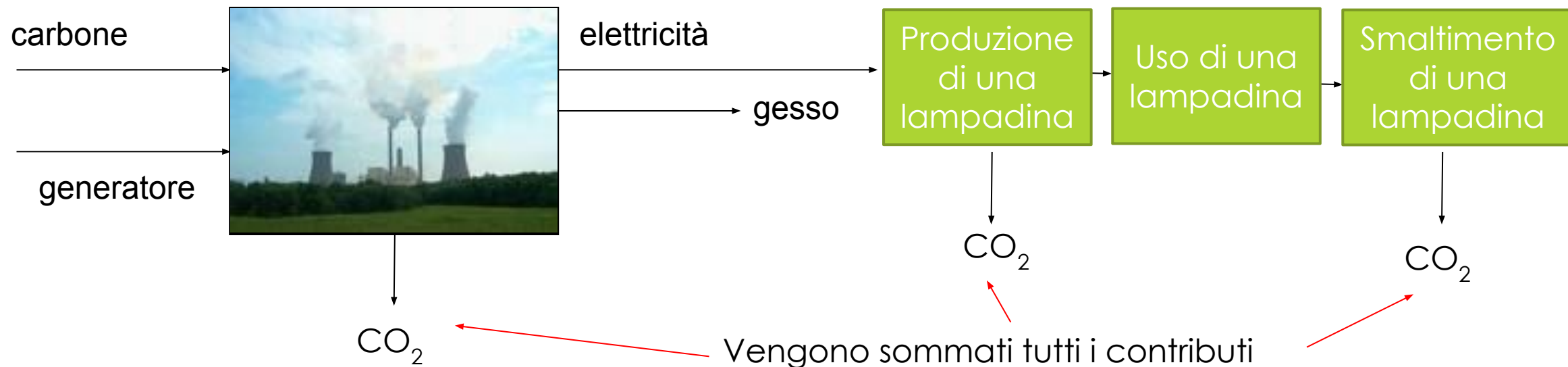
# Unità di produzione: ELETTRICITA'

In questo caso il processo complessivo si compone di più processi unitari: il complesso si definisce **sistema di prodotto (product system)**. Nella pratica attuale, diverse centinaia di processi unitari sono la norma.



# Ciclo di vita della lampadina

- ▶ Ogni unità di produzione avrà le sue materie prime in ingresso e i suoi rilasci nell'ambiente (ci soffermiamo sulla  $\text{CO}_2$ ).
- ▶ Le unità di produzione verranno collegate fra loro e tutti i rilasci nell'ambiente saranno sommati.



# analisi d'inventario



## ► Tabella d'inventario

Flusso elementare	Lampada a incandescenza	Lampada a fluorescenza
CO <sub>2</sub> nell'aria	800000 kg	50000 kg
CH <sub>4</sub> nell'aria	1000 kg	80 kg
Rame nell'acqua	3 g	20 g
Petrolio greggio	37000 kg	22000 kg
etc	...	...

Come per la CO<sub>2</sub>, tutti i rilasci nell'ambiente possono essere calcolati e inseriti nella tabella di inventario. Il petrolio è quello che è servito per il materiale polimerico e i trasporti. Il rame per i conduttori, etc. Questa tabella mostra che i dati con l'LCA sono meno complessi. Sebbene la tabella sia ancora molto lunga, ora non contiene più informazioni sovrapposte e compensate.

# Valutazione dell'impatto: effetto serra

- ▶ Come calcolare l'impatto degli altri gas serra ? Mediante il modello IPCC (**modello di caratterizzazione**):

## Riscaldamento globale (**categoria d'impatto**):

potenziale di riscaldamento globale o **Global Warming Potential (GWP)**: misura del riscaldamento globale in termini di capacità di assorbimento nell'infrarosso per unità di massa (**fattore di caratterizzazione**).

**Nella ciclo di vita della lampadina vengono emessi metano e anidride carbonica ma il metano assorbe nell'infrarosso 21 volte la CO<sub>2</sub> per cui l'indicatore di categoria si calcola in maniera ponderata:**

$$5 \text{ kg CO}_2 (\text{GWP} = 1) + 3 \text{ kg CH}_4 (\text{GWP} = 21) =$$

$$1 \times 5 + 21 \times 3 \text{ kg CH}_4 (= 68 \text{ kg CO}_2 - \text{equivalenti}) \text{ (**indicatore di categoria**)}$$

**Equivalenti: come se fossero tutti CO**

# valutazione dell'impatto

► **Categorie d'impatto, indicatori di categoria, modelli di caratterizzazione e fattori di caratterizzazione:** alcuni esempi.

<b>Categoria d'Impatto</b>	<b>Indicatore di categoria</b>	<b>Modello di caratterizzazione</b>	<b>Fattore di caratterizzazione</b>
<b>Global Warming</b>	<b>CO2-eq.</b>	<b>IPCC</b>	<b>GWP</b>
<b>Acidificazione</b>	<b>SO2-eq.</b>	<b>RAINS</b>	<b>Acidification Potential (AP)</b>
<b>Smog fotochimico</b>	<b>C2H4-eq.</b>	<b>UNECE</b>	<b>POCP (Photochemical Ozone Creation Potential)</b>
<b>Riduzione strato ozono</b>	<b>CFC-11-eq.</b>	<b>WMO</b>	<b>Ozone Depletion Pot. (ODP)</b>
<b>Tossicità umana</b>	<b>DCB-eq.</b>	<b>EUSES</b>	<b>HTP Human Toxicity Potential</b>
<b>Ecotossicità (acquatica marina)</b>	<b>DCB-eq.</b>	<b>EUSES2</b>	<b>Marine Aquatic Ecotoxicity Potential (MAETP)</b>
<b>Impoverimento abiotico</b>	<b>Sb-eq.</b>	<b>Guinée &amp; Heijungs 95</b>	<b>ADP</b>

# valutazione dell'impatto



## ► Risultati **indicatore di categoria**

Categoria d'impatto	Lampada a incandescenza	Lampada a fluorescenza
Cambiamento climatico	120000 kg CO <sub>2</sub> -eq	40000 kg CO <sub>2</sub> -eq
Ecotossicità	320 kg DCB-eq	440 kg DCB-eq
Acidificazione	45 kg SO <sub>2</sub> -eq	21 kg SO <sub>2</sub> -eq
Esaurimento di risorse	0.8 kg Sb-eq	0.3 kg Sb-eq
etc	...	...

Questa volta la tabella è in equivalenti di indicatore di categoria e tiene conto di tutti i composti chimici che contribuiscono all'impatto. L'indicatore di categoria nel caso dell'ecotossicità è kg di di-cloro-benzene (DCB) ricavato in maniera analoga alla CO<sub>2</sub> equivalente, per l'acidificazione è kg di SO<sub>2</sub>-equivalente, per l'esaurimento delle risorse (legato all'estrazione del petrolio, del rame e dell'alluminio) è kg di Sb-eq.



# valutazione dell'impatto

- ▶ Ma i risultati sono ancora difficili da comprendere:
  - ▶ differenze in unità
  - ▶ differenze in scala
- ▶ Ci vuole uno step di **normalizzazione** che mette in relazione i risultati con un valore di riferimento
  - ▶ Ad esempio, impatto del mio prodotto/impatti totali nel mondo nel 2022.
  - ▶ Il risultato lo posso indicare anche come numero di anni che ci vogliono per produrre la CO<sub>2</sub> del prodotto studiato rispetto al totale della CO<sub>2</sub> prodotta nel 2022.

# valutazione dell'impatto

- ▶ CO<sub>2</sub> lampadina [kg]
  - ▶ CO<sub>2</sub> globale [kg/ anno]
- Normalizzazione:
- ▶ CO<sub>2</sub> lampadina/ CO<sub>2</sub> globale [anni]

# valutazione dell'impatto



► Tabella dei dati normalizzati

Categoria d'impatto	Lampada a incandescenza	Lampada a fluorescenza
Cambiamento climatico	$1.2 \times 10^{-11}$ anni	$4 \times 10^{-12}$ anni
Ecotossicità	$1.6 \times 10^{-10}$ anni	$2.2 \times 10^{-10}$ anni
Acidificazione	$9 \times 10^{-11}$ anni	$4.2 \times 10^{-11}$ anni
Esaurimento di risorse	$24 \times 10^{-12}$ anni	$9 \times 10^{-13}$ anni
etc	...	...

# valutazione dell'impatto

- ▶ Anche dopo la normalizzazione è necessaria:
  - ▶ Aggregazione dei dati delle varie categorie d'impatto in un indice singolo
  - ▶ Per cui:
    - ▶ Assumendo di sommare tutti i valori, considerando tutte le categorie d'impatto ugualmente importanti (indice di ponderazione per tutte le categorie = 1) si avrà un **indice ambientale ponderato**

# valutazione dell'impatto

- ▶ Esempio di un indice ambientale ponderato



<b>Prodotto</b>	<b>Lampada a incandescenza</b>	<b>Lampada a fluorescenza</b>
Indice ponderato	$8.5 \times 10^{-10}$ anni	$1.4 \times 10^{-10}$ anni

- ▶ Il rapporto  $8.5/1.4=6$  ovvero nel complesso delle categorie d'impatto prese in considerazione la lampada a incandescenza impatta 6 volte più di quella a fluorescenza .

...in conclusione



# Problema dell'Unione Europea: si vuole valorizzare le produzioni green ma ci sono troppi marchi

- ▶ Il rischio è di creare confusione nei consumatori!
- ▶ E' necessario trovare il modo di **comunicare le prestazioni ambientali con una metodologia unica.**



# I tipi di certificazione ambientale: le certificazioni di prodotto e di organizzazione

## EPD - ISO 14025

Environmental Declaration Product o Dichiarazione Ambientale di Prodotto, regolata dalla norma ISO 14025, è una certificazione di origine svedese che nel tempo si è diffusa in tutto il mondo. Negli sviluppi degli ultimi anni l'EPD ha esplicitamente adottato l'analisi LCA. La EPD è la prima vera dichiarazione ambientale che usa l'analisi LCA come strumento di monitoraggio delle prestazioni.

## Carbon footprint

Il calcolo della CFP (Carbon Footprint di Prodotto) viene ad oggi effettuato seguendo i requisiti contenuti nelle norme tecniche PAS 2050 (sui GHG) e PAS 2060 (carbon neutrality), emessa dall'ente di normazione inglese BSI. Nel 2013 è stata realizzata la pubblicazione del nuovo riferimento normativo univoco a livello internazionale: ad oggi sono presenti gli standard ISO 14064 (di organizzazione) e ISO14067 (di prodotto), che utilizzano in maniera diversa un approccio LCT (Life Cycle Thinking) per la valutazione dell'impronta ambientale delle Organizzazioni e dei Prodotti.



# Carbon footprint (ISO 14064-67)

- ▶ 14064-1: specifica i principi ed i requisiti al livello di organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di GHG e della loro rimozione (c.d. inventario delle emissioni/rimozioni di GHG).
- ▶ 14064-2: affronta il tema dei **progetti di riduzione delle emissioni di GHG** ed è finalizzata a garantire la realizzazione di progetti affidabili da sottoporre a verifica da parte terza.
- ▶ 14064-3: è finalizzata alle attività di **verifica** del corretto utilizzo delle norme precedenti.

**Attualmente è molto usata da imprese che sono obbligate a far parte del mercato EU ETS (Emission Trading System), assieme alla Carbon footprint (ISO 14067).**

# I tipi di certificazione ambientale: le certificazioni di prodotto e di organizzazione

## PEF/OEF

### Product Environmental Footprint

Impronta ambientale in accordo con la Raccomandazione UE 2013/179

La PEF è attualmente lo strumento più innovativo in termini di monitoraggio ambientale, poiché non solo si raccorda con il manuale ILDC ma ha una precisa norma Europea alla sua base (la Raccomandazione UE 2013/179) ed è obiettivo della Commissione Europea metterla come strumento di verifica per tutte le certificazioni ambientali.

La PEF/OEF (può essere di Prodotto o di Organizzazione) si accorda con il manuale ILDC e la standardizzazione delle norme ISO 14040:2006 e ISO 14044:2018 che ha sostituito la precedente ISO 14044:2006. Un supporto per l'applicazione di tali standard è fornito da ulteriori norme ISO (ISO 14047:2012 e ISO 14049:2012).

# Altre norme basate sull'analisi del ciclo di vita:

- 1) EMAS
- 2) Ecolabel (ISO 14024)
- 3) Made Green in Italy (adottata dal MITE)
- 4) Remade in Italy
- 5) Specifiche certificazioni di settore per tessile (es. GOTS, OEKO-TEX, etc.), per le costruzioni (es LEED) e diverse altre.
- 6) Water Footprint (impronta idrica)

**Ma quelle viste sono sufficienti per dare un'idea precisa di come si sta muovendo il mondo delle certificazioni ambientali di prodotto e di organizzazione.**

Pensiamo in  
termini di ciclo  
di vita !

Grazie per  
l'attenzione



Presentazione realizzata con la collaborazione della studentessa Andrea Mongelli,  
collaboratrice studentesca.