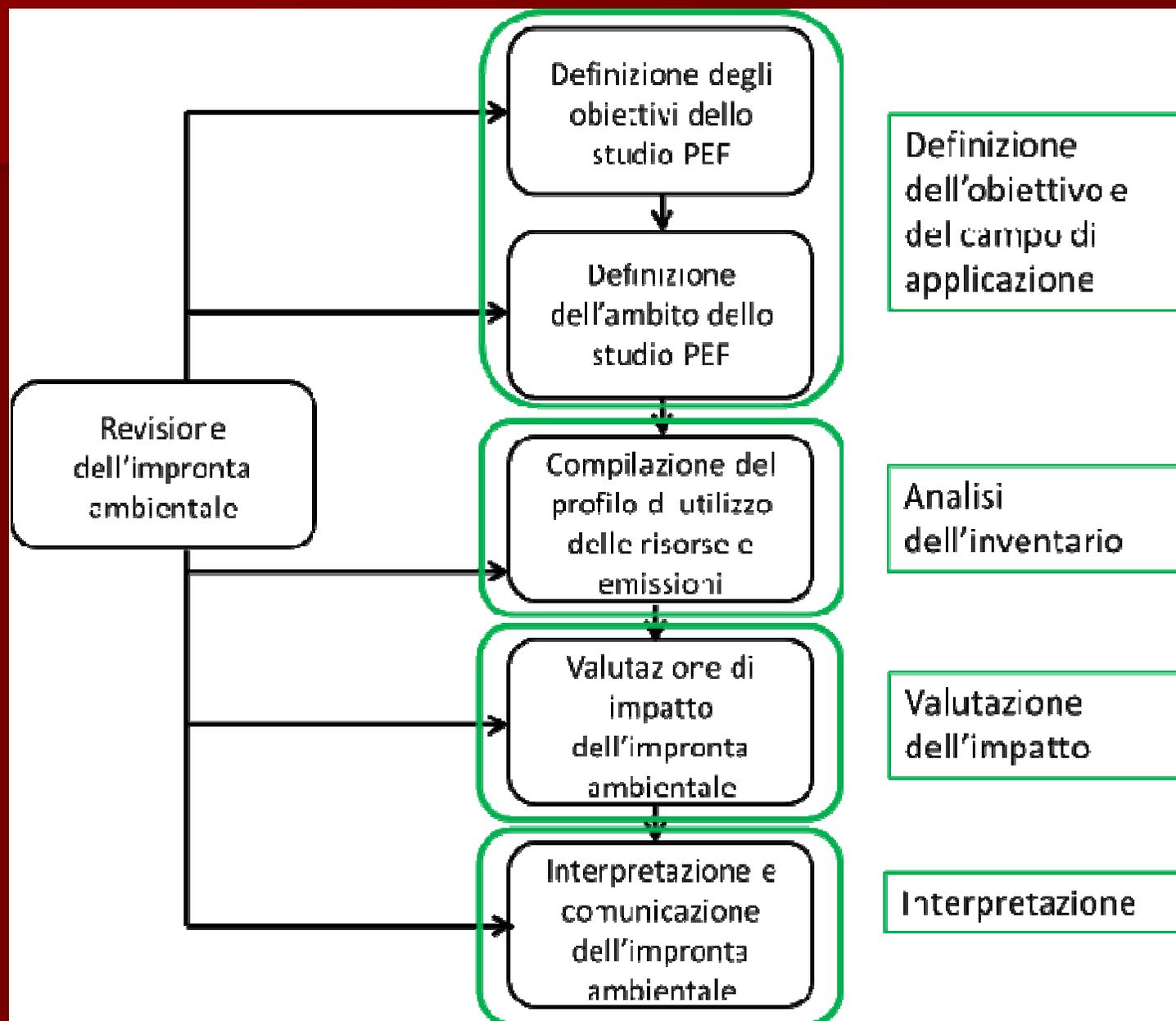


# Product Environmental Footprint

Fabio Iraldo

Professore Associato Scuola  
Superiore Sant'Anna di Pisa e  
Amministratore di ERGO srl

# Le fasi del processo di PEF



# REQUIREMENT FOR PEF STUDIES

- *Principio di rilevanza*: tutti i metodi utilizzati e i dati raccolti per quantificare la PEF devono essere, per quanto possibile, **rilevanti per lo studio**.
- *Principio di completezza*: la quantificazione della PEF deve comprendere tutti i flussi di materiale/energia significativi sotto il profilo ambientale e gli altri interventi ambientali previsti nel rispetto **dei confini definiti del sistema, dei requisiti relativi ai dati e dei metodi di valutazione di impatto** impiegati.
- *Principio di coerenza*: in tutte le fasi dello studio sulla PEF deve essere garantita **una rigorosa conformità alla guida** per garantire la coerenza interna e la comparabilità con analisi simili.

# REQUIREMENT FOR PEF STUDIES

- *Principio di precisione:* deve essere compiuto ogni sforzo possibile **per ridurre le incertezze** sia nella modellazione del sistema -prodotto che nella comunicazione dei risultati.
- *Principio di trasparenza:* le informazioni sulla PEF devono essere divulgate in modo tale da fornire agli utilizzatori previsti la **base necessaria per decidere** e consentire alle parti interessate di valutarne la fondatezza e l'attendibilità.

# 1. Definizione dell'Obiettivo

La Definizione dell'Obiettivo è la prima fase di uno studio di PEF e definisce il contesto generale dello studio.

Questa fase comprende la definizione di:

- Applicazioni previste;
- Motivazioni alla base dello studio;
- Soggetti a cui è rivolto lo studio;
- Committente dello studio;
- Procedure di revisione.

Example - Environmental Footprint of a T-shirt: goal definition

Aspects	Detail
Intended application(s):	Provide product information to customer
Reasons for carrying out the study and decision context:	Respond to a request from a customer
Comparisons intended to be disclosed to the public:	No, it will be publically available but it is not intended to be used for comparisons or comparative assertions.
Target audience:	External technical audience, business-to-business.
Review:	Independent external reviewer, Mr Y
Commissioner of the study:	G company limited

## 2. Definizione dello Scopo

Questa fase consiste nella definizione in dettaglio del sistema da analizzare e delle rispettive specifiche analitiche.

Si compone di:

- Unità di analisi (unità funzionale) e flusso di riferimento;
- Confini del sistema;
- Categorie d'impatto;
- Assunzioni/limiti dello studio.

## 2.1 Definizione dell'unità di analisi e flusso di riferimento

L'unità di analisi di uno studio PEF è equivalente al concetto di unità funzionale in uno studio LCA tradizionale e deve essere definita secondo i seguenti aspetti:

- La funzione/servizio fornito: "what";
- La "dimensione" della funzione o servizio: "how much";
- Il livello di qualità atteso: "how well";
- La durata/vita utile del prodotto: "how long";
- Il codice NACE di identificazione

Il flusso di riferimento indica la quantità di prodotto necessaria per ottenere la funzione definita. Tutti i flussi di input e output dell'analisi fanno riferimento al flusso

## 2.1 Definizione dell'unità di analisi

- Mentre nello standard ISO viene semplicemente richiesto che l'unità funzionale sia coerente con l'obiettivo e l'ambito dello studio e chiaramente definita e misurabile, già nel manuale ILCD viene ampliata questa definizione e viene specificato che l'unità funzionale deve essere chiaramente definita, in termini di aspetti sia quantitativi che qualitativi.

## 2.1 Definizione dell'unità di analisi

ESEMPIO: T-shirt

**WHAT:** T-shirt (media delle taglie S, M, L) fatta in poliestere

**HOW MUCH:** Una T-shirt

**HOW WELL:** da indossare 1 volta a settimana e lavare in lavatrice a 30 gradi, 1 volta a settimana

**HOW LONG:** per 5 anni

## 2.3 Confini del Sistema

I **Confini del Sistema** definiscono quali parti del ciclo di vita del prodotto e quali processi ad esse associati sono ricompresi nel sistema analizzato (ovvero quali parti sono necessarie perché il prodotto possa svolgere la sua funzione così come definita dall'unità di analisi).

I confini del sistema dovrebbero essere definiti secondo una logica di *supply-chain*, ovvero includendo tutti le fasi significative del punto di vista ambientale, dall'estrazione della materie prime alla produzione, distribuzione, fase d'uso e fine vita del prodotto o servizio.

N.B.: "from cradle to grave" è considerato l'approccio da utilizzare di default.

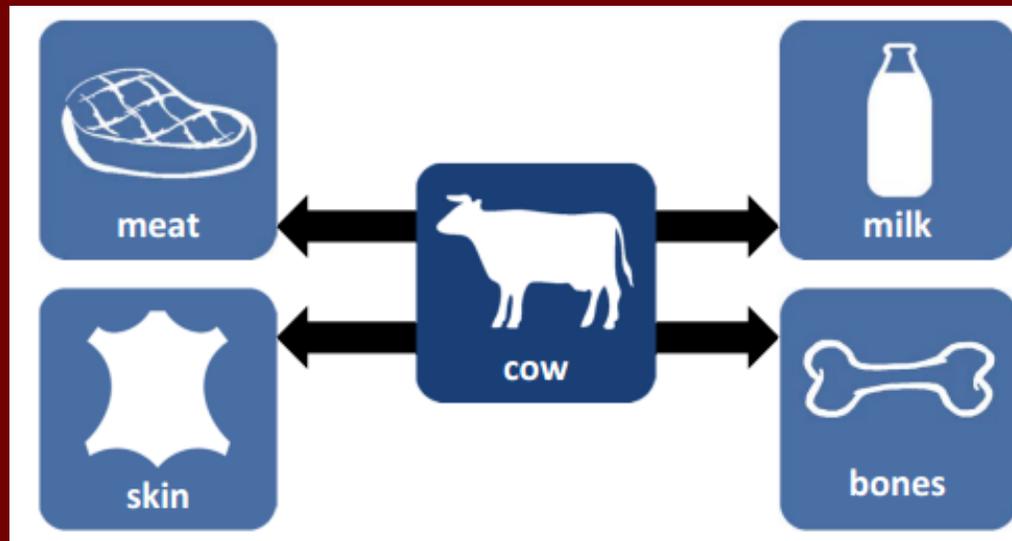
## 2.3 Confini del Sistema

I processi inclusi nei confini del sistema dovone essere divisi in:

- ***foreground processes*** (ovvero i *core processes* di uno studio LCA tradizionale, per cui è disponibile un accesso diretto alle informazioni);
- ***background processes*** (ovvero *upstream* e *downstream processes*, per cui non è possibile un accesso diretto alle informazioni).

# Potrebbero essere necessarie «allocazioni»

- Physical flows, economic value, etc.



## 2.4 Categorie d'Impatto e Metodo di Valutazione

L'obiettivo della valutazione dell'impronta ambientale è quello di raggruppare e aggregare i dati di inventario secondo i rispettivi contributi ad ogni categoria d'impatto.

Questo fornisce le basi necessarie per l'interpretazione dei risultati dell'analisi di impronta ambientale prodotto rispetto agli obiettivi definiti.

## 2.4 Categorie d'Impatto e Metodo di Valutazione

La selezione delle categorie d'impatto deve essere in grado di coprire tutti gli aspetti ambientali rilevanti legati al ciclo di vita del prodotto.

Rispetto alla lista di categorie d'impatto ambientale (e rispettivi metodi di valutazione) individuate (segue), è possibile escludere alcune categorie d'impatto, a seconda della natura e delle caratteristiche specifiche del prodotto.

Ogni esclusione deve essere documentata, giustificata, riportata nel report PEF a supportata da appropriata documentazione.

# Categorie di impatto ambientale e modelli di valutazione dell'impatto

Environmental Footprint Impact Category	Impact Assessment Model	Source
Climate Change	Bern model - Global Warming Potentials (GWP) over a 100 year time horizon.	Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
Ozone Depletion (OD)	EDIP model based on the ODPs of the World Meteorological Organisation (WMO)	WMO 1999
Ecotoxicity	USEtox model	Rosenbaum et al, 2008
Human Toxicity - cancer effects	USEtox model	Rosenbaum et al, 2008
Human Toxicity – non-cancer effects	USEtox model	Rosenbaum et al, 2008
Particulate Matter/Respiratory Inorganics	RiskPoll model	Rabl and Spadaro, 2004
Ionising Radiation – human health effects	Human Health effect model	Dreicer et al. 1995
Photochemical Ozone Formation	LOTOS-EUROS model	Van Zelm et al, 2008 as applied in ReCiPe
Acidification	Accumulated Exceedance model	Seppälä et al.,2006, Posch et al, 2008
Eutrophication – terrestrial	Accumulated Exceedance model	Seppälä et al.,2006, Posch et al, 2008
Eutrophication – aquatic	EUTREND model	Struijs et al, 2009 as implemented in ReCiPe
Resource Depletion – water	Swiss Ecoscarcity model	Frischknecht et al, 2008
Resource Depletion – mineral, fossil	CML2002 model	Van Oers et al 2002
Land Transformation	Soil Organic Matter (SOM) model	Milà i Canals et al, 2007

## 2.5 Informazioni ambientali aggiuntive

Le informazioni aggiuntive possono comprendere (lista non esaustiva):

- Distinta base del prodotto;
- Informazioni circa la disassemblabilità, riciclabilità, riutilizzabilità del prodotto una volta giunto a fine vita;
- Informazioni sull'uso di sostanze pericolose;
- Informazioni sul consumo energetico;
- Informazioni su impatti ambientali locali o sito-specifici;
- Altre informazioni ambientali rilevanti sulle attività e/o siti coinvolti, così come sugli output del prodotto.

## 2.6 Assunzioni e limiti

In uno studio PEF possono presentarsi limiti allo svolgimento dell'analisi che richiedono che vengano fatte assunzioni: ad esempio i dati "generici" possono non essere una buona rappresentazione della realtà.

Tutti i limiti e le assunzioni devono essere riportati e documentati nel report PEF.

### 3. Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni

Come base per lo studio PEF deve essere realizzato un inventario (profilo) di tutti gli input/output di materie/risorse energetiche significativi dal punto di vista ambientale e delle emissioni in aria, acqua e suolo.

Questo è chiamato il **Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni** e include tutti gli input e output per i processi che contribuiscono alla produzione del prodotto/servizio oggetto dello studio all'interno dei confini definiti.

Il Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni è equivalente all'Inventario del Ciclo di Vita (LCI – *Life Cycle Inventory*) di uno studio LCA tradizionale.

### 3. Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni

Come base per lo studio PEF deve essere realizzato un inventario (profilo) di tutti gli input/output di materie/risorse energetiche significativi dal punto di vista ambientale e delle emissioni in aria, acqua e suolo.

Questo è chiamato il **Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni** e include tutti gli input e output per i processi che contribuiscono alla produzione del prodotto/servizio oggetto dello studio all'interno dei confini definiti.

Il Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni è equivalente all'Inventario del Ciclo di Vita (LCI – *Life Cycle Inventory*) di uno studio LCA tradizionale.

TIP: Documenting the data collection process is useful for improving the data quality over time, preparing for critical review<sup>63</sup>, and revising future product inventories to reflect changes in production practices. To ensure that all of the relevant information is documented, establishing a data management plan early in the inventory process may be helpful (see [Annex II](#)).

## 3.1 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni - Screening Step

La realizzazione di un profilo di uso di risorse ed emissioni "screening" è altamente consigliato perché aiuta a individuare le priorità per le attività di raccolta dati e per la qualità dei dati.

# 3.1 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni - Screening Step

La realizzazione di un profilo di uso di risorse ed emissioni "screening" è altamente consigliato perché aiuta a individuare le priorità per le attività di raccolta dati e per la qualità dei dati.

## Resource Use and Emissions Profile

Two steps for carrying out the Resource Use and Emissions Profile



## 3.2 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni – Dati

Tutte le risorse utilizzate e le emissioni associate al ciclo di vita del prodotto incluse nei confini del sistema definiti devono essere incluse nel Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni.

L'inclusione dei seguenti elementi deve essere tenuto in considerazione nella compilazione del Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni:

- Acquisto e lavorazione delle materie prime;
- Beni capitali: deve essere utilizzato l'ammortamento lineare. Deve essere considerata la vita utile attesa dei beni capitali (non il tempo necessario a raggiungere un valore economico pari a 0);
- Produzione;
- Distribuzione del prodotto e immagazzinamento;
- Fase d'uso;
- Logistica;
- Fine vita.

## 3.2 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni – Dati

Le risorse utilizzate e le emissioni associate al ciclo di vita del prodotto devono essere incluse nel Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni nella forma di "*Elementary flows*".

Per "*Elementary flows*" si intende:

- materia o energia in entrata nel sistema in fase di studio estratto dall'ambiente senza precedente trasformazione umana;
- materia o energia in uscita dal sistema in fase di studio e rilasciato nell'ambiente senza successiva trasformazione umana.

## 3.3 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni - Qualità dei dati

La valutazione della qualità dei dati inclusi nel Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni viene condotta considerando i seguenti **cinque criteri**:

- Rappresentatività tecnologica
- Rappresentatività geografica
- Rappresentatività temporale
- Completezza
- Incertezza dei parametri
- Coerenza e adeguatezza metodologica

## 3.3 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni - Qualità dei dati

I dati sono classificati in base a cinque livelli di qualità:

- Qualità eccellente
- Qualità molto buona
- Qualità buona
- Qualità media
- Qualità bassa

I dati relativi ai processi e attività che contribuiscono al 70% dei degli impatti in ciascuna categoria di impatto devono raggiungere almeno un livello complessivo di "qualità buona".

Almeno i 2/3 del rimanente 30% deve essere modellizzato con dati di qualità almeno media.

Il restante 10% può essere di qualità bassa.

## 3.3 Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni - Qualità dei dati

I criteri di qualità si applicano indistintamente ai dati Specifici e Generici.

A differenza di altri standard, non sono fissate soglie sulla percentuale minima di dati specifici richiesti.

E' tuttavia consigliato, ma non obbligatorio, l'utilizzo di dati specifici per i processi *foreground* (core processes)

# Data quality assessment

## Example: dyeing process

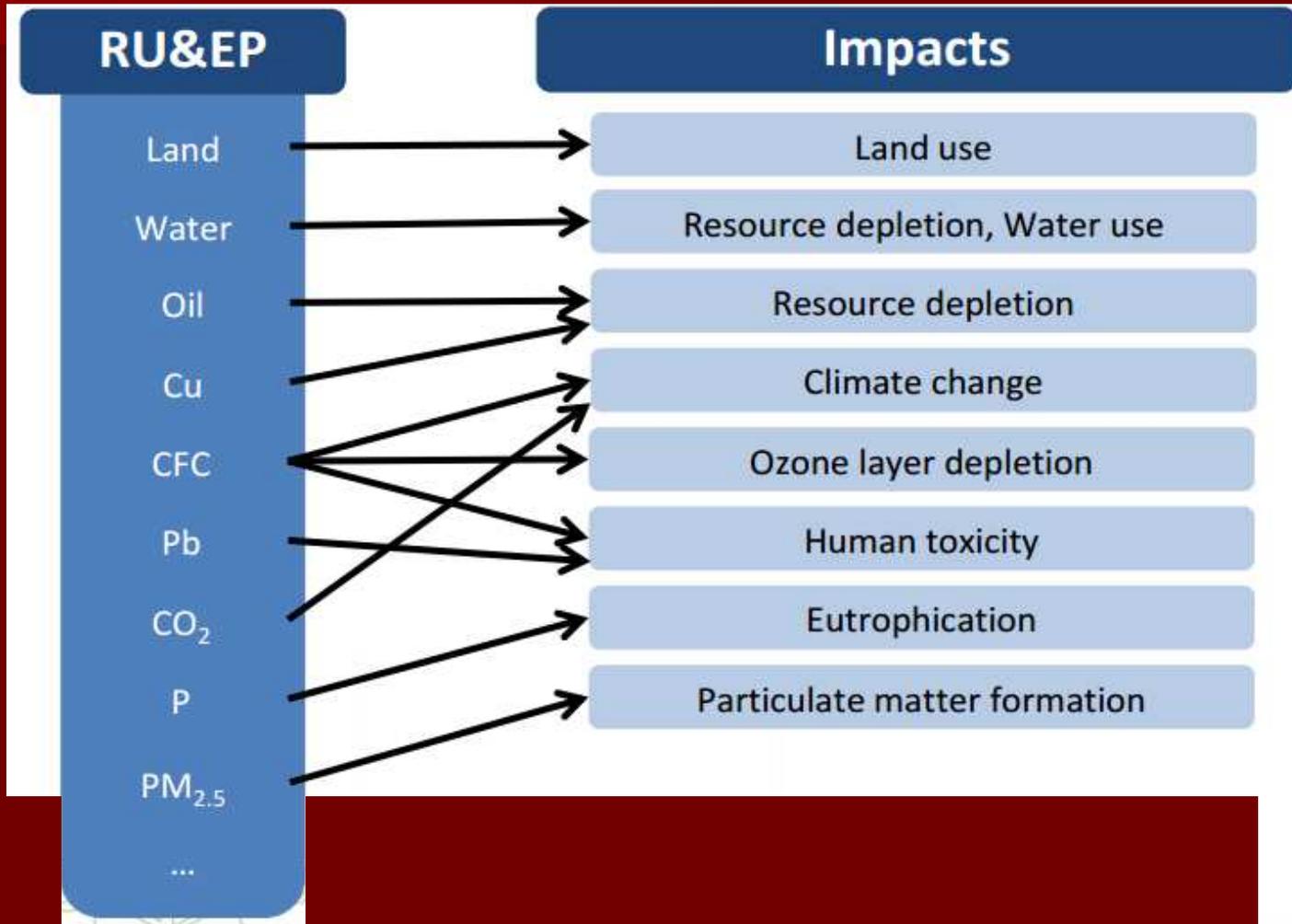
Quality level	Completeness	Methodological compliance and consistency	Time Representativeness	Technological Representativeness	Geographical representativeness	Parameter Uncertainty
<b>Very good</b>	Very good completeness (≥90%)	Full compliance with all requirements of the PEF Guide	2009 - 2012	Discontinuous with airflow dyeing machines	Central Europe mix	Very low uncertainty (≤ 10%)
<b>Good</b>	Good completeness (80% to 90%)	Three method requirements met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dealing with multifunctionality</li> <li>• End of life modelling</li> <li>• System boundary</li> </ul>	2006 – 2008	e.g. "Consumption mix in EU: 30% Semicontinuous, 50% exhaust dyeing 20% Continuous dyeing	EU 27 mix; UK, DE; IT; FR	Low uncertainty (10% - 20%]
Fair	Fair completeness (70% to 80%)	Two method requirements met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dealing with multifunctionality</li> <li>• End of life modelling</li> </ul> One method requirement not met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• System boundary</li> </ul>	1999 – 2005	e.g. "Production mix in EU: 35% Semicontinuous, 40% exhaust dyeing 25% Continuous dyeing"	Scandinavian Europe; other EU-27 countries	Fair uncertainty (20% - 30%]
Poor	Poor completeness (50% to 75%)	One method requirement met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dealing with multifunctionality</li> </ul> Two method requirements not met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• End-of-life modelling</li> <li>• System boundary</li> </ul>	1990 – 1999	e.g. "Exhaust dyeing"	Middle east; US; JP	High uncertainty (30% - 50%]
Very poor	Very poor or unknown completeness (< 50%)	None of the following three method requirements are met: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dealing with multifunctionality</li> <li>• End-of-life modelling</li> <li>• System boundary</li> </ul>	<1990; Unknown	Continuous dyeing; other; unknown	Other; Unknown	Very high uncertainty (> 50%)

# 4. Valutazione dell'Impatto dell'Impronta Ambientale del Prodotto

La valutazione dell'impatto include 2 step obbligatori:

- La **Classificazione**, che consiste nell'assegnare ogni valore contenuto nel Profilo alle rispettive categorie d'impatto ambientale (individuare durante la fase di definizione degli obiettivi)
- La **Caratterizzazione**, che consiste nel moltiplicare i valori contenuti nel Profilo per i fattori di caratterizzazione (CF) per ognuna delle categorie d'impatto corrispondenti. Questo consente l'aggregazione degli indicatori d'impatto in categorie.

# 4.1 Classification



# 4.1 Classification

Example: classification of data for a T-Shirt study

Classification of data in the climate change impact category	
CO2	Yes
CH4	Yes
SO2	No
NOX	No

Classification of data in the acidification impact category	
CO2	No
CH4	No
SO2	Yes
NOX	Yes

# 4.1 Characterisation

Example: characterisation of data for a T-Shirt study

RU&EP	Climate change	Acidification	Particulate matter
1.0 kg CO <sub>2</sub>	x 1 = 1.0		
0.01 kg SO <sub>2</sub>		x 1.31 = 0.0131	x 0.061 = 0.00061
0.005 kg N <sub>2</sub> O	x 298 = 1.49	x 0.74 = 0.0037	x 0.0072 = 0.000036
0.004 kg PM <sub>2.5</sub>			x 1 = 0.004
<b>Characterised results</b>	<b>2.49</b> kg CO <sub>2</sub> -eq.	<b>0.0168</b> mol H <sup>+</sup> -eq.	<b>0.0046</b> kg PM <sub>2.5</sub> -eq.

# 4. Valutazione dell'Impatto dell'Impronta Ambientale del Prodotto

La valutazione dell'impatto può essere completata con 2 step aggiuntivi:

- La Normalizzazione, in cui i risultati della fase di caratterizzazione sono moltiplicati per fattori di normalizzazione per calcolare e comparare la dimensione dei contributi alle categorie d'impatto considerata
- La Pesatura, che consiste nel moltiplicare i risultati della fase di normalizzazione per fattori di pesatura che riflettono l'importanza relativa percepita delle diverse categorie d'impatto.

# Normalisation

RU&EP	Climate change	Acidification	Particulate matter
1.0 kg CO <sub>2</sub>	x 1 = 1.0		
0.01 kg SO <sub>2</sub>		x 1.31 = 0.0131	x 0.061 = 0.00061
0.005 kg N <sub>2</sub> O	X 298 = 1.49	x 0.74 = 0.0037	x 0.0072 = 0.000036
0.004 kg PM <sub>2.5</sub>			x 1 = 0.004
	+ + +		
<b>Characterised results</b>	<b>2.49</b> kg CO <sub>2</sub> -eq.	<b>0.0168</b> mol H <sup>+</sup> -eq.	<b>0.0046</b> kg PM <sub>2.5</sub> -eq.
<b>Normalisation factor</b>	/ 6803 kg CO <sub>2</sub> -eq./person*year	/ 49.44 mol H <sup>+</sup> -eq./person*year	/ 2.746 kg PM <sub>2.5</sub> -eq./person*year
<b>Normalised results</b>	<b>0.000366</b> person*year	<b>0.00034</b> person*year	<b>0.00169</b> person*year

# Weighting

LCI results	Climate change	Acidification	Particulate matter
1.0 kg CO <sub>2</sub>	x 1 = 1.0		
0.01 kg SO <sub>2</sub>		x 1.31 = 0.0131	x 0.061 = 0.00061
0.005 kg N <sub>2</sub> O	x 298 = 1.49	x 0.74 = 0.0037	x 0.0072 = 0.000036
0.004 kg PM <sub>2.5</sub>			x 1 = 0.004
	+ + +		
<b>Characterised results</b>	<b>2.49</b> kg CO <sub>2</sub> -eq.	<b>0.0168</b> mol H <sup>+</sup> -eq.	<b>0.0046</b> kg PM <sub>2.5</sub> -eq.
<b>Normalised results</b>	<b>0.000366</b> person*year	<b>0.00034</b> person*year	<b>0.00169</b> person*year
<b>Weighting factor</b>	x 1	x 1	x 1
	+ + +		
<b>Weighted results</b>	<b>0.0024</b>		

# 5. Interpretazione della Product Environmental Footprint

L'interpretazione dei risultati di un'analisi PEF ha 2 obiettivi:

- Assicurare che il modello di analisi dell'impronta ambientale corrisponda agli obiettivi e ai requisiti di qualità dello studio.
- Trarre conclusioni su base scientifica e raccomandazioni dall'analisi a supporto dei miglioramenti ambientali.

# Fasi dell'interpretazione:

- Valutazione della fondatezza del modello di PEF – si consiglia di effettuare controlli di completezza, controlli di sensibilità e controlli di coerenza;
- Identificazione di punti critici – si identificano i principali elementi che contribuiscono ai risultati della PEF;
- Stima dell'incertezza – aiuta a valutare la fondatezza e l'applicabilità dei risultati dello studio;
- Conclusioni, raccomandazioni e limitazioni.

# 6. Il report della Product Environmental Footprint

Il report della Product Environmental Footprint si compone di 3 elementi:

- **Summary:** include le informazioni principali dello studio specificando gli obiettivi, lo scopo, i limiti e le assunzioni adottate, il sistema oggetto dello studio, la qualità dei dati, i principali impatti evidenziati, le raccomandazioni formulate e i miglioramenti ambientali individuati.
- **Main report:** include una descrizione dettagliata degli obiettivi, dello scopo, del Profilo di Uso di Risorse ed Emissioni, dei principali impatti evidenziati nella fase di valutazione dell'impatto e l'interpretazione dei risultati della Product Environmental Footprint.
- **Annex:** è il documento di supporto alla lettura del Main report

# How to use and valorise the PEF results

